

Set Title using: `\setTitle{Title}`

Set Author using: `\setAuthor[Signature Path]{Name}`

A Set document type using: `\setType{Type}` submitted to the Faculty of Engineering and the Built Environment, University of the Witwatersrand, in partial fulfilment of the requirements for the degree of Set Degree using: `\setDegree{Degree}`.

Johannesburg, 4th April 2022

# Declaration

I declare that this `Set document type using: \setType{Type}` is my own, unaided work, except where otherwise acknowledged. It is being submitted for the degree of `Set Degree using: \setDegree{Degree}` in the University of the Witwatersrand. It has not been submitted before for any degree or examination at any other university.

Signed this 4th April 2022

---

Set Author using: `\setAuthor[Signature Path]{Name}`

# Abstract

Non eram nescius, Brute, cum, quae summis ingeniis exquisitaque doctrina philosophi Graeco sermone tractavissent, ea Latinis litteris mandaremus, fore ut hic noster labor in varias reprehensiones incurreret. Nam quibusdam, et iis quidem non admodum indoctis, totum hoc displicet philosophari. Quidam autem non tam id reprehendunt, si remissius agatur, sed tantum studium tamque multam operam ponendam in eo non arbitrantur. Erunt etiam, et ii quidem eruditi Graecis litteris, contemnentes Latinas, qui se dicant in Graecis legendis operam malle consumere. Postremo aliquos futuros suspicor, qui me ad alias litteras vocent, genus hoc scribendi, etsi sit elegans, personae tamen et dignitatis esse negent.

# Contents

<b>Declaration</b>	<b>ii</b>
<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>List of Figures</b>	<b>v</b>
<b>List of Tables</b>	<b>vi</b>
<b>List of Acronyms</b>	<b>vii</b>
<b>List of Symbols</b>	<b>viii</b>
<b>1 Aliquam in sapien</b>	<b>1</b>
1.1 Integer vel nisi quis . . . . .	2
1.1.1 Vestibulum efficitur libero . . . . .	3
1.1.1.1 Numerae . . . . .	3
<b>References</b>	<b>5</b>
<b>Bibliography</b>	<b>6</b>
<b>A Cicero</b>	<b>7</b>
A.1 Nilus Rhenusque fluvii sunt . . . . .	8
A.1.1 Britannia insula magna est . . . . .	8
A.1.1.1 Roma, Germania, Græcaque in Europa sunt . . . . .	9

# List of Figures

1.1	Sample plot. . . . .	2
-----	----------------------	---

# List of Tables

# List of Acronyms

NASA National Aeronautics and Space Administration.

# List of Symbols

- F** Force vector in three dimensions..
- L** Transformation matrix.
- M** Moment vector in three dimensions..
- $\Omega$**  Vector of angular rates.
- $p$  Angular velocity about the body axes  $x$  direction.
- $q$  Angular velocity about the body axes  $y$  direction.
- $r$  Angular velocity about the body axes  $z$  direction.
- $u$  Velocity in the body axes  $x$  direction.
- $v$  Velocity in the body axes  $y$  direction.
- V** Velocity vector.
- $w$  Velocity in the body axes  $z$  direction.



# Chapter 1

## Aliquam in sapien

Non eram nescius, Brute, cum, quae summis ingeniis exquisitaque doctrina philosophi Graeco sermone tractavissent, ea Latinis litteris mandarem, fore ut hic noster labor in varias reprehensiones incurreret. Nam quibusdam, et iis quidem non admodum indoctis, totum hoc displicet philosophari. Quidam autem non tam id reprehendunt, si remissius agatur, sed tantum studium tamque multam operam ponendam in eo non arbitrantur. Erunt etiam, et ii quidem eruditi Graecis litteris, contemnentes Latinas, qui se dicant in Graecis legendis operam malle consumere. Postremo aliquos futuros suspicor, qui me ad alias litteras vocent, genus hoc scribendi, etsi sit elegans, personae tamen et dignitatis esse negent.

Contra quos omnis dicendum breviter existimo. Quamquam philosophiae quidem vituperatoribus satis responsum est eo libro, quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum esset accusata et vituperata ab Hortensio. Qui liber cum et tibi probatus videretur et iis, quos ego posse iudicare arbitrarer, plura suscepi veritus ne movere hominum studia viderer, retinere non posse. Qui autem, si maxime hoc placeat, moderatius tamen id volunt fieri, difficilem quandam temperantiam postulant in eo, quod semel admissum coerceri reprimique non potest, ut prope modum iustioribus utamur illis, qui omnino avocent a philosophia, quam his, qui rebus infinitis modum constituent in reque eo meliore, quo maior sit, mediocritatem desiderent.

Sive enim ad sapientiam perveniri potest, non paranda nobis solum ea, sed fruenda etiam [sapientia] est; sive hoc difficile est, tamen nec modus est ullus investigandi veri, nisi inveneris, et quaerendi defatigatio turpis est, cum id, quod quaeritur, sit pulcherrimum. Etenim si delectamur, cum scribimus, quis est tam invidus, qui ab eo nos abducatur? Sin laboramus, quis est, qui alienae modum statuatur industriae? Nam ut Terentianus Chremes non inhumanus, qui novum vicinum non vult ‘fodere aut arare aut aliquid ferre denique’ – non enim illum ab industria, sed ab inliberali labore deterret –, sic isti curiosi, quos offendit noster minime nobis iniucundus labor.(Mölder 2015; Filippi and Skews 2017)

## 1.1 Integer vel nisi quis

Iis igitur est difficilius satis facere, qui se Latina scripta dicunt contemnere. In quibus hoc primum est in quo admirer, cur in gravissimis rebus non delectet eos sermo patrius, cum idem fabellas Latinas ad verbum e Graecis expressas non inviti legant. Quis enim tam inimicus paene nomini Romano est, qui Ennii Medeam aut Antiopam Pacuvii spernat aut reiciat, quod se isdem Euripidis fabulis delectari dicat, Latinas litteras oderit?

Synephebos ego, inquit, potius Caecilii aut Andriam Terentii quam utramque Menandri legam?

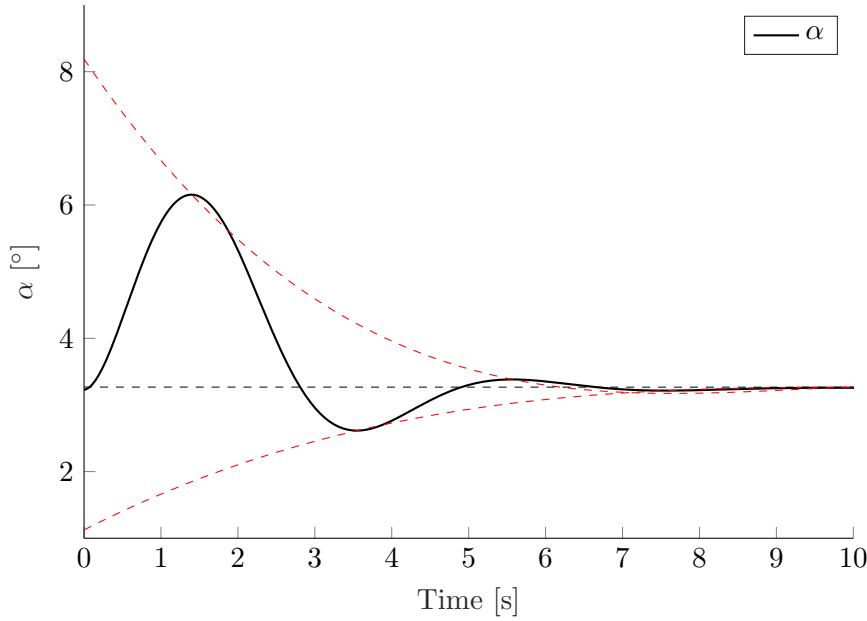


Figure 1.1: A Flight Dynamics plot.

A quibus tantum dissentio, ut, cum Sophocles vel optime scripserit Electram, tamen male conversam Atilii mihi legendam putem, de quo Lucilius: ‘ferreum scriptorem’, verum, opinor, scriptorem tamen, ut legendus sit. Rudem enim esse omnino in nostris poetis aut inertissimae segnitiae est aut fastidii delicatissimi. Mihi quidem nulli satis eruditi videntur, quibus nostra ignota sunt. An ‘Utinam ne in nemore...’ nihilo minus legimus quam hoc idem Graecum, quae autem de bene beateque vivendo a Platone disputata sunt, haec explicari non placebit Latine?

Quid? Si nos non interpretum fungimur munere, sed tuemur ea, quae dicta sunt ab iis quos probamus, eisque nostrum iudicium et nostrum scribendi ordinem adiungimus, quid habent, cur Graeca anteponant iis, quae et splendide dicta sint neque sint conversa de Graecis? Nam si dicent ab illis has res esse tractatas, ne ipsos quidem Graecos est cur tam multos legant, quam legendi sunt. Quid enim est a Chrysippo praetermissum in Stoicis? Legimus tamen Diogenem, Antipatrum, Mnesarchum, Panaetium, multos alios in primisque familiarem nostrum Posidonium. Quid? Theophrastus mediocriterne delectat, cum tractat locos ab Aristotele ante tractatos? Quid? Epicurei num desistunt de isdem, de quibus et ab Epicuro scriptum est et ab antiquis, ad arbitrium suum scribere? Quodsi Graeci leguntur a Graecis isdem de rebus alia ratione compositis, quid est, cur nostri a nostris non legantur?

Quamquam, si plane sic verterem Platonem aut Aristotelem, ut verterunt nostri poetae fabulas, male, credo, mererer de meis civibus, si ad eorum cognitionem divina illa ingenia transferrem. Sed id neque feci adhuc nec mihi tamen, ne faciam, interdictum puto. Locos quidem quosdam, si videbitur, transferam, et maxime ab iis, quos modo nominavi, cum inciderit, ut id apte fieri possit, ut ab Homero Ennius, Afranius a Menandro solet. Nec vero, ut noster Lucilius, recusabo, quo minus omnes mea legant. Utinam esset ille Persius, Scipio vero et Rutilius multo etiam magis, quorum ille iudicium reformidans Tarentinis ait se et Consentinis et Siculis scribere. Facete is quidem, sicut alia; sed neque tam docti tum erant, ad quorum iudicium elaboraret, et sunt illius scripta leviora, ut urbanitas summa appareat, doctrina mediocris.

### 1.1.1 Vestibulum efficitur libero

National Aeronautics and Space Administration (NASA) Ego autem quem timeam lectorem, cum ad te ne Graecis quidem cedentem in philosophia audeam scribere? Quamquam a te ipso id quidem facio provocatus gratissimo mihi libro, quem ad me de virtute misisti. Sed ex eo credo quibusdam usu venire; ut abhorreant a Latinis, quod inciderint in inculta quaedam et horrida, de malis Graecis Latine scripta deterius. Quibus ego assentior, dum modo de isdem rebus ne Graecos quidem legendos putent. Res vero bonas verbis electis graviter ornateque dictas quis non legat? Nisi qui se plane Graecum dici velit, ut a Scaevola est praetore salutatus Athenis Albucius.

Quem quidem locum comit multa venustate et omni sale idem Lucilius, apud quem praeclare Scaevola:

Graecum te, Albuci, quam Romanum atque Sabinum, municipem Ponti, Tritani, centurionum, praeclarorum hominum ac primorum signiferumque, maluisti dici. Graece ergo praetor Athenis, id quod maluisti, te, cum ad me accedis, saluto: '[...],' inquam, 'Tite!' lictores, turma omnis chorusque: '[...], Tite!' hinc hostis mi Albucius, hinc inimicus.

#### 1.1.1.1 Numerae

NASA  $11\,109.87 \times 10^{-3}$  Sed iure Mucius. Ego autem mirari [satis] non queo unde hoc sit tam insolens domesticarum rerum fastidium. Non est omnino hic docendi locus; sed ita sentio et saepe disserui, Latinam linguam non modo non inopem, ut vulgo putarent, sed locupletiore etiam esse quam Graecam. Quando enim nobis, vel dicam aut oratoribus bonis aut poetis, postea quidem quam fuit quem imitarentur, ullus orationis vel copiosae vel elegantis ornatus defuit? Ego vero, quoniam forensibus operis, laboribus, periculis non deseruisse mihi videor praesidium, in quo a populo Romano locatus sum, debeo profecto, quantumcumque possum, in eo quoque elaborare, ut sint opera, studio, labore meo doctiores cives mei, nec cum istis tantopere pugnare, qui Graeca legere malint, modo legant illa ipsa, ne simulent, et iis servire, qui vel utrisque litteris uti velint vel, si suas habent, illas non magnopere desiderant.

Qui autem alia malunt scribi a nobis, aequi esse debent, quod et scripta multa sunt, sic ut plura nemini e nostris, et scribentur fortasse plura, si vita suppetet; et tamen, qui diligenter haec, quae

de philosophia litteris mandamus, legere assueverit, iudicabit nulla ad legendum his esse potiora. Quid est enim in vita tantopere quaerendum quam cum omnia in philosophia, tum id, quod his libris quaeritur, qui sit finis, quid extremum, quid ultimum, quo sint omnia bene vivendi recteque faciendi consilia referenda, quid sequatur natura ut summum ex rebus expetendis, quid fugiat ut extremum malorum? Qua de re cum sit inter doctissimos summa dissensio, quis alienum putet eius esse dignitatis, quam mihi quisque tribuat, quid in omni munere vitae optimum et verissimum sit, exquirere?

An, partus ancillae sitne in fructu habendus, disseretur inter principes civitatis, P. Scaevolam M'.que Manilium, ab iisque M. Brutus dissentiet – quod et acutum genus est et ad usus civium non inutile, nosque ea scripta reliquaue eiusdem generis et legimus libenter et legemus –, haec, quae vitam omnem continent, neglegentur? Nam, ut sint illa vendibilia, haec uberiora certe sunt. Quamquam id quidem licebit iis existimare, qui legerint. Nos autem hanc omnem quaestionem de finibus bonorum et malorum fere a nobis explicatam esse his litteris arbitramur, in quibus, quantum potuimus, non modo quid nobis probaretur, sed etiam quid a singulis philosophiae disciplinis diceretur, persecuti sumus.

Ut autem a facillimis ordiamur, prima veniat in medium Epicuri ratio, quae plerisque notissima est. Quam a nobis sic intelleges eitam, ut ab ipsis, qui eam disciplinam probant, non soleat accuratius explicari; verum enim invenire volumus, non tamquam adversarium aliquem convincere. Accurate autem quondam a L. Torquato, homine omni doctrina erudito, defensa est Epicuri sententia de voluptate, a meque ei responsum, cum C. Triarius, in primis gravis et doctus adolescens, ei disputationi interesset.

# References

- Mölder, S. (2015). “Curved shock theory”. In: *Shock Waves* 26.4, pp. 337–353. DOI: [10.1007/s00193-015-0589-9](https://doi.org/10.1007/s00193-015-0589-9). (Visited on 2021-10-29) (cit. on p. 1).
- Filippi, A. A. and B. W. Skews (2017). “Streamlines behind curved shock waves in axisymmetric flow fields”. In: *Shock Waves* 28.4, pp. 785–793. DOI: [10.1007/s00193-017-0783-z](https://doi.org/10.1007/s00193-017-0783-z). (Visited on 2021-10-30) (cit. on p. 1).

# Bibliography

- Emanuel, G. (2012). *Shock Wave Dynamics*. Taylor & Francis Ltd. 235 pp. ISBN: 9781466564213.  
URL: [https://www.ebook.de/de/product/21182998/george\\_emanuel\\_shock\\_wave\\_dynamics.html](https://www.ebook.de/de/product/21182998/george_emanuel_shock_wave_dynamics.html).
- Mölder, S. (2017a). “Reflection of curved shock waves”. In: *Shock Waves* 27.5, pp. 699–720. DOI: [10.1007/s00193-017-0710-3](https://doi.org/10.1007/s00193-017-0710-3).
- Billig, F. S. (1967). “Shock-wave shapes around spherical-and cylindrical-nosed bodies.” In: *Journal of Spacecraft and Rockets* 4.6, pp. 822–823. DOI: [10.2514/3.28969](https://doi.org/10.2514/3.28969).
- Mölder, S. (2017b). “Shock detachment from curved wedges”. In: *Shock Waves* 27.5, pp. 731–745. DOI: [10.1007/s00193-017-0714-z](https://doi.org/10.1007/s00193-017-0714-z).
- (2017c). “Flow behind concave shock waves”. In: *Shock Waves* 27.5, pp. 721–730. DOI: [10.1007/s00193-017-0713-0](https://doi.org/10.1007/s00193-017-0713-0).
- Askari, S. (2013). “An analytical approach for stand-off distance of detached shock waves”. In: *Aerospace Science and Technology* 28.1, pp. 384–390. DOI: [10.1016/j.ast.2012.12.004](https://doi.org/10.1016/j.ast.2012.12.004).

# Appendix A

## Cicero

Nam cum ad me in Cumanum salutandi causa uterque venisset, pauca primo inter nos de litteris, quarum summum erat in utroque studium, deinde Torquatus: Quoniam nacti te, inquit, sumus aliquando otiosum, certe audiam, quid sit, quod Epicurum nostrum non tu quidem oderis, ut fere faciunt, qui ab eo dissentiunt, sed certe non probes, eum quem ego arbitror unum vidisse verum maximisque erroribus animos hominum liberavisse et omnia tradidisse, quae pertinerent ad bene beateque vivendum. Sed existimo te, sicut nostrum Triarium, minus ab eo delectari, quod ista Platonis, Aristoteli, Theophrasti orationis ornamenta neglexerit. Nam illud quidem adduci vix possum, ut ea, quae senserit ille, tibi non vera videantur.

Vide, quantum, inquam, fallare, Torquate. Oratio me istius philosophi non offendit; nam et complectitur verbis, quod vult, et dicit plane, quod intellegam; et tamen ego a philosopho, si afferat eloquentiam, non asperner, si non habeat, non admodum flagitem. Re mihi non aequae satisfacit, et quidem locis pluribus. Sed quot homines, tot sententiae; falli igitur possumus.

Quam ob rem tandem, inquit, non satisfacit? Te enim iudicem aequum puto, modo quae dicat ille bene noris.

Nisi mihi Phaedrum, inquam, tu mentitum aut Zenonem putas, quorum utrumque audiui, cum mihi nihil sane praeter sedulitatem probarent, omnes mihi Epicuri sententiae satis notae sunt. Atque eos, quos nominavi, cum Attico nostro frequenter audiui, cum miraretur ille quidem utrumque, Phaedrum autem etiam amaret, cotidieque inter nos ea, quae audiebamus, conferebamus, neque erat umquam controversia, quid ego intellegerem, sed quid probarem.

Quid igitur est? Inquit; audire enim cupio, quid non probes. Principio, inquam, in physicis, quibus maxime gloriatur, primum totus est alienus. Democritea dicit perpauca mutans, sed ita, ut ea, quae corrigere vult, mihi quidem depravare videatur. Ille atomos quas appellat, id est corpora individua propter soliditatem, censet in infinito inani, in quo nihil nec summum nec infimum nec medium nec ultimum nec extremum sit, ita ferri, ut concursionibus inter se cohaerescant, ex quo efficiantur ea, quae sint quaeque cernantur, omnia, eumque motum atomorum nullo a principio, sed ex aeterno tempore intellegi convenire.

## A.1 Nilus Rhenusque fluvii sunt

Epicurus autem, in quibus sequitur Democritum, non fere labitur. Quamquam utriusque cum multa non probo, tum illud in primis, quod, cum in rerum natura duo quaerenda sint, unum, quae materia sit, ex qua quaeque res efficiatur, alterum, quae vis sit, quae quidque efficiat, de materia disseruerunt, vim et causam efficiendi reliquerunt. Sed hoc commune vitium, illae Epicuri propriae ruinae: censet enim eadem illa individua et solida corpora ferri deorsum suo pondere ad lineam, hunc naturalem esse omnium corporum motum.

Deinde ibidem homo acutus, cum illud occurreret, si omnia deorsus e regione ferrentur et, ut dixi, ad lineam, numquam fore ut atomus altera alteram posset attingere itaque \*\* attulit rem commenticiam: declinare dixit atomum perpaulum, quo nihil posset fieri minus; ita effici complexiones et copulationes et adhaesiones atomorum inter se, ex quo efficeretur mundus omnesque partes mundi, quaeque in eo essent. Quae cum tota res (est) ficta pueriliter, tum ne efficit [quidem], quod vult. Nam et ipsa declinatio ad libidinem fingitur – ait enim declinare atomum sine causa; quo nihil turpius physico, quam fieri quicquam sine causa dicere, – et illum motum naturalem omnium ponderum, ut ipse constituit, e regione inferiorem locum petentium sine causa eripuit atomis nec tamen id, cuius causa haec finxerat, assecutus est.

Nam si omnes atomi declinabunt, nullae umquam cohaerescunt, sive aliae declinabunt, aliae suo nutu recte ferentur, primum erit hoc quasi, provincias atomis dare, quae recte, quae oblique ferantur, deinde eadem illa atomorum, in quo etiam Democritus haeret, turbulenta concursio hunc mundi ornatum efficere non poterit. Ne illud quidem physici, credere aliquid esse minimum, quod profecto numquam putavisset, si a Polyaeno, familiari suo, geometrica discere maluisset quam illum etiam ipsum dedocere. Sol Democrito magnus videtur, quippe homini erudito in geometriaque perfecto, huic pedalis fortasse; tantum enim esse censet, quantus videtur, vel paulo aut maiorem aut minorem.

Ita, quae mutat, ea corrumpit, quae sequitur sunt tota Democriti, atomi, inane, imagines, quae [...] nominant, quorum incursione non solum videamus, sed etiam cogitemus; infinitio ipsa, quam [...] vocant, tota ab illo est, tum innumerabiles mundi, qui et oriantur et intereant cotidie. Quae etsi mihi nullo modo probantur, tamen Democritum laudatum a ceteris ab hoc, qui eum unum secutus esset, nollem vituperatum.

Iam in altera philosophiae parte. Quae est quaerendi ac disserendi, quae [...] dicitur, iste vester plane, ut mihi quidem videtur, inermis ac nudus est. Tollit definitiones, nihil de dividendo ac partiendo docet, non quo modo efficiatur concludaturque ratio tradit, non qua via captiosa solvantur ambigua distinguantur ostendit; iudicia rerum in sensibus ponit, quibus si semel aliquid falsi pro vero probatum sit, sublatum esse omne iudicium veri et falsi putat.

### A.1.1 Britannia insula magna est

Confirmat autem illud vel maxime, quod ipsa natura, ut ait ille, sciscat et probet, id est voluptatem et dolorem. Ad haec et quae sequamur et quae fugiamus refert omnia. Quod quamquam



Aristippi est a Cyrenaicisque melius liberiusque defenditur, tamen eius modi esse iudico, ut nihil homine videatur indignius. Ad maiora enim quaedam nos natura genuit et conformavit, ut mihi quidem videtur. Ac fieri potest, ut errem, sed ita prorsus existimo, neque eum Torquatum, qui hoc primus cognomen invenerit, aut torquem illum hosti detraxisse, ut aliquam ex eo perciperet corpore voluptatem, aut cum Latinis tertio consulatu conflixisse apud Vesperim propter voluptatem; quod vero securi percussit filium, privavisse se etiam videtur multis voluptatibus, cum ipsi naturae patrioque amoris praetulerit ius maiestatis atque imperii.

Quid? T. Torquatus, is qui consul cum Cn. Octavio fuit, cum illam severitatem in eo filio adhibuit, quem in adoptionem D. Silano emancipaverat, ut eum Macedonum legatis accusantibus, quod pecunias praetorem in provincia cepisse arguerent, causam apud se dicere iuberet reque ex utraque parte audita pronuntiaret eum non talem videri fuisse in imperio, quales eius maiores fuissent, et in conspectum suum venire vetuit, numquid tibi videtur de voluptatibus suis cogitavisse?

Sed ut omittam pericula, labores, dolorem etiam, quem optimus quisque pro patria et pro suis suscipit, ut non modo nullam captet, sed etiam praetereat omnes voluptates, dolores denique quosvis suscipere malit quam deserere ullam officii partem, ad ea, quae hoc non minus declarant, sed videntur leviora, veniamus.

#### A.1.1.1 Roma, Germania, Græcaque in Europa sunt

Quid tibi, Torquate, quid huic Triario litterae, quid historiae cognitioque rerum, quid poetarum evolutio, quid tanta tot versuum memoria voluptatis affert? Nec mihi illud dixeris: ‘Haec enim ipsa mihi sunt voluptati, et erant illa Torquatis.’ Numquam hoc ita defendit Epicurus neque Metrodorus aut quisquam eorum, qui aut saperet aliquid aut ista didicisset. Et quod quaeritur saepe, cur tam multi sint Epicurei, sunt aliae quoque causae, sed multitudinem haec maxime allicit, quod ita putant dici ab illo, recta et honesta quae sint, ea facere ipsa per se laetitiam, id est voluptatem. Homines optimi non intellegunt totam rationem everti, si ita res se habeat. Nam si concederetur, etiamsi ad corpus nihil referatur, ista sua sponte et per se esse iucunda, per se esset et virtus et cognitio rerum, quod minime ille vult expetenda.

Haec igitur Epicuri non probo, inquam. De cetero vellem equidem aut ipse doctrinis fuisset instructor – est enim, quod tibi ita videri necesse est, non satis politus iis artibus, quas qui tenent, eruditi appellantur – aut ne deterruisset alios a studiis. Quamquam te quidem video minime esse deterritum.