N.° 5 Mathematica

Dissertatio de Viribus centralibus seu centripetis

N.° 5

Cum ea sit hominum indoles ac natura, ut novis indueae novis maxime recusent, nihil in Republica difficilius unquam existit, aut periculosius, quam id quod ab ejus pristina institutione aliquantulum aberrare videtur stabilire. Omnes enim sibi facile persuadent rationem ab ipsis primum acceptam ceteris omnino praeferendam esse; aliorum vero studia atque instituta tanquam inaenia ingenuoque homine indigna aspernantur. Hinc profecto est quod exterorum exemplo non impellimur, ut artes scientiasque ibi in honore habitas excolamus. Hinc nobis jam volvimus reliquos in errore versari; contra vero de nobis nostrisque praeclare sentimus. Hinc ceterorum studia minimi facimus, tanquam nihil ex illis praeter vanas contemplationes consequatur. Utinam de Mathematicis Disciplinis adeo temere non judicarentur ii, qui nec leviter provinciam illam attigerunt. Quanquam enim eorum vocibus nihil movemur, non parum tamen veremur, ut jactatae in dies vanissimae adversus Mathesim argumenta incautos adolescentes magno cum Reipublicae incomodo ab utilissimis Disciplinis aliquando abstterreant. Et quidem si mala fide non agerent, exquisitis rationibus sine negotio confirmarem Matheseos in Rempublicam utilitatem; nec id ad exequendum, opus esset e regionibus remotissimis argumenta ducere hic, hic apud nos multa atque non parvi momenti invenirem ex quibus illius scientiae utilitatem perspicere, ac veluti intueri liceret. Nam, si veritati haud surdi esse volumus, liberaliter fatendum divitias fere omnes, quarum potiri nobis concessum est, ipsis scientiis deberi, quibus multi gravissimi viri Lusitani, summo studio, ac labore olim suam dederunt operam, atque ipsa Mathesi duce magistraque nova maria, novas insulas, novas terras Lusitanae Ditioni adjacerunt, omnes orbis angulos ac recessus perlustraverunt, unde eas opes attulerunt, quae beatissimam Regis Emmanuelis aetatem reddiderunt, Lusitanoque nomini eam gloriam pepererunt, quam nulla unquam aetas obscurabit. Mitto innumera, quae hominum vitae comoda a Mathesi proficiuntur

proficiscuntur, ne a proposito orationis meae scopo diutius aberra re videar, quam temporis ratio postulat.

Virium centralium Doctrina, de qua mihi dicendi munus impositum fuit, amplissimam cognitionem sectatem complectitur, quibus in excelendis Mathematici magni nominis vires cunctas exhausere. Vocant autem vires centrales, sive centripetas eas, quae corpus continuo urgent ad punctum quodlibet datum; hoc autem in pura contemplatione non consistit; sed corporibus applicatae versus centrum earum virium tendentibus, quemadmodum a Newtono Geometrarum superiori qui facile Principe in immortali Principiorum opere factum est. Recta igitur methodus postulare mihi videtur. ut primum centralium virium existentiam demonstrem; deinde quidquid ad earum theoriam attinet exponam: illud in prima, hoc in secunda hujus dissertationis parte erit pertractandum.

Corporum lapsus, qui familiari omnium observatione constat, argumento est telluremvi attractiva praeditam esse, qua gravia ad centrum perpetuo urgentur, et illuc ipsa ferantur, quoties motus libertas datur. Quod autem in tellure observamus, in parvis corporibus ad ejus superficiem existentibus experimenta non ostendunt, non quod attractionis virtute sint destituta, sed quia sentiri nequit in corporibus, quae nullam rationem habent assignabilem cum ingenti telluris mole; constat enim attractionem esse in ratione massarum. Si autem corpus aliquod tactionem mollis sit, quae rationem aliquam habeat cum massa tellure, sentietur quidem attractio. Mirum hoc naturae phaenomenon a Newtono praedictum paulo post magna cura observatum fuit a Clarissimis Bouguero et Condaminio juxta montem Chimborazo in Peruvia anno millesimo septingentesimo trigesimo secundo. Hujus montis attractione fiebat, ut perpendicula instrumentorum eo versus declinarent, unde observatae astrorum al

altitudines maiores apparuerunt quam revera essent, deviationis autem perpendiculorum effectus erat octo secundorum. Montis altitudo erat trium millium, ducentarum et septendecim hexapedorum, massa vero ejus ad massam Telluris eam propo-tionem habebat quam unitas ad septem mille et quadringentas millionis. Alii Observatores, quorum fides fuerat perspecta, maiores effectus in diversis regionibus observarunt.

Figura Telluris et Planetarum clare quoque demonstrant attractionem existere. Nondum est, quod massa quelibet in origine fluida, quemadmodum de terra, et trijque Planetis conjicimus, non potest in æquilibrio subsistere, et simul figuram globosam servare, quin singulæ ipsius particulæ continuo tendant ad massæ centrum. Si autem massa rotationis motum habeat sequitur ex legibus æquilibrii figuram ellipsoidalem habere; nam si terra motu rotatorio donatur circa suum axem, certum est vim centrifugam oriri, quæ vim gravitatis minuet, id que, eo magis, quo gravium directioni fuerit magis opposita. Quare, cum juxta æquatorem vis centrifuga directio ~~dicta~~ directioni gravitatis ex diametro sit opposita, consequens erit, ut gravitas ad æquatorem magis minuatur, quam versus utramque polum. Ut autem hujusmodi effectus compensaretur, æquilibrio adhuc permanente, necessum erat, ut ipso medio loco maior materiæ cumulus asservaretur, ac ita volumen maius fieret, quemadmodum observationes ostenderunt. Hinc infertur gravitem diversis in locis diversam quoque esse, et maximam juxta polos, ubi vis centrifuga nula reperitur: quod iterato experimentis innotuit, postquam pendulorum theoria methodum facilem accuratam, et elegantem aperuit ad explorandam gravitatis terrestris vim, quæ singulis in locis existit.

Observatione

Observatione constat Planetas omnes circa Solem moveri, notum est etiam corpus uniformiter motum primo temporis momento rectam describere in secundo aliam quae primam adaequet et in linea tam jacet, si nihil obstiterit. Quaenam ergo est causa, cur Planetae omnes a sua primitiva directione rectilinea deducantur? Cur lineam curvam circa Solem juxta observata describunt? Si qualitatibus occultis fidem non tribuamus, fateri debemus Solem habere vim Planetas omnibus temporibus infinite gravis, hoc est, sine interruptione a via recta amoventem; ita ut trajectorias suas circa ipsum Solem regulares describant. In his planetarum orbitis cognoscuntur duo termini ex diametro oppositi ubi Planetae maiorem vel minorem velocitatem habent: hujusmodi autem termini eundem situm in coelo sensibiliter servant, et ex utraque parte ad aequales distantias notatur Planetas eandem velocitatem habere, unde concluditur causam Planetas circa Solem moventem eodem modo ad aequales distantias agere quae quidem regularitas in motu Planetarum occasionem antiquis etiam peritissimis, dedit adseverandi unumquemque Planetarum Angelum habere ductorem et comitem qui per notam sibi viam quasi manu duceret. Indubium igitur est corporum coelestium revolutionem effectum esse attractionis Solaris superest igitur id ipsum probandum de reliquis corporibus in immenso spatio universi hujus existentibus

Marinorum aestuum accessus atque recessus hoc evidenter demonstrant. Galileus asseruit motum maris reciprocum a motu rotationis, et translationis terrae provenire: est haec doctrina explenda tur falsa ob id vel maxime quod hujusmodi motus rotationis nihil aliud efficere potest, quam aquarum accessum, sed illum tamen perpetuum atque constantem prope aequatorem: si autem motus progressivus accedat in linea recta, videlicet est, systema eodem modo servandum esse: si vero hujusmodi motus progressivus in motum elipticum degeneret, etiam patet ab hoc aestum maris oriri non posse

Cartesius

Cartesius etiam minus solide disseruit circa motum maris reciprocum; nam in progressione Lunæ fundatur quod observationi repugnat; observatum quippe est æstus accessum evenire, dum Luna prope meridianum versatur, cum juxta Cartesianam doctrinam recessus tunc observari debent: unde infertur hoc systema rebus non esse conforme. Keplerus inter antiquos pro attractione certavit en illius verba = vera igitur doctrina de gravitate hij innititur axiomatibus. Si duo lapides in aliquo loco mundi collocarentur proximi invicem extra orbem virtutis tertii cognati corporis; illi lapides ad similitudinem duorum magneticorum corporum coirent loco intermedio, quilibet accedens ad alterum tanto intervallo, quanta est alterius moles in comparatione: Si Luna, et Terra non retinarentur vi animali, aut alia aliqua æquipolenti, quilibet in suo circuitu, terra accederet ad Lunam quinquagesima parte intervalli; Luna descenderet ad terram quinquaginta tribus partibus intervalli, ibique jungerentur: posito tamen quod substantia utriusque sit unius et ejusdem densitatis. Si terra cessaret adhærere ad se aquas suas, aquæ marinæ omnes elevarentur, et in corpus Lunæ influarent = Partia Newtonus præspectis principiis et legibus generalibus attractionis effectus facile cognovit, quos Sol et Luna supra æstum effecturi sunt; quam materiam ingeniosissime ut solebat pertractavit. Nostris deinde temporibus Daniel Bernuli, Maclorin, Eulerus sublimioris Geometriæ atque Analyseos vires impenderunt ut marinos æstus ex attractionis legibus derivarent: quod quidem adeo feliciter contigit, ut phænomena theoriæ quam fieri poterat accuratissime respondeant: unde et præmio ab Academia Scientiarum Regia Parisina proposito digni sunt habiti.

Apud Geometras in usu est hypothesim aliquam sumere

tam

tum si ex ea sequantur, quæ juste consequi debent et experimentis observationibusque conformis reperiatur, inferunt eam esse veram. Hac methodo veritatem inveniendi licet indirecta sit, directæ tamen æquivalet, et una propemodum est, quæ in rebus physicis adhiberi possit. Suppositis ergo in Sole et Luna viribus attrahentibus quæ phænomena in mari notata producere possint, recte concludimus Solem et Lunam hujusmodi suppositis viribus gaudere si suputandi ratio experientiæ per omnia consonet. Ut igitur Lucubationem ingrediamur, duobus diversis modis actionem virium Solis et Lunæ supra terram considerare debemus, scilicet quam in terram exerceant, tanquam unicum corpus consideratam, et eam, quam non in totam, sed in singulas illius partes impendunt, et primo modo hujusmodi effectus inveniantur, prius supponendum terrarum massam in unoque puncto collectam, idest, in centro gravitatis ipsius terræ, et ita velocitatis projectionis et virium solicitantium habita ratione facile determinatur motus progressivus in sua orbita; invenitur etiam esse Solis vim attractentem quæ terram sustinet, quin Luna telluris trajectoriam valde perturbet: contra vero Luna maiorem actionem supra terram habet quam Sol ad comovendas et alterandas partes suas, ad agitandum maria, quod primo intuitu paradoxon videtur, considerando exiguas vires attractionis Lunæ, respectu illius, quæ Solis est propria: quippe massa ipsius sine comparatione est maior, quam massa ipsius Lunæ. Hoc autem totum evanescit si attendamus, quod si omnes partes unius corporis solicitatæ fuissent, viribus æqualibus, et per directiones inter se parallelas comutationem aliquam non sentirent, etiam si esset perfecte fluida, et totas earum virium effectus insumeretur tantumodo in motu ipso corporis efficiendo, veluti in uno puncto collecti, aut constantis materiæ firmiter coherente: ex quo manifestum fit partes ipsius corporis in statu fluiditatis, cum so-

lum

Solum aptæ sunt ad virium actionis recipiendas, alterationem aliquam non sentire, nisi quatenus fuissent a viribus dissimilibus solicitatæ: non est ergo magnitudo virium, sed dissimilitudo, tum in quantitate, tum in directione, quæ positionem mutuam partium corporis turbat: hoc casu terra respectu Solis et Lunæ posita est: magnam inter Solem et terram distantia efficit, ut vires illius licet magnæ ipsius partes æqualiter urgeant, et per directiones sensibiliter parallelas, contra vero Luna causa proximitatis suæ partes terræ inæqualiter movet; unde clarum est maris agitationem a Luna potius quam Sole pendere, licet Solis attractio maior sit, et hoc etiam ope calculi invenitur.

Notum est, vim quæ terram circa Solem urget ad totam ipsius terræ superficiem superatam, eandem esse respectu massæ ipsius terræ in centro gravitatis collectæ: si huic actioni suæ applicatæ fuerint, clarum est, quod si calculi virium Solarium et Lunarium in centro gravitatis ipsius terræ perficeretur, quod sine errore sensibili pro centro ipsius figuræ adsumi potest, adinventoque cunctas terrarum partes oppressas fuisse viribus æqualibus accelaratricibus et per directiones inter se parallelas; tunc non esset motus de loco in locum, nec marium agitationes, sed terra suarum partium situm constanter servaret, ast si vires Solis aut Lunæ supra terram agentis, a viribus terræ, in ratione quantitatis aut directionis, tunc si non sint terræ particulæ firmissime inter se conexæ, alterationem et motum a loco suo paterentur; quapropter aquæ, quæ ob fluiditatem minimæ impressioni cedunt, sensibiliter erunt agitatæ et motæ in diverso sensu, uno loco elevatæ alio depressæ erunt: cum motus ipse proveniat a differentia inter vires solicitantes terræ centrum, et eas quæ supra suas partes agunt,

facile videbitur, quod vires proprias quamlibet particulam agitan-
tes habebimus si avi totali ijdem solicitanti demptae fuerit
ea, quae supra centrum terrae agit. Haec subtractio sine ne-
gotio fiet, si unicuique particulae praeter vim actualiter ur-
gentem aliam concesserimus sensu contrario applicatam, et aequa-
lem illi, quae supra centrum terrae operatur: vis, quae ex composi-
tione harum duarum nascitur, erit vera, quae particulam ad motum
impellet. Certum est apud Mechanicos motum relativum cujusvis
que systematis eodem modo servari, non solum imprimendo motum
uniformem in directione rectilinea, verum etiam si omnibus sys
partibus vires aequales, et per directiones parallelas applicatae fue
rint: ergo motus internus terrae alterationem non patietur, si ejus
particulis vires aequales fuerint applicatae secundum directionem
parallelam, si autem vires ijdem aequales sint urgenti centrum ter
et contrariae certum est terram motu suo translationis de-
titutam manere, quisquidem motus avitali pendere manifest
deprehenditur, et semper suarum partium motio locum eodem
modo habebit. Haec hipothesis in hac theoria praestantissima
est, quoniam facilius explicari poterunt mutationes quae in te
ra eveniunt inquiete posita, quam si motu translationis implic
ta fuerint: supra memoratis rite praespectis de gravitate etiam ra
tionem habere, hac in theoria deberi praesumendum est.

Quod hacte
nus exposuimus sufficiens non est, inertia quae totam materie
pervadit, hoc loco ingressum aperire oportet; aliter enim suppos
issemus aquas primo temporis momento impressionis virium solici
tantium cessisse, quod naturae adversatur, ea propter inertiam quo
dam resistentiam efficiunt, ad loci quem occupant mutationem
et ita nequeunt statim ac vires applicatae fuerint suae ce
dere, sed in hoc tempus erit consumptum, ac per consequens
motus erit complicatior; attendi etiam debet in hac theoria fo

figura litorum irregularis, ventus quoque sensibiles alterationes aliquas efficit, unde concluditur, quam difficilis, et complicata sit hac materies. Quoniam recta methodus exigit, ut a simplicibus ad composita progrediatur utilissimum in hac theoria censetur ante omnia terram fluidam supponere, et impactis huis alterationibus in hac hypothesi, transire denique ad eam in statu actuali considerandam.

Rytuum phenomena ad tres classes reduci possunt, alterationes scilicet diurnas, menstruas, et annuas; quoad primam attinet praecipuum est duo fluxus, duoque refluxus, hoc est, duae elevationes et totidem depressiones aquarum intervallum temporis ab uno usque ad alterum fluxum successive, est duodecim horarum viginti quatur minutorum, calculus ostendit maiorem elevationem esse in transitu Lunae per meridianum non solum in parte suprema terrae, sed etiam in inferiori; et ita revera est proximo tempus quod Luna insumit donec ad eundem meridianum perveniat; licet tamen tempus maioris elevationis secundum observata non respondeat instanti quo Luna in meridiano invenitur, a causis hoc externis est factum a materiae scilicet inertia, figura litorum et gravitate ejusdem aquae: ut autem certissimus congruentiae observationis cum theoria calculi, satis est supra narrata cognoscere.

Miguel Antonio Ciera

Feita e repetida aos 18 de Junho de 1777 por

Manoel Joaquim Coelho da Costa Vasconcelos Maya

Mathematica

Manoel Joaquim Coelho da Costa

em 18. de Junho de 1797. N. 5.