

---



---

PHILOSOPHIÆ  
NATURALIS,

Principia  
MATHEMATICÆ.

---

a. b. c. *Definitiohes.* a

---

Def. I.

*Quantitas Materiæ est mensura ejusdem orta ex illius Densitate & Magnitudine conjunctim.* b.

**A** Er duplo densior in duplo spatio quadruplus est. Idem intellige de Nive et Pulveribus per compressionem vel liquefactionem condensatis. Et par est ratio corporum omnium, quæ per causas quascunq; diversimode condensantur. Medii interea, si quod fuerit, interstitia partium libere pervadentis, hic nullam rationem habeo. Hanc autem quantitatem sub nomine corporis vel Massæ in sequentibus passim intelligo. Innotescit ea per corporis cujusq; pondus. Nam ponderi proportionalem esse reperi per experimenta pendulorum accuratissime instituta, uti posthac docebitur.

B

Def.

## Def. II.

Quantitas motus est mensura ejusdem orta ex Velocitate et quantitate  
Materiae conjunctim. b.

A Motus totius est summa motuum in partibus singulis, adeoque in corpore duplo majore aequali cum Velocitate duplus est, et dupla cum Velocitate quadruplus.

## Def. III.

de suo  
Materiae vis insita est potentia resistendi, qua corpus unumquodque, quantum in se est, perseverat in statu suo vel quiescendi vel movendi uniformiter in directum. b.

+ Hæc semper proportionalis est suo corpori, neque differt quicquam ab inertia Massæ, nisi in modo concipiendi. Per inertiam materiae fit ut corpus omne de statu suo vel quiescendi vel movendi difficulter deturbetur. Unde etiam vis insita nomine significantissimo vis inertiae dici possit. Exercet vero corpus hanc vim solummodo in mutatione status sui per vim aliam in se impressam facta, estque exercitium ejus sub diversis respectu et Resistencia et Impetus: Resistencia quatenus corpus ad conservandum statum suum reluctatur vi impressæ, Impetus quatenus corpus idem, vi resistentis obstaculi difficulter cedendo, conatur statum ejus mutare. Vulgus Resistenciam quiescentibus et Impetum moventibus tribuit; sed motus et quies, uti vulgo concipiuntur, respectu solo distinguuntur ab invicem, neque semper vere quiescunt quæ vulgo tanquam quiescentia spectantur.

## Def. IV.

A ejus  
A + Vis impressa est actio in corpus exercita, ad mutandum ejus statum  
vel quiescendi vel movendi uniformiter in directum. b.

Consistit hæc vis in actione sola, neque post actionem permanet in corpore. Perseverat enim corpus in statu omni novo per Tolam vim

vim inertię. Est autem vis impressa diversarum originum, ut ex  
ictu, expressione, ex vi centripeta.

Def. V.

Vis centripeta est qua corpus <sup>ora</sup> versus punctum aliquod tanquam ad cen-  
<sup>un</sup>trum trahitur, <sup>un</sup>impellitur, <sup>un</sup>vel attingit, tendit.

A  
corpus  
undique

Hujus generis est gravitas, qua corpus tendit ad centrum Terrę:  
Vis magnetica, qua ferrum petit centrum Magnetis, et vis illa,  
quęcumq; sit, qua Planetę perpetuo retrahuntur a motibus recti-  
lineis, et in lineis curvis revolvuntur coguntur. Est autem vis centripetę  
quantitas trium generum, absoluta, acceleratrix et motrix.

A A  
Lapis &c.  
flectatur

Def. VI.

Vis centripetę quantitas absoluta est mensura ejusdem major vel minor  
pro efficacia causę eam propagantis a centro per regiones in circuitu.

ejusdem

Uti virtus Magnetica major in uno magnete, minor in alio, pro  
vel intensione Virtutis.

pro mole Magnetis

Def. VII.

Vis centripetę quantitas acceleratrix est ipsius mensura Velocitati pro-  
portionalis, quam dato tempore generat.

ipsius

Uti Virtus Magnetis ejusdem major in minori Distantia, minor  
in majori: vel vis gravitans major in Vallibus, minor in cacuminibus  
præaltorum montium (ut experimento pendulorum constat) atq;  
adhuc minor (ut posthac patebit) in majoribus distantis a Terra; in  
æqualibus autem distantis eadem undiq; propterea quod corpora  
omnia cadentia (gravia an levia, magna an parva) sublata Aeris  
resistentia, æqualiter accelerat.

A

A

A  
A  
A

Def. VIII.

Vis centripetę quantitas motrix est ipsius mensura proportionalis mo-  
tui, quem dato tempore generat.

ipsius

Uti pondus majus in majori corpore, minus in minore; inq; cor-  
pore

pore eodem majus prope terram, minus in cælis. Hæc vis est cor-  
 poris totius centripetentia seu propensio in centrum & (ut ita di-  
 cam) pondus, & innotescit semper per vim ipsi contrariam & æ-  
 qualem, qua descensus corporis impediri potest.

Hæc virium quantitates brevitatis gratia nominare licet vires  
 absolutas, acceleratrices & motrices, & distinctionis gratia referre ad  
 corpora, ad corporum loca, & ad centrum virium: Nimirum vim motri-  
 cem ad corpus, tanquam conatum & propensionem totius in centrum,  
 ex propensionibus omnium partium compositum; & vim accelera-  
 tricem ad locum corporis, tanquam efficaciam quandam, de centro per  
 loca singula in circuitu diffusam, ad movenda corpora quæ in ipsis  
 sunt; vim autem absolutam ad centrum, tanquam causa aliqua  
 præditum, sine qua vires motrices non propagantur per regiones in  
 circuitu; sive causa illa sit corpus aliquod centrale (quale est Mag-  
 nes in centro vis Magneticæ vel Terra in centro vis gravitantis) sive  
 alia aliqua quæ non apparet. Mathematicus saltem est hic concep-  
 tus. Nam virium causas & sedes physicas jam non expendo.

Est igitur vis acceleratrix ad vim motricem ut celeritas ad mo-  
 tum. Oritur enim quantitas motus ex celeritate ducta in quanti-  
 tatem Materiæ, & vis motrix ex vi acceleratrice ducta in quanti-  
 tatem ejusdem materiæ. Nam summa actionum vis acceleratricis in  
 singulas corporis particulas est vis motrix totius. Unde juxta  
 Superficiem Terræ, ubi gravitas acceleratrix seu vis gravitans in  
 corporibus universis eadem est, gravitas motrix seu pondus est ut  
 corpus: at si in regiones ascendatur ubi gravitas acceleratrix fit mi-  
 nor, pondus pariter minuetur, eritque semper ut corpus in gravita-  
 tem acceleratricem ductum. Sic in regionibus ubi gravitas accele-  
 ratrix duplo minor est, pondus corporis duplo vel triplo minoris  
 erit quadruplo vel sextuplo minus.

Porro attractiones et impulsus eodem sensu acceleratrices &  
 motrices nomino. Voces autem attractionis, impulsus vel propen-  
 sionis cujuscunq; in centrum, indifferenter et pro se mutuo promiscue  
 usurpo, has vires non physice sed Mathematicè tantum confide-  
 rando

rando. Unde caveat lector ne per huiusmodi voces cogitet me  
speciem vel modum actionis causamve aut rationem physicam ali-  
cubi definire, vel centris (quæ sunt puncta Mathematica) vires  
vere et physice tribuere, si forte aut centra trahere, aut vires cen-  
trorum esse dixerit. A

## Scholium.

1 Hactenus voces minus notas, quo in sensu in sequentibus ac-  
cipiendæ sunt, explicare visum est. Nam tempus, spatium, lo-  
cum et motum ut omnibus notissima non definio. Dicam tamen  
quod vulgus quantitates hæc non aliter quam ex relatione ad  
sensibilia concipit. Et inde oriuntur præjudicia quædam, quibus  
tollendis conuenit easdem in absolutas & relativas, veras, & appa-  
rentes, Mathematicas et vulgares distingui. 48  
48  
48  
52  
56  
55  
37

2 I. Tempus absolutum verum & Mathematicum, in se & natura  
sua absq; relatione ad externum quodvis, æquabiliter fluit, alioq;  
nomine dicitur Duratio; relativum apparet & vulgare est sensi-  
bilis & externa quævis Durationis per motum mensura, (seu ac-  
curata seu inæquabilis) qua vulgus vice veri temporis utitur; ut  
Hora, Dies, Mensis, Annus. 344  
172 A A

3 II. Spatium absolutum natura sua absq; relatione ad externum  
quodvis semper manet simile & immobile; relativum est spatii  
huius mensura seu dimensio quælibet mobilis, quæ a sensibus nostris  
per situm suum ad corpora definitur, & a vulgo pro spatii im-  
mobili usurpatur: uti dimensio spatii subterranei, aerei vel cæ-  
lestis definita per situm suum ad Terram. Idem sunt spatium ab-  
solutum & relativum, specie & magnitudine, sed non permanent  
idem semper numero. Nam si Terra, verbi gratia, movetur  
spatium Aeris nostri quod relative & respectu Terræ semper ma-  
net idem, nunc erit una pars spatii absoluti in quam Aer transit,  
nunc alia pars ejus, & sic absolute mutabitur perpetuo. + verbi A

4 III. Locus est pars spatii quam corpus occupat, estq; pro ra-  
tione

+ tione spatii vel absolutus vel relativus. Partem dico spatii, non  
 ^ situm corporis vel superficiem ambientem. Nam solidorum æqua-  
 ^ lium æquales semper sunt loci; Superficies autem ob dissimilitudinem  
 ^ figurarum ut plurimum inæquales sunt; situs vero proprie loquen-  
 + do quantitatem non habent, neq; tam sunt loca quam affectiones  
 ^ locorum. Motus totius idem est cum summa motuum partium,  
 ^ hoc est, translatio totius de ipsius loco eadem cum summa transla-  
 ^ tionum partium de locis suis, adeoq; locus totius idem cum summa  
 ^ locorum partium, & propterea internus & in corpore toto.

50 IV. Motus absolutus est translatio corporis de loco absoluto in  
 ^ locum absolutum, relativus de relativo in relativum. Sic in Navi  
 ^ quæ velis passis fertur, relativus corporis locus est navis regio illa  
 ^ in qua corpus versatur, seu cavitatis totius pars illa quam corpus  
 ^ implet, quæq; adeo movetur una cum Navi: & Quies relativa est  
 ^ permanens corporis in eadem illa navis regione vel parte cavitatis.  
 ^ At Quies vera est permanens corporis in eadem parte spatii  
 ^ illius immoti in qua Navis ipsa una cum cavitatis sua & contentis  
 ^ universis movetur. Unde si Terra vere quiescit, corpus quod rela-  
 ^ tive quiescit in Navi, movebitur vere et absolute ea cum Velocitate  
 ^ qua Navis movetur in Terra. Sin Terra etiam movetur, oriatur  
 ^ verus et absolutus corporis motus partim ex Terræ motu vero in  
 ^ spatio immoto, partim ex Navis motu relativo in Terra: et si cor-  
 ^ pus etiam movetur relative in Navi, oriatur verus ejus motus par-  
 ^ tim ex vero motu Terræ in spatio immoto, partim ex relativis mo-  
 ^ tibus tum Navis in Terra, tum corporis in Navi, et ex his motibus  
 ^ relativis oriatur corporis motus relativus in Terra. Ut si Terræ pars  
 ^ illa ubi Navis versatur moveatur vere in Orientem, cum Velocitate  
 ^ partium 10010, et velis ventoq; feratur Navis in Occidentem cum  
 ^ Velocitate partium decem, Nauta autem ambulet in Navi Ori-  
 ^ entem versus cum Velocitatis parte una, movebitur Nauta vere et  
 ^ absolute in spatio immoto cum Velocitatis partibus 10001 in O-  
 ^ rientem, et relative in Terra Occidentem versus cum Velocitatis  
 ^ partibus novem.

6 Tempus absolutum a relativo distinguitur in Astronomia per Æquationem Temporis vulgi. Inæquales enim sunt dies Naturales, qui vulgo tanquam æquales pro Mensura Temporis habentur. Hanc inæqualitatem corrigunt Astronomi ut ex veriore Tempore mensurent motus cælestes. Possibile est ut nullus sit motus æquabilis quo Tempus accurate mensuretur. Accelerari & retardari possunt motus omnes, sed fluxus Temporis absoluti mutari nequit. Eadem est duratio seu perseverantia existentia rerum, sive motus sint celeres, sive tardi, sive nulli; proinde hæc a mensuris suis sensibilibus merito distinguitur, & ex iisdem colligitur per Æquationem Astronomicam. Hujus autem æquationis in determinandis Phænomenis necessitas, tum per experimentum Horologii oscillatorii, tum etiam per Eclipses Satellitum Jovis evincitur.

7 Ut partium Temporis ordo est immutabilis, sic etiam ordo partium Spatii. Moveantur hæc de locis suis, & movebuntur (ut ita dicam) de seipsis. Nam Tempora & Spatia sunt sui ipsorum & rerum omnium quasi loca. In Tempore quoad ordinem successi- onis; in Spatio quoad ordinem situs locantur universa. De illo- rum Essentia est ut sint loca, & loca primaria moveri absurdum est. Hæc sunt igitur absoluta loca, & solæ translationes de his lo- cis sunt absoluti motus.

8 Verum quoniam hæc Spatii partes videri nequeunt, & ab invi- cem per sensus nostros distingui, earum vice adhibemus mensuras sensibiles. Ex positionibus enim & distantis rerum a corpore ali- quo, quod spectamus ut immobile, definimus loca universa; deinde etiam & omnes motus æstimamus cum respectu ad prædicta loca, quatenus corpora ab iisdem transferri concipimus. Sic vice loco- rum & motuum absolutorum relativis utimur, nec incommode in rebus humanis: in Philosophicis autem abstrahendum est a sensibus. Fieri etenim potest ut nullum revera quiescat corpus, ad quod loca motusq; referantur.

9 Distinguuntur autem Quies & Motus absoluti & relativi ab invi- cem per eorum proprietates, causas & effectus. Quietis proprietas est

est, quod corpora vere quiescentia quiescunt inter se. Ideoq; cum possibile sit ut corpus aliquod in regionibus fixarum, aut longe ultra, quiescat absolute; sciri autem non possit ex situ corporum ad invicem in regionibus nostris, utrum horum aliquod ad longinquum illud datam positionem servet, quies vera ex horum situ inter se definiri nequit.

Motus proprietas est, quod partes quæ datas servant positiones ad tota, participant motus eorundem totorum. Nam gyranrium partes omnes conantur recedere de axe motus, et progredientium impetus oritur ex conjuncto impetu partium singularum. Igitur motis corporibus ambientibus, moventur quæ in ambientibus relative quiescunt. Et propterea motus verus et absolutus definiri nequit per translationem e vicinia corporum, quæ tanquam quiescentia spectantur. Debent corpora externa non solum tanquam quiescentia spectari, sed etiam vere quiescere. Alioquin inclusa omnia, præter translationem e vicinia ambientium, participabunt etiam ambientium motus veros, et sublata illa translatione non vere quiescent, sed tanquam quiescentia solummodo spectabuntur; sunt enim ambientia ad inclusa ut totius pars exterior ad partem interiorem, vel ut cortex ad nucleum. Moto autem cortice, nucleus etiam, absq; translatione de vicinia corticis, ceu pars totius, movetur.

Præcedenti proprietati affinis est, quod moto loco movetur una locatum, adeoq; corpus, quod de loco moto movetur, participat etiam loci sui motum. Igitur motus omnes, qui de locis motis fiunt, sunt partes solummodo motuum integrorum et absolutorum, et motus omnis integer componitur ex motu corporis de loco suo primo, et motu loci hujus de loco suo, et sic deinceps, usq; dum perveniatur ad locum immotum, ut in exemplo Nautæ supra memorato. Unde motus integri et absoluti non nisi per loca immota definiri possunt, et propterea hos ad loca immota, relativos ad mobilia supra retuli: Loca autem immota non sunt, nisi quæ omnia ab infinito in infinitum datas servant



vant positiones ad invicem, atq; adeo semper manent immota, spatio; constituunt quod immobile appello.

12 — Causæ, quibus motus veri et relativi distinguuntur ab invicem, sunt vires in corpora impressæ ad motum generandum. Motus verus nec generatur nec mutatur nisi per vires in ipsum corpus motum impressas: at motus relativus generari et mutari potest absq; viribus impressis in hoc corpus. Sufficit enim ut imprimantur in alia solum corpora ad quæ fit relatio, ut ijs cedentibus mutetur relatio illa in qua hujus quies vel motus relativus consistit. Rursum motus verus a viribus in corpus motum impressis semper mutatur, at motus relativus ab his viribus non mutatur necessario. Nam si eadem vires in alia etiam corpora, ad quæ fit relatio, sic imprimantur ut situs relativus conservetur, conservabitur relatio in qua motus relativus consistit. Mutari igitur potest motus omnis relativus ubi verus conservatur, et conservari ubi verus mutatur; et propterea motus verus in ejusmodi relationibus minime consistit.

13 — Effectus quibus motus absoluti et relativi distinguuntur ab invicem, sunt vires recedendi ab axe motus circularis. Nam in motu circulari nude relativo hæ vires nullæ sunt, in vero autem et absoluto majores vel minores pro quantitate motus. Si pendeat situla a filo prælongo, agaturq; perpetuo in orbem donec filum a contorsione admodum rigescat, dein impleatur aqua, et una cum aqua quiescat; tum vi aliqua subitanea agatur motu contrario in orbem, et filo se relaxante, diutius perseveret in hoc motu: superficies aquæ sub initio plana erit, quemadmodum ante motum vasis, at postquam vi in aquam paulatim impressa, effecit vas, ut hæc quoq; sensibilibiter revolvi incipiat, recedet ipsa paulatim e medio, ascendetq; ad latera vasis, figuram concavam induens, (ut ipse expertus sum) et incitatiores semper motu ascendet magis & magis, donec revolutiones in æqualibus cum vase temporibus peragendo, quiescat in eodem relative. Indicat hic ascensus conatum recedendi ab axe motus, & per talem conatum innotescit & mensuratur motus aquæ circularis verus & absolutus, motuiq; relativo hic

omnino contrarius. Initio ubi maximus erat aquæ motus relativus  
 + in vase, motus ille nullum excitabat conatum recedendi ab axe :  
 + Aqua non petebat circumferentiam ascendendo ad latera vasis, sed  
 + plana manebat, & propterea motus illius circularis verus nondum  
 + inceperat. Postea vero ut aquæ motus relativus decrevit, ascensus  
 ejus ad latera vasis indicabat conatum recedendi ab axe, atq; hic  
 conatus monstrabat motum illius circulare verum perpetuo cre-  
 + scentem, ac tandem maximum factum ubi aqua quiescebat in vase  
 + relative. Igitur conatus iste non pendet a translatione aquæ re-  
 + spectu corporum ambientium, & propterea motus circularis verus  
 per tales translationes definiri nequit. Unicus est corporis cujusq;  
 + revolventis motus vere circularis, conatui unico tanquam proprio &  
 A adæquato effectui respondens; motus autem relativi pro varijs re-  
 + lationibus ad externa innumeris sunt, & relationum instar, effecti-  
 bus veris omnino destituuntur, nisi quatenus de vero illo & unico  
 + motu participant. Unde & in Systemate eorum qui Cælos nostros  
 infra Cælos fixarum in orbem revolvi volunt, & Planetas secum de-  
 ferre; Planetæ & singulæ Cælorum partes, qui relative quidem in  
 Cælis suis proximis quiescunt, moventur vere. Mutant enim po-  
 + sitiones suas ad invicem (secus quam fit in vere quiescentibus) u-  
 naq; cum cælis delati participant eorum motus, & ut partes revol-  
 ventium totorum, ab eorum axibus recedere conantur.  
 + 14 Igitur quantitates relativæ non sunt ex ipsa quantitates quarum  
 nomina præ se ferunt, sed earum mensuræ illæ sensibiles (veræ an er-  
 + rantes) quibus vulgus loco mensurarum utitur. At si ex usu de-  
 verborum finiendæ sunt verborum significationes; per nomina illa Temporis,  
 + Spatii, Loci & Motus proprie intelligendæ erunt hæ mensuræ; &  
 + sermo erit insolens & pure Mathematicus si quantitates mensurate  
 + hic subintelligantur. Proinde vim inferunt Sacris literis qui voces  
 + hæc de quantitatibus mensuratis ibi interpretantur. Neq; mi-  
 nus contaminant Mathesin & Philosophiam qui quantitates veras  
 + cum ipsarum relationibus & vulgaribus mensuris confundunt.

15 = Motus quidem veros corporum singulorum cognoscere, & ab apparentibus actu discriminare, difficillimum est; propterea quod partes spatij illius immobilis in quo corpora vere moventur, non incurrunt in sensus. Causa tamen non est prorsus desperata. Nam suppetunt argumenta partim ex motibus apparentibus, qui sunt motuum verorum differentia, partim ex viribus quae sunt motuum verorum causa & effectus. Ut si globi duo ad datam ab invicem distantiam filo intercedente connexi, revolverentur circa commune gravitatis centrum; innotesceret ex tensione fili conatus globorum recedendi ab axe motus, & inde quantitas motus circularis computari posset. Deinde si vires quaelibet aequales in alternas globorum facies ad motum circulem augendum vel minuendum simul imprimerentur, innotesceret ex aucta vel diminuta fili tensione augmentum vel decrementum motus; & inde tandem inveniri possent facies globorum in quas vires imprimi deberent, ut motus maxime augetur, id est facies postica, sive quae in motu circulari sequuntur. Cognitis autem faciebus quae sequuntur & faciebus oppositis quae praecedunt, cognosceretur determinatio motus. In hunc modum inveniri posset & quantitas & determinatio motus hujus circularis in vacuo quovis immenso, ubi nihil extaret externum & sensibile, quocum globi conferri possent. Si jam constituerentur in spatio illo corpora aliqua longinqua datam inter se positionem servantia, qualia sunt stellae fixae in regionibus <sup>calorum</sup> ~~horum~~: sciri quidem non posset ex relativa globorum translatione inter corpora, utrum his an illis tribuendus esset motus. At si attenderetur ad filum & inveniretur tensionem ejus illam ipsam esse quam motus globorum requireret; concludere liceret motum esse globorum, & tum demum ex translatione globorum inter corpora, determinationem hujus motus colligere. Motus autem veros ex eorum causis, effectibus & apparentibus differentiis colligere, & contra, ex motibus seu veris seu apparentibus, eorum causas & effectus, docebitur fusius in sequentibus. Hunc enim in finem Tractatum sequentem composui.