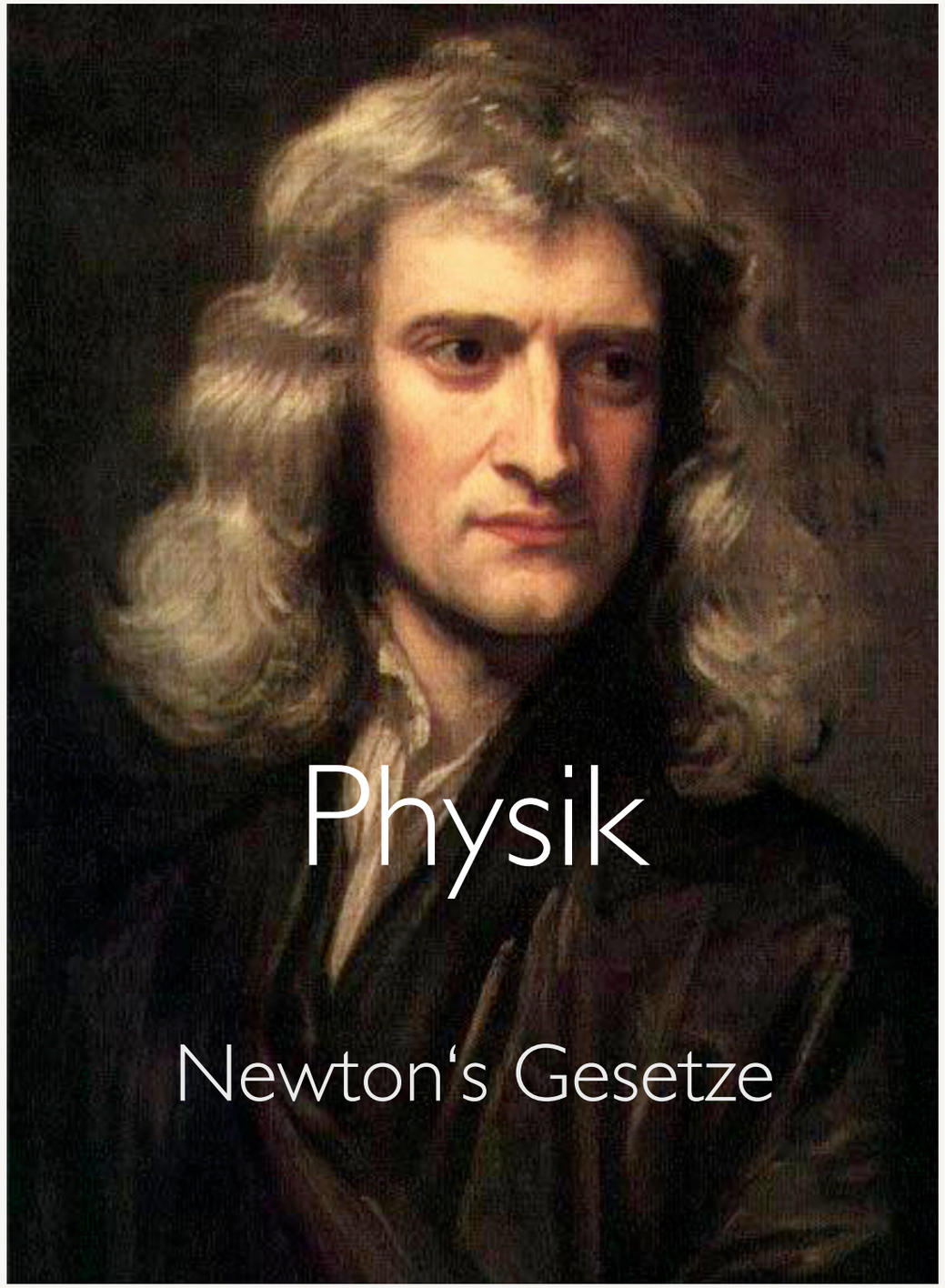
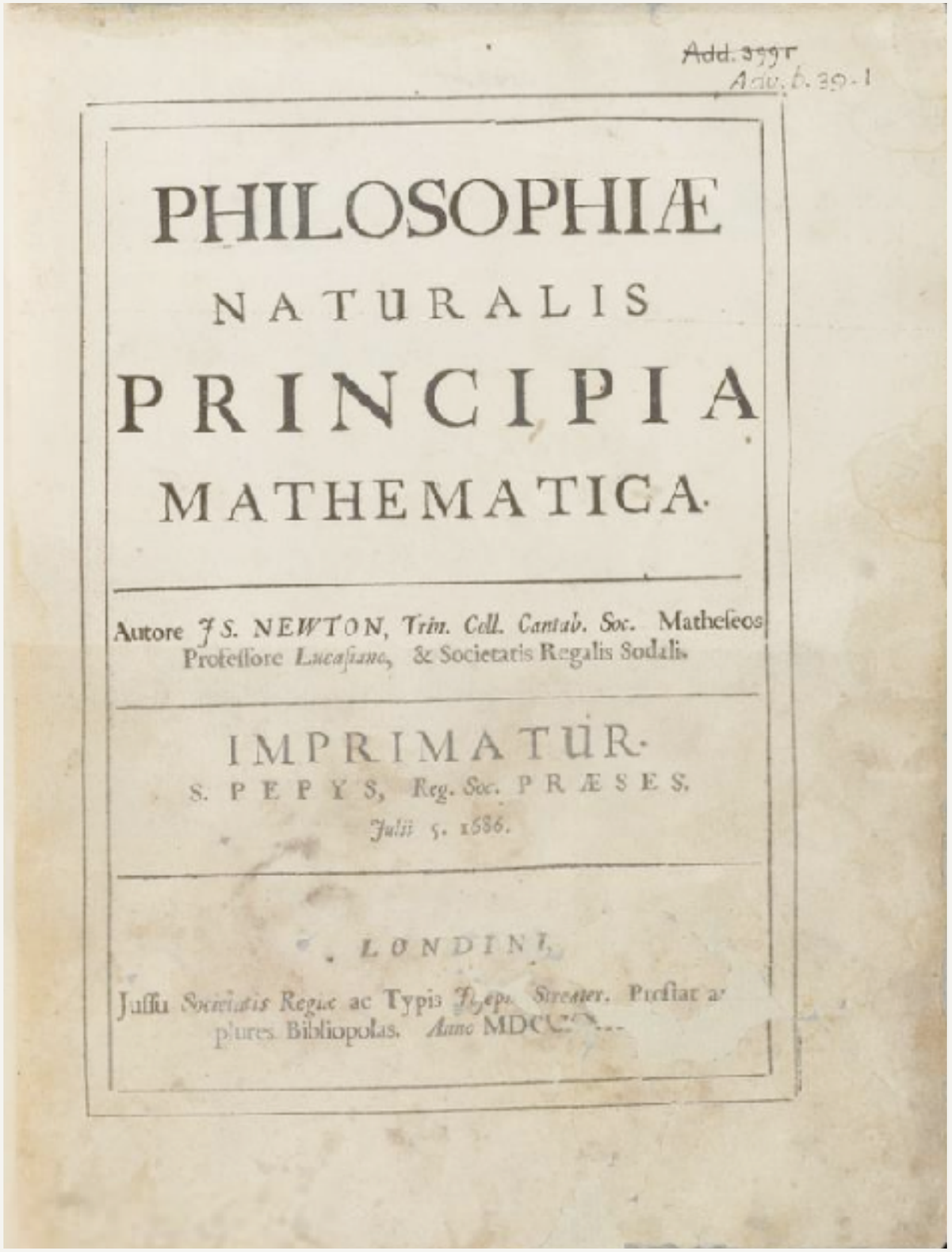


Physik

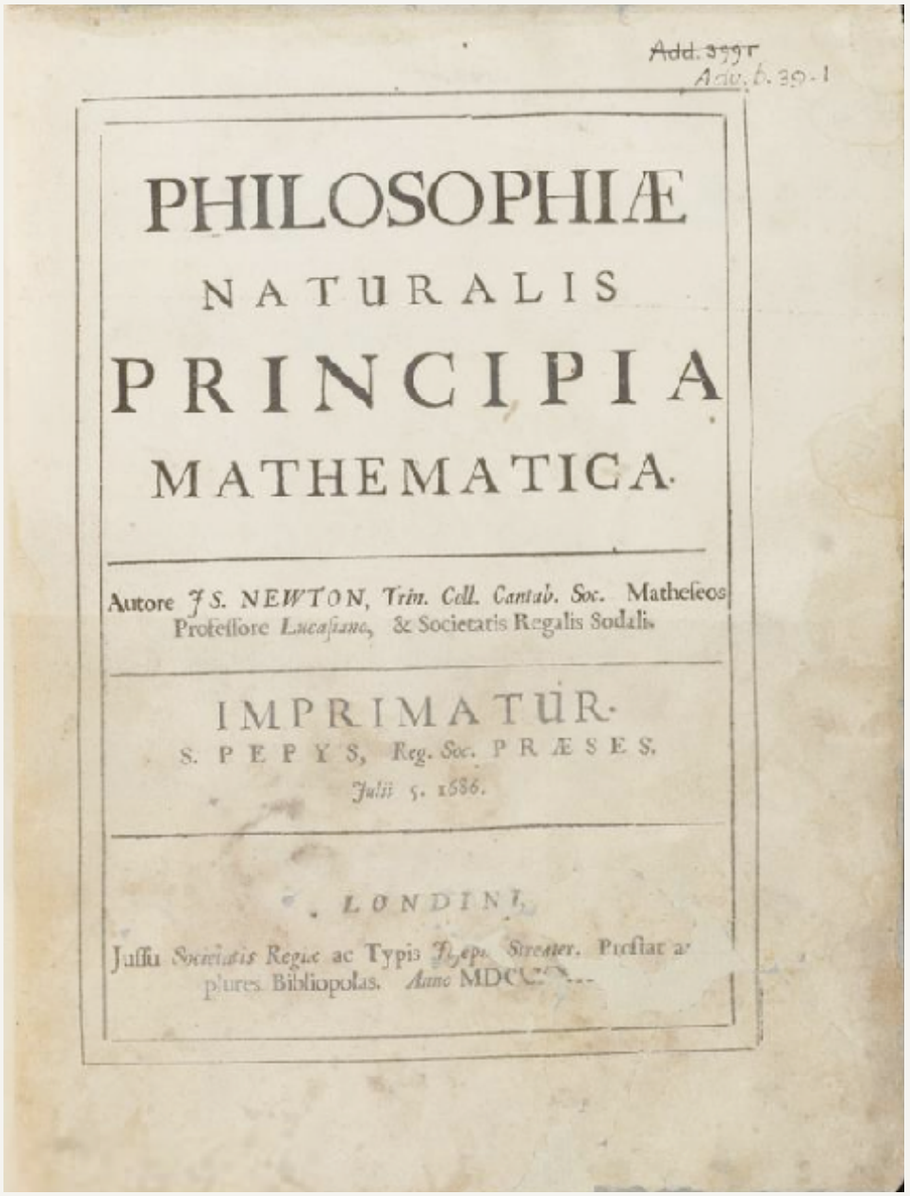
Newton‘s Gesetze



http://de.wikipedia.org/wiki/Philosophiae_Naturalis_Principia_Mathematica

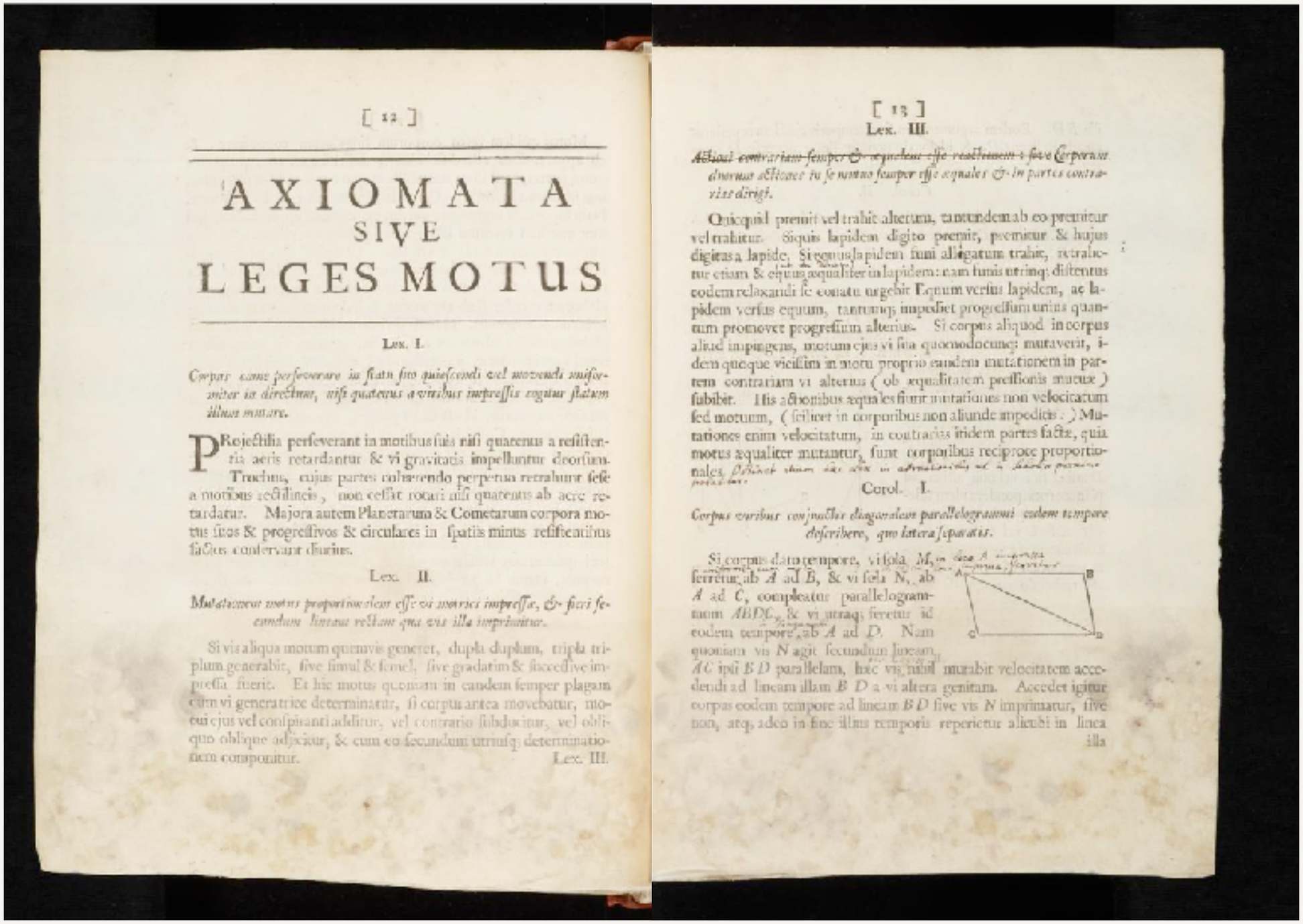
Philosophiae Naturalis Principia Mathematica

- Mathematische Prinzipien der Naturphilosophie
- Im Sprachgebrauch einfach die *Principia*.
- Erstveröffentlichung: 5. Juli 1687
- Erfindung der Infinitesimalrechnung
- Newton‘sche Gesetze



http://de.wikipedia.org/wiki/Philosophiae_Naturalis_Principia_Mathematica

Die Newton‘schen Gesetze



[12]

AXIOMATA
SIVE
LEGES MOTUS

Lex. I.

Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.

Projectilia perseverant in motibus suis nisi quatenus a resistentia aeris retardantur & vi gravitatis impelluntur deorsum. Trochus, cujus partes cohærendo perpetuo retrahunt sese a motibus rectilineis, non cessat rotari nisi quatenus ab aere retardatur. Majora autem Planetarum & Cometarum corpora motus suos & progressivos & circulares in spatiis minus resistentibus factos conservant diutius.

Lex. II.

Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressæ, & fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

Si vis aliqua motum quemvis generet, dupla duplum, tripla triplum generabit, sive simul & semel, sive gradatim & successive impressa fuerit. Et hic motus quoniam in eandem semper plagam cum vi generatrice determinatur, si corpus antea movebatur, motui ejus vel conspiranti additur, vel contrario subducitur, vel obliquo obliquæ adjicitur, & cum eo secundum utriusq; determinationem componitur.

Lex. III.

[13]

Lex. III.

Actioni contrariam semper & æqualem esse reactionem: sive Corporum duorum actiones in se mutuo semper esse æquales & in partes contrarias dirigi.

Quicquid premit vel trahit alterum, tantundem ab eo premitur vel trahitur. Si quis lapidem digito premit, premitur & hujus digitus a lapide. Si equus lapidem funi alligatum trahit, retrahetur etiam & æquus æqualiter in lapidem: nam funis utrinq; distentus eodem relaxandi se conatu urgebit Equum versus lapidem, ac lapidem versus equum, tantumq; impediet progressum unius quantum promovet progressum alterius. Si corpus aliquod in corpus aliud impingens, motum ejus vi sua quomodocunq; mutaverit, idem quoque viciſſim in motu proprio eandem mutationem in partem contrariam vi alterius (ob æqualitatem pressionis mutuæ) subibit. His actionibus æquales fiunt mutationes non velocitatum sed motuum, (scilicet in corporibus non aliunde impeditis.) Mutationes enim velocitatum, in contrarias itidem partes factæ, quia motus æqualiter mutantur, sunt corporibus reciproce proportionales.

Corol. I.

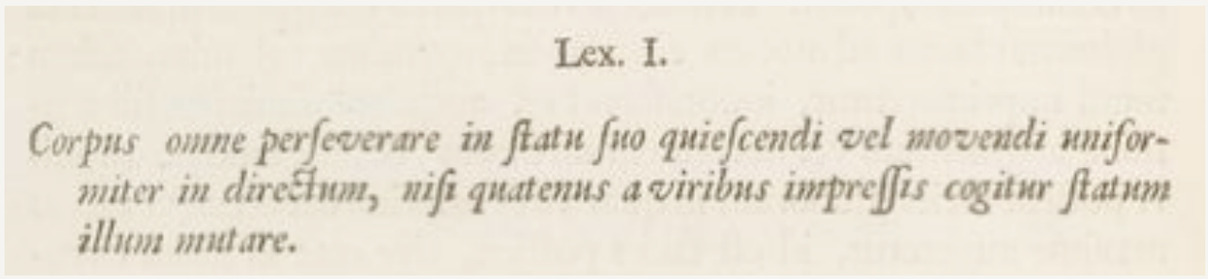
Corpus viribus conjunctis diagonalem parallelogrammi eodem tempore describere, quo latera separatis.

Si corpus datum tempore, vi sola *M*, in loco *A* impressa, ferretur ab *A* ad *B*, & vi sola *N*, ab *A* ad *C*, compleatur parallelogrammum *ABDC*, & vi utraq; feretur ad eodem tempore ab *A* ad *D*. Nam quoniam vis *N* agit secundum lineam *AC* ipsi *BD* parallelam, hæc vis nihil mutabit velocitatem accedendi ad lineam illam *BD* a vi altera genitam. Accedet igitur corpus eodem tempore ad lineam *BD* sive vis *N* imprimatur, sive non, atq; adeo in fine illius temporis reperietur alicubi in linea illa

http://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PR-ADV-B-00039-00001/46

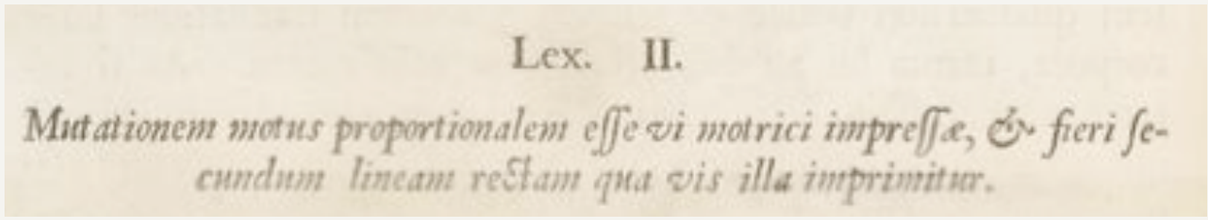
Die Newton‘schen Gesetze

Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Translation, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.


Lex. I.

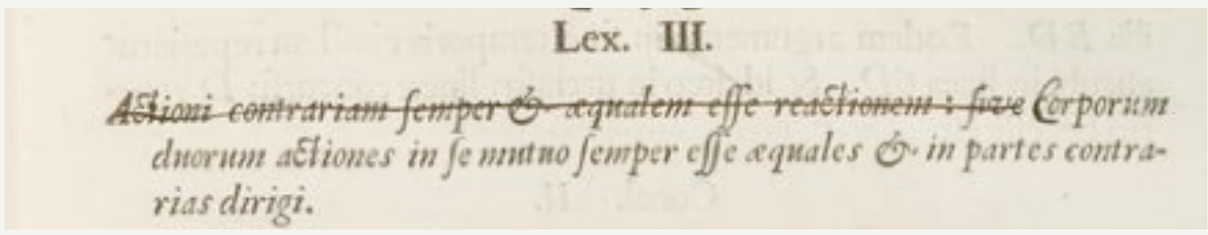
Corpus omne perſeverare in ſtatu ſuo quieſcendi vel movendi uniformiter in directum, niſi quatenus a viribus impreſſis cogitur ſtatum illum mutare.

Die Änderung der Bewegung ist der Einwirkung der bewegenden Kraft proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt.


Lex. II.

Mutationem motus proportionalem eſſe vi motrici impreſſæ, & fieri ſecundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio).“


Lex. III.

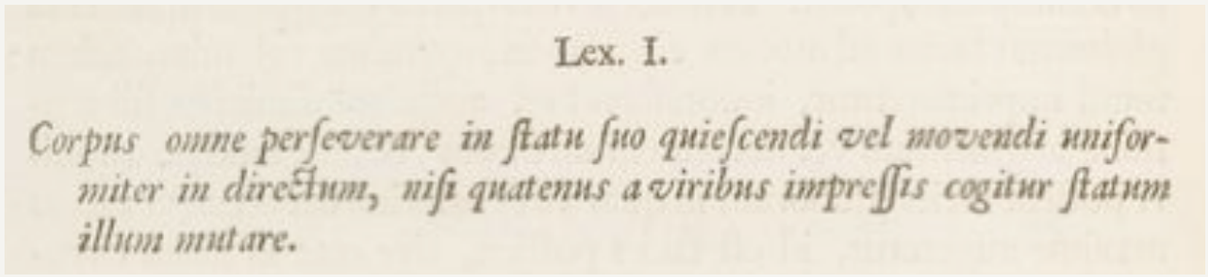
~~Actioni contrariam ſemper & æqualem eſſe reactionem: ſive~~ Corporum duorum actiones in ſe mutuo ſemper eſſe æquales & in partes contrarias dirigi.

http://de.wikipedia.org/wiki/Newtonsche_Gesetze

http://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PR-ADV-B-00039-00001/46

Die Newton‘schen Gesetze

Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Translation, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.


Lex. I.

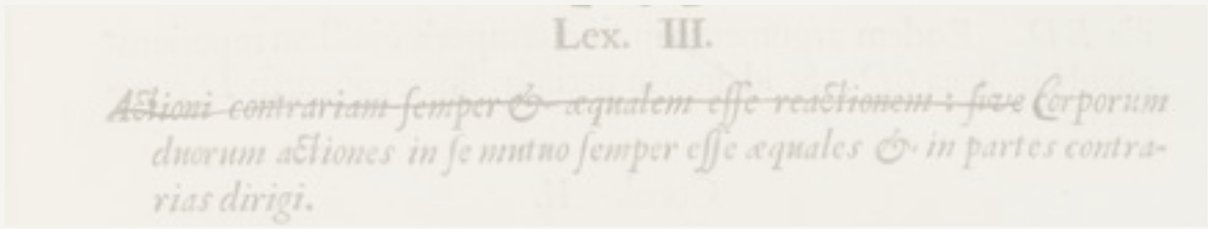
Corpus omne perſeverare in ſtatu ſuo quieſcendi vel movendi uniformiter in directum, niſi quatenus a viribus impreſſis cogitur ſtatum illum mutare.

Die Änderung der Bewegung ist der Einwirkung der bewegenden Kraft proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt.

Lex. II.

Mutationem motus proportionalem eſſe vi motrici impreſſæ, & fieri ſecundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio).“


Lex. III.

~~Actioni contrariam ſemper & æqualem eſſe reactionem: ſive~~ Corporum duorum actiones in ſe mutuo ſemper eſſe æquales & in partes contrarias dirigi.

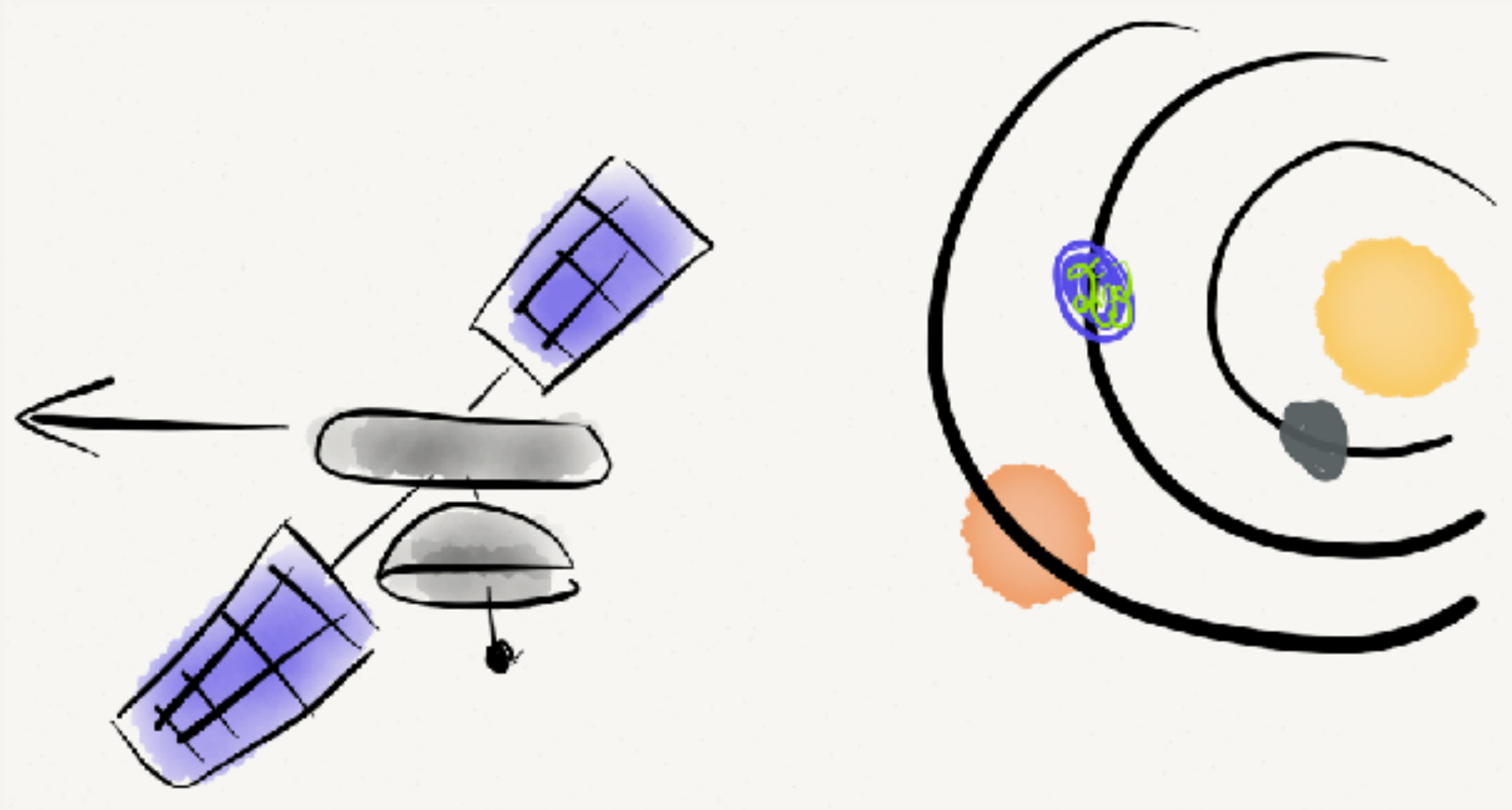
http://de.wikipedia.org/wiki/Newtonsche_Gesetze

http://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PR-ADV-B-00039-00001/46

1. Newton‘sches Gesetz

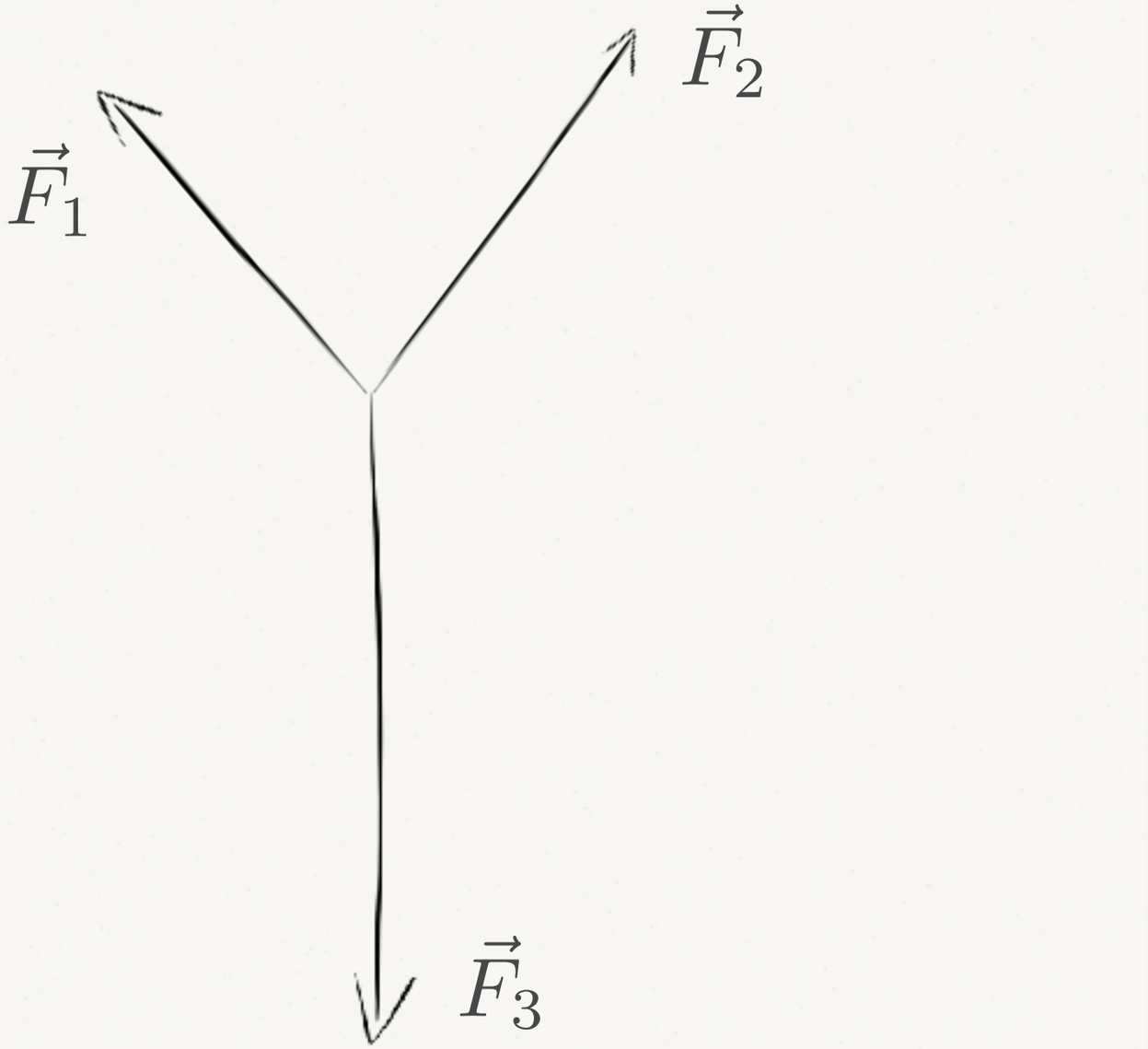
Trägheitsgesetz

Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Translation, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.

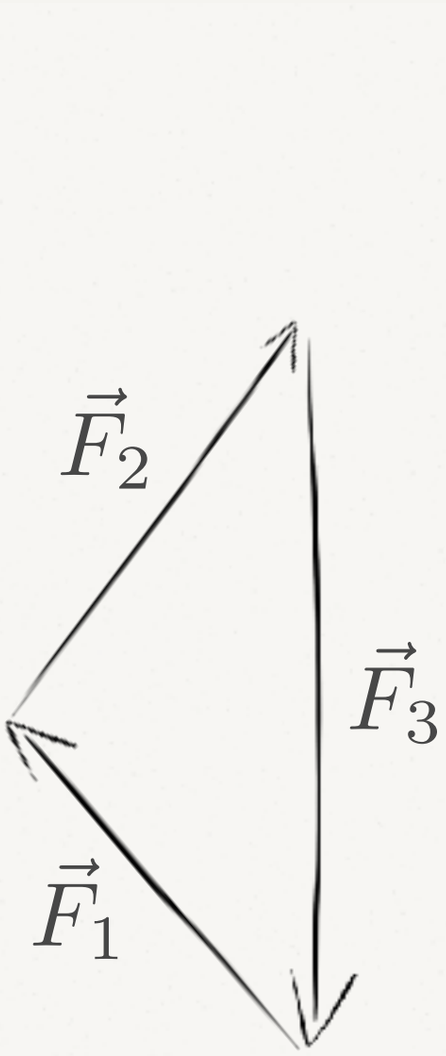


Auf den Satelliten wirkt keine Kraft mehr (bzw. eine vernachlässigbar kleine). Er fliegt einfach immer die selbe Richtung weiter.

Addition von Kräften



Addition von Kräften

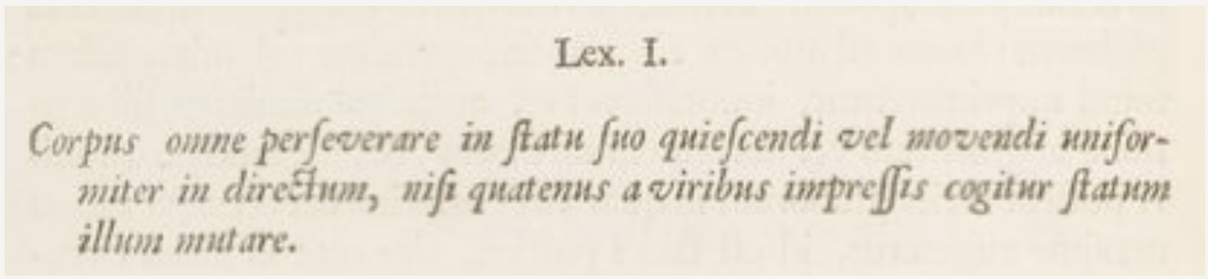


Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Translation, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird,
oder wenn die Summe der Kräfte Null ist, und die Kräfte sich ausgleichen.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \sum_{i=1}^{3} \vec{F}_i = 0$$

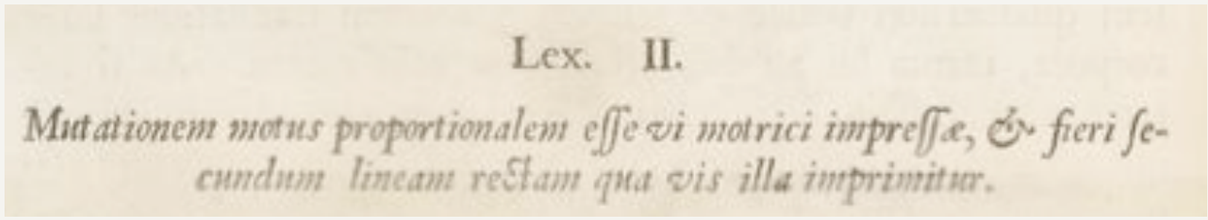
Die Newton‘schen Gesetze

Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Translation, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.


Lex. I.

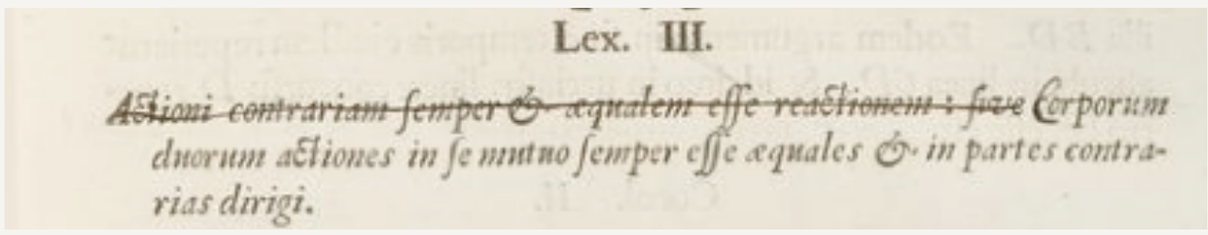
Corpus omne perſeverare in ſtatu ſuo quieſcendi vel movendi uniformiter in directum, niſi quatenus a viribus impreſſis cogitur ſtatum illum mutare.

Die Änderung der Bewegung ist der Einwirkung der bewegenden Kraft proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt.


Lex. II.

Mutationem motus proportionalem eſſe vi motrici impreſſæ, & fieri ſecundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio).“


Lex. III.

~~Actioni contrariam ſemper & æqualem eſſe reactionem: ſive~~ Corporum duorum actiones in ſe mutuo ſemper eſſe æquales & in partes contrarias dirigi.

http://de.wikipedia.org/wiki/Newtonsche_Gesetze

http://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PR-ADV-B-00039-00001/46

2. Newton‘sches Gesetz

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

Die Beschleunigung ist proportional zur Kraft.

2. Newton‘sches Gesetz

Trägheit der Masse

- Die Masse setzt der Kraft einen ‚Widerstand‘ entgegen, sie ist *träge*.
- Die Beschleunigung ist umgekehrt proportional zur Masse des Objektes.
- Die Masse ist die Proportionalitätskonstante zwischen Kraft und Beschleunigung.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

2. Newton‘sches Gesetz

Grundgleichung der Mechanik

Kraft = Masse x Beschleunigung

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

2. Newton‘sches Gesetz

Differentialgleichung

$$\vec{F} = m \cdot \frac{\mathrm{d}^2 \vec{x}}{\mathrm{d}t^2}$$

Kann eine Funktion von x sein

Ableitung von x

2. Newton‘sches Gesetz

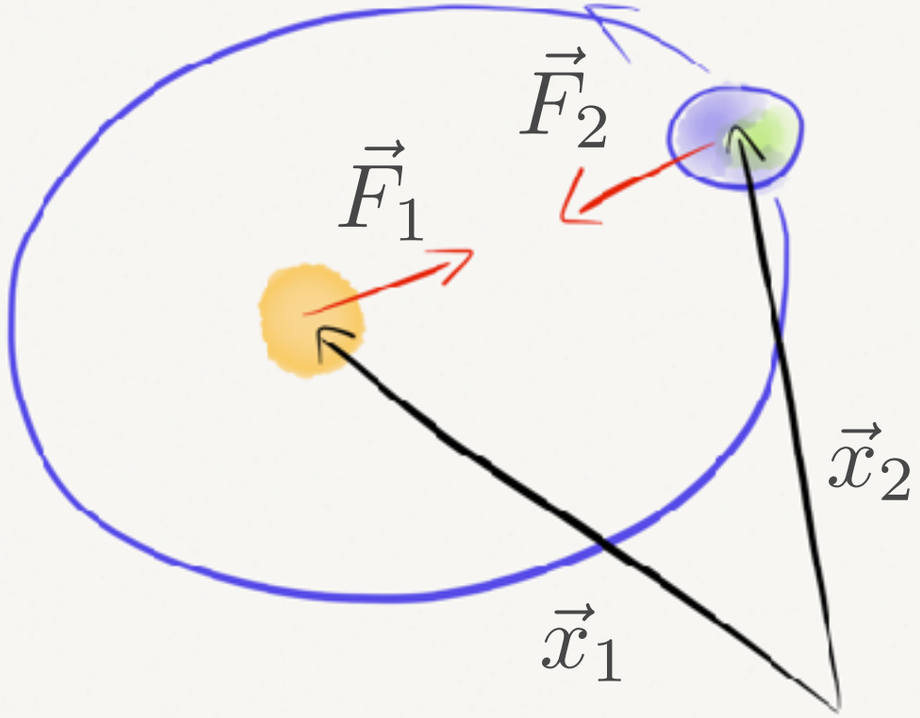
Differentialgleichung - Erdumlaufbahn

$$\vec{F} = m \cdot \frac{\mathrm{d}^2\vec{x}}{\mathrm{d}t^2}$$

$$\vec{F} = \vec{F}(\vec{x}_1, \vec{x}_2, t)$$

$$m_1 \cdot \frac{\mathrm{d}^2\vec{x}_1}{\mathrm{d}t^2} = \vec{F}_1(\vec{x}_1, \vec{x}_2, t)$$

$$m_2 \cdot \frac{\mathrm{d}^2\vec{x}_2}{\mathrm{d}t^2} = \vec{F}_2(\vec{x}_1, \vec{x}_2, t)$$

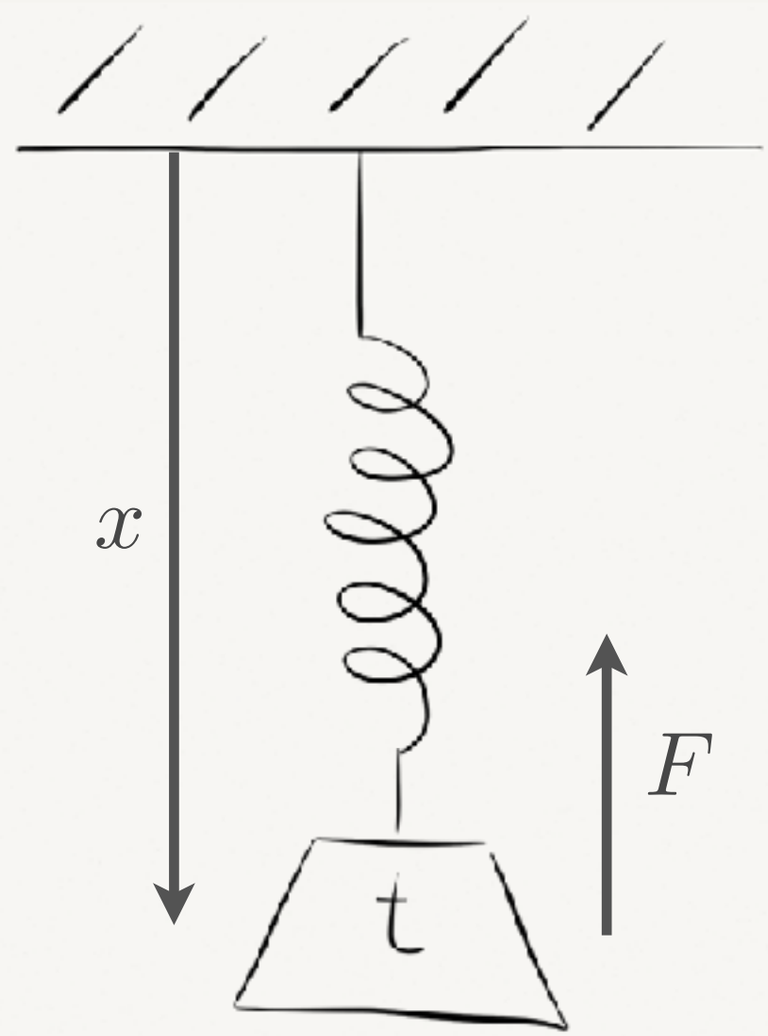


2. Newton‘sches Gesetz

Differentialgleichung - Hooke‘sches Gesetz

$$F \propto x$$

- Die Kraft ist proportional zur Auslenkung eines Federsystems.
- Es kann ein beliebiges Material sein - z.B. eine Eisenstange.
- Die Linearität ist i.A. nicht für große Auslenkungen gültig.



2. Newton‘sches Gesetz

Differentialgleichung - Hooke‘sches Gesetz

- Die Kraft ist proportional zur Auslenkung eines Federsystems.
- Hier: eindimensional gerechnet.
- Proportionalitätskonstante *k* heisst Federkonstante.
- Einsetzen in das 2. Newton‘sche Gesetz liefert eine Differentialgleichung.
- Dies ist die Gleichung für den **harmonischen Oszillator**.

$$F \propto x$$

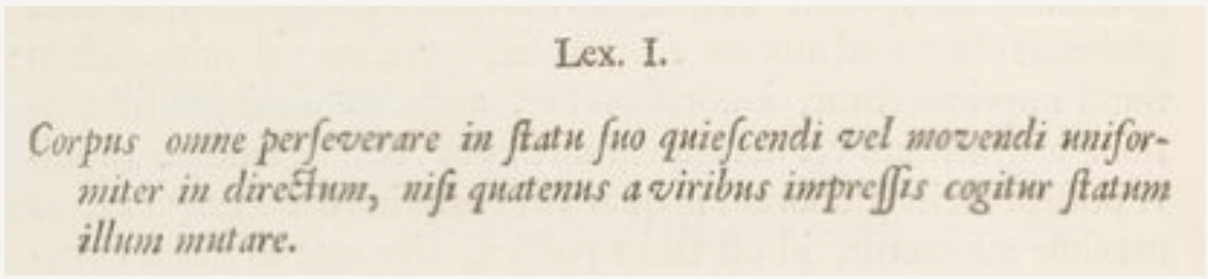
Kraft zeigt entgegen der Auslenkung

$$F = -k \cdot x$$

$$m \cdot \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2} + k \cdot x = 0$$

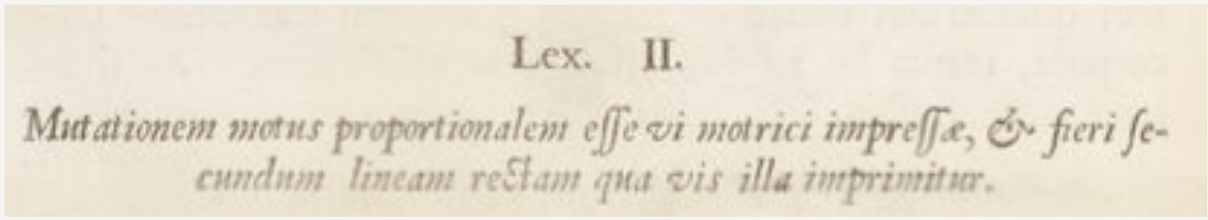
Die Newton‘schen Gesetze

Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Translation, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.


Lex. I.

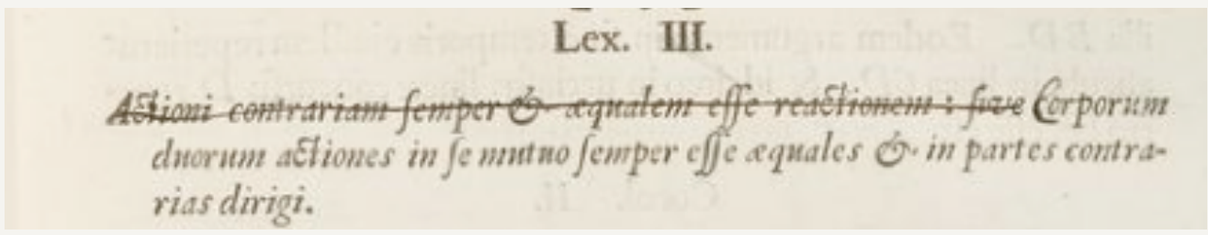
Corpus omne perſeverare in ſtatu ſuo quieſcendi vel movendi uniformiter in directum, niſi quatenus a viribus impreſſis cogitur ſtatum illum mutare.

Die Änderung der Bewegung ist der Einwirkung der bewegenden Kraft proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt.


Lex. II.

Mutationem motus proportionalem eſſe vi motrici impreſſæ, & fieri ſecundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio).“


Lex. III.

~~Actioni contrariam ſemper & æqualem eſſe reactionem: ſive~~ Corporum duorum actiones in ſe mutuo ſemper eſſe æquales & in partes contrarias dirigi.

http://de.wikipedia.org/wiki/Newtonsche_Gesetze

http://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PR-ADV-B-00039-00001/46

3. Newton‘sches Gesetz
Actio = Reactio

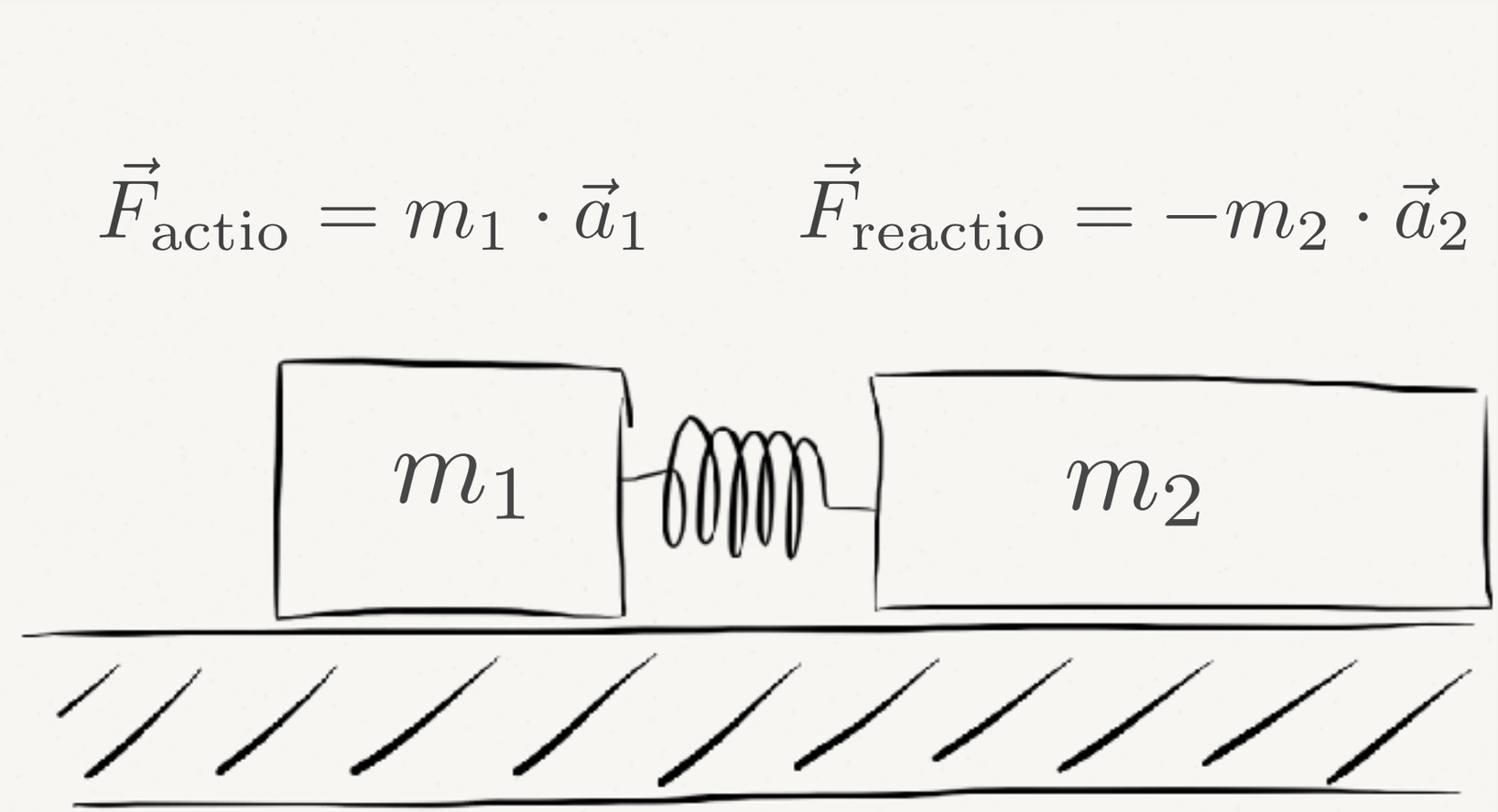
Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio).“

$$\rightarrow \qquad \rightarrow$$

$$F_{\mathrm{actio}} = -F_{\mathrm{reactio}}$$

„Kräfte treten immer paarweise auf“

$$\vec{F}_{\text{actio}} = m_1 \cdot \vec{a}_1 \qquad \vec{F}_{\text{reactio}} = -m_2 \cdot \vec{a}_2$$



Luftkissenbahn

$$\vec{F}_{\text{actio}} = m_1 \cdot \vec{a}_1 \qquad \vec{F}_{\text{reactio}} = -m_2 \cdot \vec{a}_2$$

$$\vec{F}_{\text{actio}} = -\vec{F}_{\text{reactio}}$$

$$\Rightarrow m_1 \cdot \vec{a}_1 = -m_2 \cdot \vec{a}_2$$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = -\frac{|\vec{a}_2|}{|\vec{a}_1|}$$

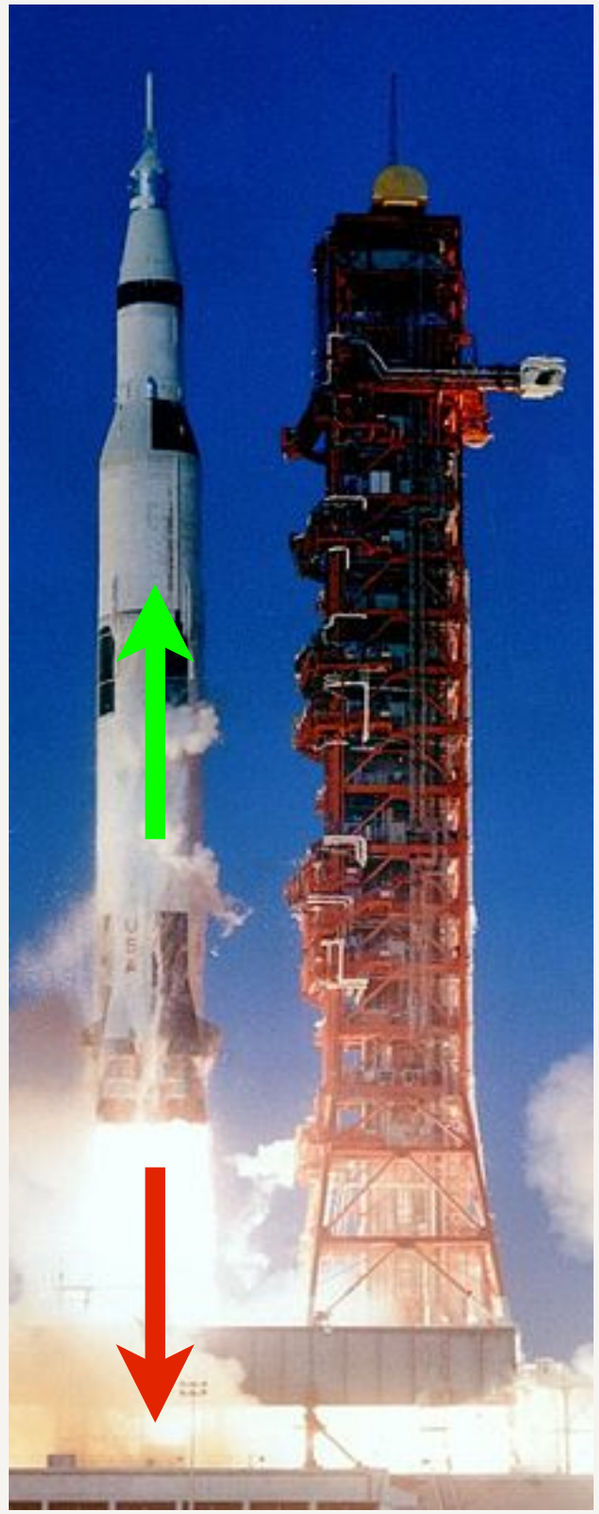
Die Beschleunigung sind im Verhältnis der Massen unterschiedlich im Betrag.

Raketenantrieb

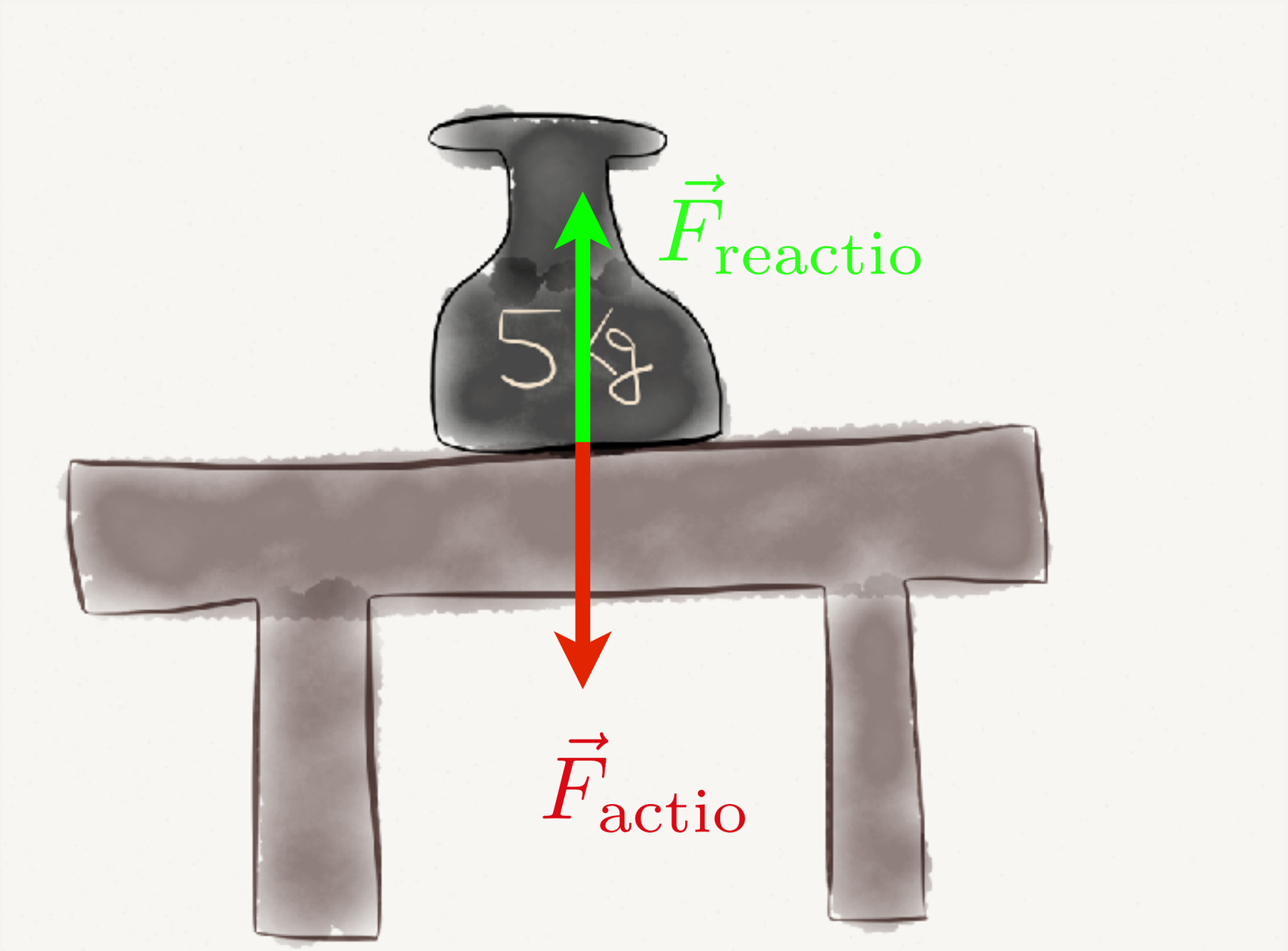
- Der Raketenantrieb ist die direkte Umsetzung des 3. Newton‘sches Gesetzes.
- Im Vakuum kann man sich gegen nichts abstoßen.
- Es wird Materie innerhalb der Rakete beschleunigt und mit hoher Geschwindigkeit ausgestoßen.

$\vec{F}_{\text{reactio}}$

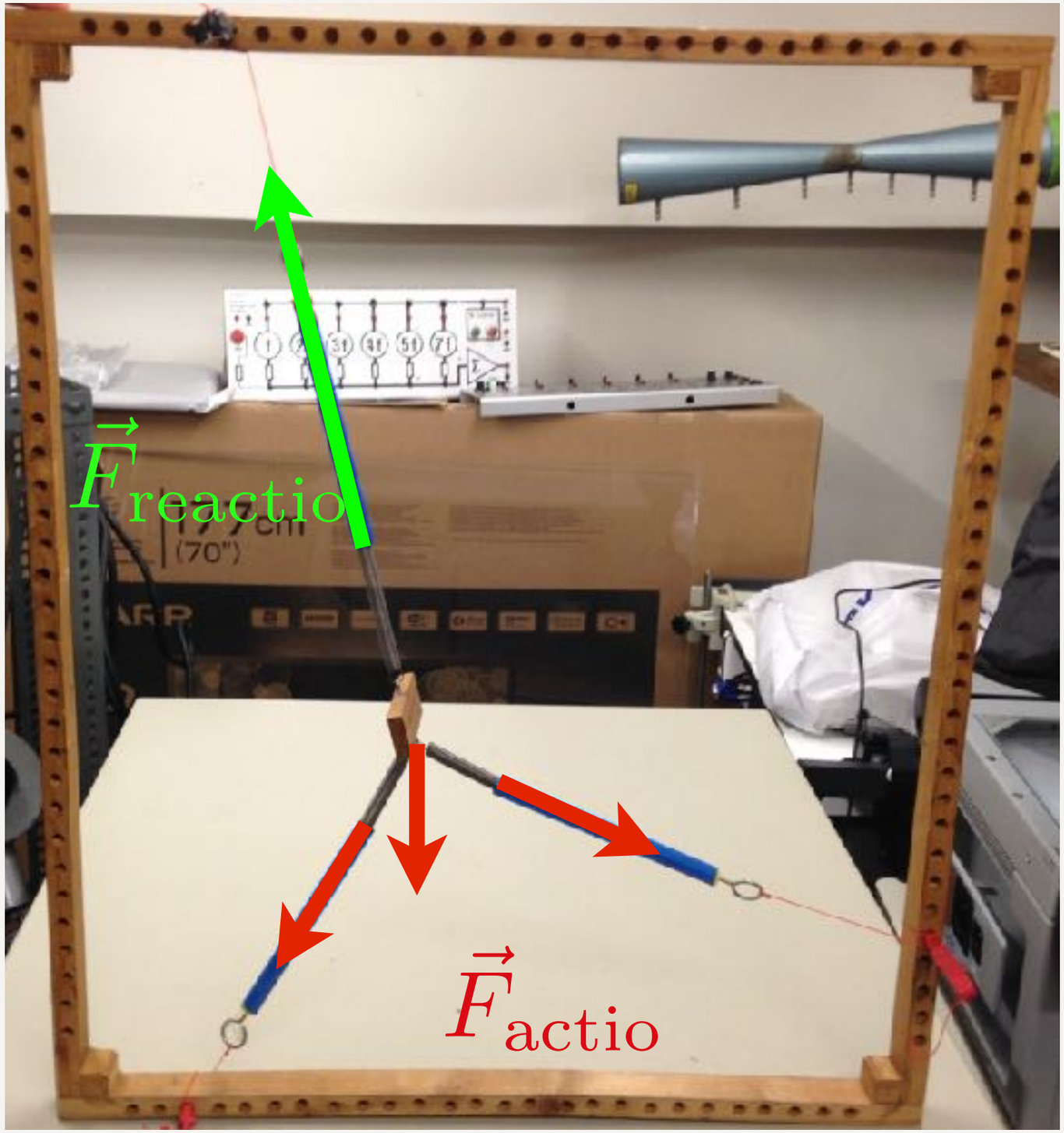
$\vec{F}_{\text{actio}}$



Gewichtskraft



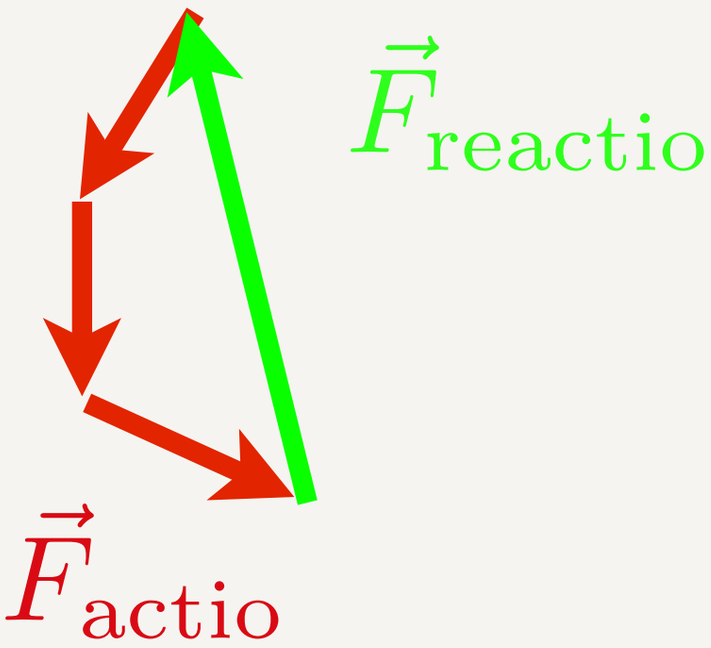
Gewichtskraft

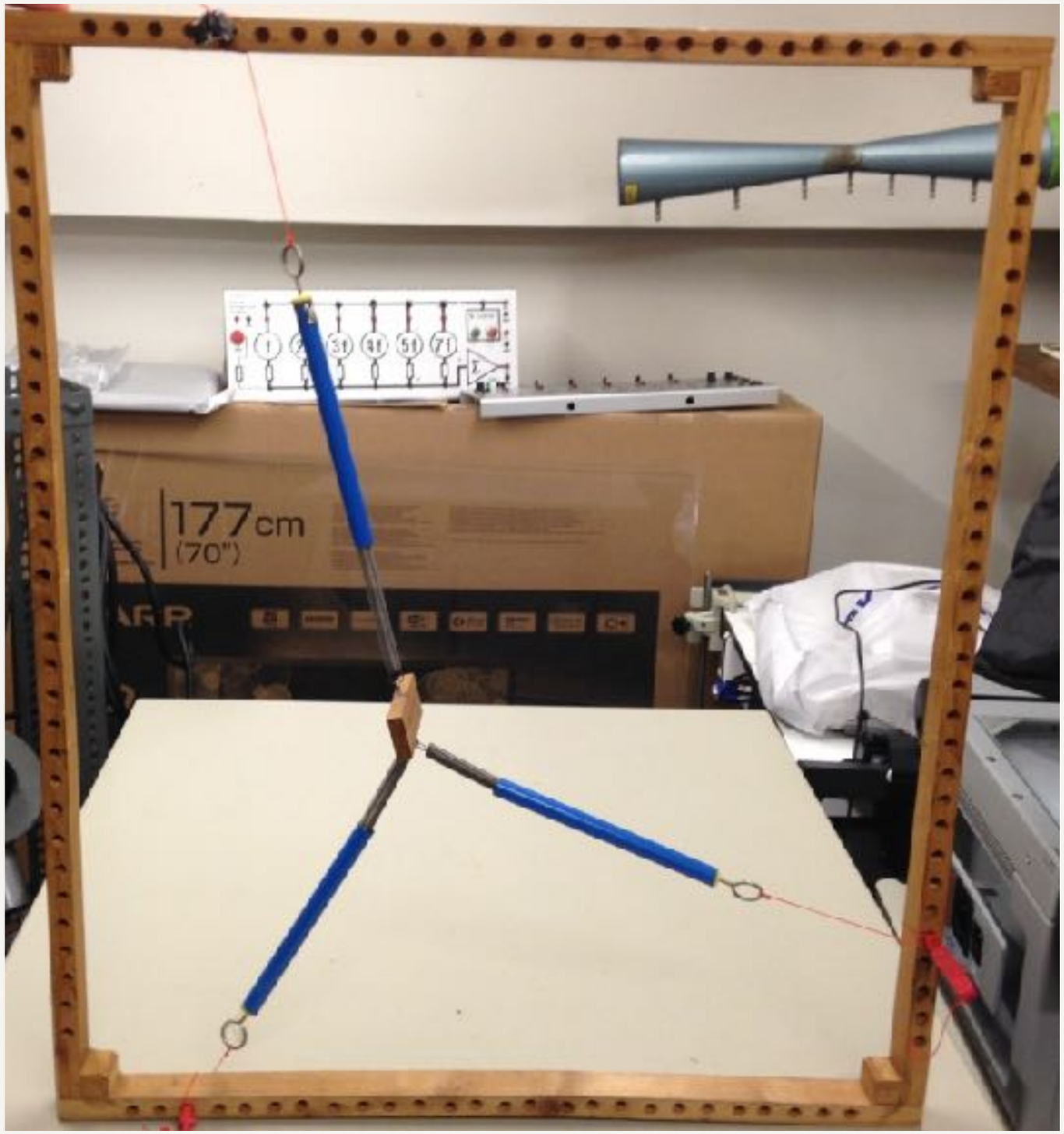


Gewichtskraft

Hooke‘sches Gesetz

$$F = -k \cdot x$$





Zusammenfassung aller drei Gesetze

Lex. I.

Corpus omne perſeverare in ſtatu ſuo quieſcendi vel movendi uniformiter in directum, niſi quatenus a viribus impreſſis cogitur ſtatum illum mutare.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \sum_{i=1}^{3} \vec{F}_i = 0$$

Lex. II.

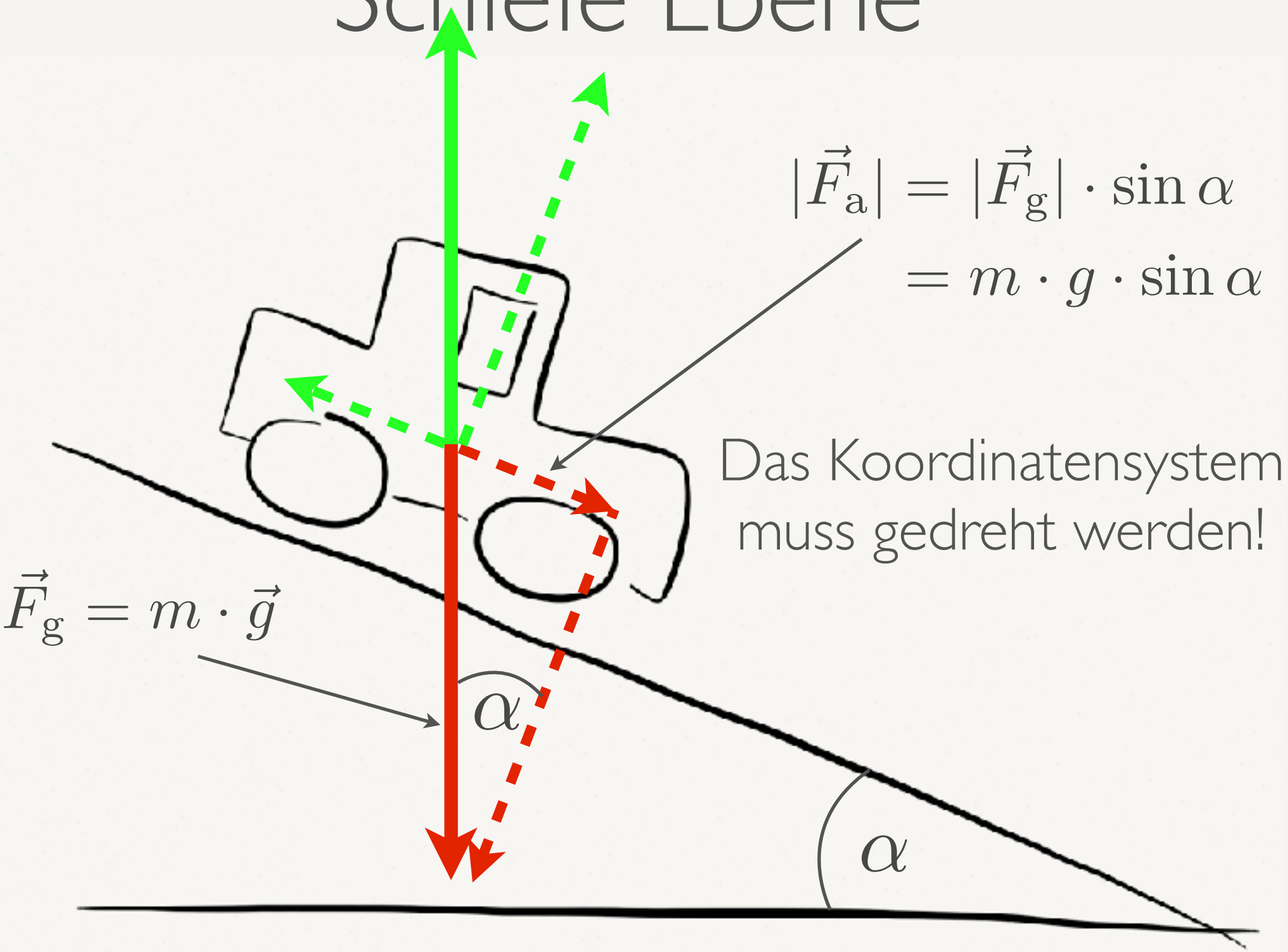
Mutationem motus proportionalem eſſe vi motrici impreſſæ, & fieri ſecundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Lex. III.

~~Actioni contrariam ſemper & æqualem eſſe reactionem: ſive~~ Corporum duorum actiones in ſe mutuo ſemper eſſe æquales & in partes contrarias dirigi.

$$\vec{F}_{\text{actio}} = -\vec{F}_{\text{reactio}}$$

Schiefe Ebene

Schiefe Ebene