

**Nesprávnost dosavadních překladů  
Newtonova prvního zákona pohybu.  
Kuriozita Machova překladu.**

*Martin Černohorský  
Ústav teoretické fyziky a astrofyziky  
Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity*

PHILOSOPHIÆ  
NATURALIS  
PRINCIPIA  
MATHEMATICA.

Autore J. S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos  
Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.  
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.  
Julii 5. 1686.

LONDINI,

Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud  
plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

## LEX I.

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

**P**rojectilia 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.

# Newton 1687

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

# Newton 1726

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

- Die Geschichte und die Wurzel  
des Satzes von der

# **ERHALTUNG DER ARBEIT.**

VORTRAG

GEHALTEN

**UN DER K. BOHM. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN AM 15. NOV. 1871**

VON

**E. MACH,**

**PROFESSOR DER PHYSIK AN DER UNIVERSITAT PRAG.**

**PRAG, 1872.**

- **Das Trägheitsgesetz** ist nachher von N e w t o n (Philosophiae naturalis principia mathematica Amstelodami 1714 tom. I. P. 12)

folgendermassen formuliert worden:

- Axiomata sive leges motus, Lex I.
- Corpus omne perseverare in státu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.

Hierauf bezügliche Stellen finden sich noch p. 2 und p. 358.

Seit Newton hat nun das Trägheitsgesetz, welches bei Galilei noch eine blosser Bemerkung ist, die Würde und Unantastbarkeit eines päpstlichen Ausspruchs. Man kann dasselbe vielleicht am besten so aussprechen:

**Jeder Körper behält seine Richtung und Geschwindigkeit bei, solange dieselbe nicht durch äussere Kräfte abgeändert wird.**

Ich habe nun schon vor vielen Jahren bemerkt, dass in diesem Trägheitsgesetz eine grosse Unbestimmtheit liegt, indem nicht gesagt gegen welche Körper die Richtung und Geschwindigkeit des bewegten Körpers gemeint ist.

# Mott 1729

**Law I.** Every body continues in its state of rest, or of uniform motion in a right line, unless it is compelled to change that state by forces impressed upon it.

# Thomson-Tait 1879

Every body continues in its state of rest or of uniform motion in a straight line, except in so far as it may be compelled by force to change that state.

# Marquise du Chastelet      1756

Première loi. – Tous corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite dans lequel il se trouve, à moins que quelque force n'agisse sur lui et ne le contraigne a changer d'état.



# Marie-Françoise Biarnais 1985

Tous corps persévère en son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme, sauf si des forces «imprimées» le contraignent d'en changer.

**Stephen Hawking**

**1985**

Tous corps demeure  
à l'état de repos, ou poursuit  
un mouvement rectiligne uniforme,  
à moins qu'il ne soit soumis  
à une force extérieure.

**Strouhal – Kučera**

**1910**

"Každé těleso setrvává ve svém stavu klidu nebo pohybu rovnoměrného přímočarého" – a dokládá: "leč by vnějšími silami bylo nuceno stav svůj měniti."

# Záviška

1933

Každé těleso setrvává ve svém stavu klidu nebo rovnoměrného pohybu v přímé čáře, leč by bylo vnějšími silami nuceno stav svůj změnit.

**Horák – Krupka**

**1966**

Každé těleso setrvává ve stavu klidu nebo rovnoměrného přímočarého pohybu, není-li vnějšími silami nuceno tento stav měnit.

Uvedené formulace prvního zákona mají  
**správný fyzikální obsah,**  
**ale jiný, než**  
je fyzikální obsah Newtonovy formulace  
***v Principiích.***

Erhaltung der Arbeit  
Noten S. 47

**Jeder Körper behält  
seine Richtung und  
Geschwindigkeit bei,  
so lange dieselbe nicht  
durch äussere Kräfte  
abgeändert wird.**

**Mach 1872**

**Každé těleso  
zachová svůj směr  
a rychlost,  
pokud nejsou  
změněny vnějšími  
silami.**

# Wolfers 1872

1. Gesetz. Jeder Körper beharrt in seinem Zustande der Ruhe oder der gleichförmigen geradlinigen Bewegung, wenn er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, seinen Zustand zu ändern.

# Mach 1883

1. Gesetz. Jeder Körper beharrt in seinem Zustande der Ruhe oder der gleichförmigen geradlinigen Bewegung, wenn er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, seinen Zustand zu ändern.



# 1. zákon pohybu

Dosavadní překlady, resp.  
fyzikální literatura:

**Každé těleso setrvává  
ve stavu klidu  
nebo rovnoměrného  
přímocharého pohybu,  
pokud není  
vnějšími silami nuceno  
svůj stav změnit.**

Obsah původní latinské,  
od Motta (1729) až po  
současnost chybně překládané  
Newtonovy formulace:

**Každé těleso setrvává  
ve svém stavu klidu  
nebo rovnoměrného pohybu  
v daném směru přímo vpřed,  
pokud není působícími silami  
nuceno svůj stav změnit.**

**Often the question has been raised why there are both a first and a second law since, as Rouse Ball put it, the first law "seems to be a consequence of the second law," so that "it is not clear why it was enunciated as a separate law."<sup>3</sup>**

**3. W. W. Rouse Ball, *An Essay on Newton's "Principia"* (London:Macmillan and Co., 1893; reprint, with an introd. by I. B. Cohen, New York and London: Johnson Reprint Corp., 1972), p. 77.**

ISAAC NEWTON

*The Principia*

*Mathematical Principles of Natural Philosophy*

A New Translation

by **I. Bernard Cohen** 1914–(2003)

and Anne Miller Whitman 1937–1984

*assisted by Julia Budenz*

**1999**

**Cohen**

**1999**

**Every body perseveres in its state  
of being at rest or of moving  
uniformly  
straight forward,  
except insofar as it is compelled to  
change its state by forces  
impressed.**

## Cohen (1999):

Thus a possible clue to Newton's thinking is found in the examples used in the discussion of the first law, analyzed below, each one of which is (unlike the forces in law 2) a continually acting force.

Accordingly, we may conclude that law 1 is not a special case of law 2 since law 1 is concerned with a different kind of force.

**John Herivel:**

**The Background to Newton's Principia.**

A Study to Newton's dynamical Researches  
in the years 1664-84.

Oxford at the Clarendon Press, 1965, 337 p.

**P. 82:**

**DYNAMICS OF A SINGLE ROTATING BODY**

***Free rotation of an extended body***

In § 8 of the same MS. V Newton gives a wonderfully just physical appreciation of the **free rotation of an extended body**. In the first place **every such body keeps the same real quantity of circular motion so long as it remains undisturbed.**

**This is the principle of circular motion for rotating bodies.**

**Moreover, it continues to rotate about the same axis which always remains parallel to itself provided the endeavours of its four quarters away from the axis of rotation balance. [...]**

**It is to be regretted that Newton did not proceed to give a quantitative treatment of this problem.**

**It is clear that his unerring intuition had led him to an almost perfect physical appreciation of the problem.**



# Newton, MS. Xa

**Lex 1.** Vi insita corpus omne perseverare in státu suo quiescendi vel movendi uniformiter in linea recta nisi quatenus viribus impressis cogitur statum illum mutare.

**Motus autem uniformis hic est duplex, progressivus secundum lineam rectam quam corpus centro suo aequabiliter lato describet et circularis circa axem suum quemvis qui vel quiescit vel motu uniformis latus semper manet positionibus suis prioribus parallelus.**

**1. zákon.** Vštípenou silou setrvává každé těleso ve svém stavu klidu nebo rovnoměrného přímočarého pohybu, ledaže je silami na ně působícími přinuceno stav onen změnit.

**Tento rovnoměrný pohyb je však dvojí, postupný v přímce, kterou těleso opisuje svým rovnoměrně se pohybujícím středem, a otáčivý kolem osy, která buď je v klidu, nebo pohybující se rovnoměrně zůstává stále rovnoběžná se svými předchozími polohami.**

~~infortium theocentibus non confidoro. sicut et alia vici in corpore~~  
elasticitate, motibus, libeitate sic prout qui hunc considero.  
Def. 10. Memento quantitates sunt ipsarum principia gene-  
rancia vel alterancia fluxu continuo: ut tempus presens praeh-  
erit et futuri, motus presens praeherit et futuri, vis centrifuga  
aut alia quavis momentanea impulsus, punctum linea, linea super-  
fici, superfici solidi et angulus contactus anguli rectilinei.

Def. 13. Exponentes temporum spatio-rum motuum claritate  
et virium sunt quantitates eadem proportionales exponendis  
Hoc omnia super explicare visum est ut Lecturae et distinctis  
principiorum Mechanicorum conceptibus imbutus accederet ad sequentia  
Quantitates autem absolutas et relativas ab invicem <sup>sedulo</sup> ~~seculis~~ distinguat  
ut ~~causa sunt~~ <sup>causa sunt</sup> eo, quod phenomena omnia pendant ab absolutis,  
Vulgo autem qui cogitationes a sensibus abstrahere neferunt  
semper loquuntur de relativis, usque adeo ut absurdum foret vel  
sapisantibus ~~aut~~ <sup>vel etiam</sup> prophetis apud hos aliter loqui. Unde et sacra liti-  
ra et Scripta Theologorum de relativis semper intelligenda sunt,  
et crasso laboraret praesidio qui inde de rerum naturalium  
motibus absolutis <sup>physicis</sup> disputationes moveret. ~~Primum est et si quis~~  
~~litem in magnitudine non apparent ad absoluta~~ <sup>Primum est et si quis</sup>  
~~maxima minima quorum contrahant. Quae~~

### Leges motus.

Lex 1. Vi imperta corpus ~~sempiternis~~ <sup>omne</sup> perseverare in statu suo quies-  
cendi vel movendi uniformiter <sup>in linea recta</sup> nisi, quatenus visibus  
impresis ~~temporibus~~ cogitur statum illum mutare. Motus enim

Lex 2. Mutationem motus proportionalem est vi impresse et fieri  
secundum lineam rectam qua vi illa imprimitur. Hae duae Leges  
sunt respicientis habitus namque proportionem quantitatis uniformiter et secundum lineam

Lex 3. Corpus omne tantum habet reactionem quantum agit in  
alterum. <sup>Lex</sup> Si uterque aere plena premit vel ferit alteram  
sibi consimilem cedet utraq. equaliter introrsum. Si ~~magis tra-~~  
~~hit ferrum~~ <sup>magis tra-</sup> hit ferrum ~~magis tra-~~ hit ferrum ~~magis tra-~~ hit ferrum.  
~~Si corpus impingens in~~ Si corpus impingens in  
alterum vi sua mutat motum alterius et ipsius motus (vel equali-  
tatem pressionis mutae) vi alterius tantum mutabitur. Si magis  
trahit ferrum ipsae ~~magis tra-~~ hit ferrum ~~magis tra-~~ hit ferrum ~~magis tra-~~ hit ferrum.

Lex 4. Corpus in dato spatio inclinatorum eodem est motus  
intra se sive spatium illud absolute quiescat sive moveat id perspicue

ut  
postquam  
vellem quam corpus cetero suo respicit  
postquam  
et integrum experientia non quae  
si primi proportionales ad motum  
si est duplex, progressus secundum lineam  
vel motu uniformi semper manet  
liberis. Et integrum experientia non quae  
si est duplex, progressus secundum lineam  
vel motu uniformi semper manet  
liberis. Et integrum experientia non quae

**Tento rovnoměrný pohyb je však dvojí, postupný** po přímce, kterou těleso opisuje svým rovnoměrně se pohybujícím středem, **a otáčivý** kolem osy, která je buď v klidu nebo pohybující se rovnoměrně zůstává stále rovnoběžná se svými předchozími polohami.

## Herivel 86

... There is, however, a very interesting reference to rotation at the end of his enunciation of the principle of inertia in MS. Xa: there he continues

*Motus autem uniformis hic est duplex, progressivus secundum lineam rectam quam corpus centro suo aequabiliter lato describit et circularis corca axem suum quemvis qui vel quiescit vel motu uniformi latus semper manet positionibus suis prioribus parallelus.*

It would seem, therefore, that originally Newton had in mind a principle of inertial *rotatory* motion besides that of *translatory* motion.

# *Principia*, Liber tertius.

## Propositio XVII. Theorema XV.

### *Planetarum motus diurnos uniformes*

*esse, et librationem  
Lunae ex ipsius motu  
diurno oriri.*

### *Patet per motus*

*Legem I.* et Corol. 22.  
Prop. LXVI. Lib.I.

### *Denní pohyby planet jsou rovnoměrné*

*a librace Měsíce vznikají z  
jeho denního pohybu.*

### *Plyne z 1. zákona*

a z koroláru 22 propozice  
LXVI knihy I.

## Devět Newtonových formulací prvního zákona pohybu

1 – ..., 2 – ..., 3 –...

4 – MS.VII, Hyp. 1.

Bodies move uniformly in straight lines unless so far as they are retarded by the resistance of the medium or disturbed by some other force.

5 – MS. IXa, Hyp. 2.

Corpus omne sola vi insita uniformiter secundum rectam lineam in infinitum progredi nisi aliquid extrinsecus impediat.

6 – MS. IXc, Lex 1.

Sola vi insita corpus uniformiter in linea recta semper pergere si nil impediat.

7 – MS. Xa, Lex 1.

Vis insita corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in linea recta nisi quatenus viribus impressis cogitur statum illum mutare.

8 – MS. XI, Lex 1. Principia 1687, 1713

Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter

in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum suum mutare.

Principia 1726

9 – Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter

in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur statum suum mutare.

# První příklad: TRANSLACE

**Projectilia** perseverant in motibus suis, nisi quatenus a resistentia aeris retardantur, et vi gravitatis impelluntur deorsum.

**Projektily** setrvávají ve svých pohybech až na to, že je zpomaluje odpor prostředí a že jsou silou gravitace hnány zeshora dolů.

# Druhý příklad: ROTACE

**Trochus**, cujus partes  
cohaerendo perpetuo  
retrahunt a motibus  
rectilineis, non cessat  
rotari, nisi quatenus ab  
aere retardatur.

**Kolo**, jehož části strhávají  
při vzájemné trvalé vazbě  
jedna druhou  
z přímočarých pohybů,  
se nepřestává otáčet,  
zastaví se teprve  
působením odporu  
prostředí.



# Třetí příklad: SUPERPOZICE

Majora autem  
**Planetarum et**  
**Cometarum corpora**  
motus suos et  
progressivos et circulares  
in spatiis minus  
resistentibus factos  
conservant diutius.

Avšak mohutnější **tělesa**  
**planet a komet**  
zachovávají své pohyby  
jak postupné tak otáčivé,  
vytvořené v prostorách  
kladoucích menší odpor  
déle.

Vulgus autem qui cogitationes a sensibus abstrahere neferunt  
 semper loquuntur de relativis, usque adeo ut absurdum foret vel  
 sapientibus <sup>vel etiam</sup> prophetis apud hos aliter loqui. Unde et Sacra liti-  
 ra et Scripta Theologorum de relativis semper intelligenda sunt,  
 et crasso laboraret praesudicio qui inde de rerum naturalium  
 motibus <sup>philosophicis</sup> absolutis Disputationes moveret. ~~Primum est ac si quis~~  
~~lucan~~ <sup>(in Gen 1)</sup> ~~in magnitudine non apparetur sed absoluta~~ ~~inter~~ ~~duo~~  
~~maxima lumina~~ ~~contenderit.~~ ~~Quia~~

# Leges motus.

Lex 1. Vi impressa corpus <sup>omne</sup> ~~semper~~ perseverare in statu suo quies-  
 cendi vel movendi uniformiter <sup>in linea recta</sup> ~~in linea recta~~ nisi quatenus viribus  
 impressis ~~et impeditis~~ cogitur statum illum mutare. Motus autem

Lex 2. Mutationem motus proportionalem esse vi impressae et fieri  
 secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur. Hae duabus Legibus  
 jam receptissimis Galileus invenit projectilia gravitate uniformiter et secundum lineas

Lex 3. Corpus omne tantum pati reactione quantum agit in  
 alterum. <sup>si quid premit vel trahit alterum, et eo tantum premitur vel trahitur.</sup>  
 Lex 4. Si vesica aere plena premit vel fricit alteram

et vi priori  
 illius statum mutandum impressa,  
 et vi priori  
 huius est duplex, progressivus secundum lin-  
 eam quoniam qui vel quiescit vel motu uniformi. latus  
 in medio non resistit non resistitur. Ab.  
 et vi priori  
 motu uniformi. latus  
 Parabolica  
 cum vi in corpus alterum ad illius statum mutandum impressa,  
 et vi priori  
 huius est duplex, progressivus secundum lin-  
 eam quoniam qui vel quiescit vel motu uniformi. latus  
 in medio non resistit non resistitur. Ab.  
 et vi priori  
 motu uniformi. latus  
 Parabolica

# Newtonův první zákon pohybu:

**Každé těleso setrvává ve svém stavu klidu nebo rovnoměrného pohybu v daném směru přímo vpřed (*rozumí se v daném směru přímo vpřed ve smyslu pohybů specifikovaných v druhé větě rukopisné dvouvěte formulace prvního axiomu, resp. v komentáři k jednověte formulaci v Principiích*), pokud není působícími silami nuceno svůj stav změnit.**

- 2012 Černohorský M.: Newtonův první zákon pohybu 1687 (1726) ve světle Newtonových rukopisů. Čs. čas. fyz. 62 (2012) 331.
- 2012 Černohorský M.: Der wahre Inhalt Newton's ersten Gesetzes der Bewegung 250 Jahre nicht völlig interpretiert. Internationaler Kongress zu neuen Formen der Lehre und des Lernens. Saarbrücken, 22. –23. November 2012.
- 2012 Černohorský M.: Newtonův první zákon pohybu 1687 (1726) ve světle jeho rukopisů. Přednáška. Seminář Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity. 16. 11. 2012.
- 2010 Černohorský M.: Newtonova translačně-rotační formulace prvního zákona pohybu. In: P. Dub a J. Musilová (Eds.): Ernst Mach – Fyzika – Filosofie – vzdělávání. muni PRESS, Masarykova univerzita 2010. 284 s. S. 248–254.
- 1991 Černohorský M.: Mach's criticism on Newton's axiomatization and the Rotation in Lex I. In: Prosser V., Folta J. (eds.): Ernst Mach and the Development of Physics. Conference papers. Karolinum, Prague, 1991. 531 p. Pp. 267–270.
- 1988 Černohorský M.: The rotation in Newton's wording of his first law of motion. In: Kamiński W. A. (red.): Proceedings of the Lublin Tercentary Celebration "Isaac Newton's Philosophiae Naturalis Principia Mathematica", 15–17 October 1987, Lublin, Poland. World Scientific Publ. Co., Singapore-New Jersey-Hong Kong, 1988. 221 p. Pp. 28–46.
- 1979 Černohorský M.: Problém interpretace Newtonovy formulace prvního pohybového zákona. Folia facultatis scientiarum naturalium Universitatis Purkynianae brunensis 20 (1979), Physica 28, opus 3, pp. 5–32. Univerzita J. E. Purkyně, Brno, 1979.
- 1977 Černohorský M.: Nová formulace Newtonova prvního pohybového zákona. Folia facultatis scientiarum naturalium Universitatis Purkynianae brunensis 18 (1977), Physica 23, opus 1, pp. 5–36. Univerzita J. E. Purkyně, Brno, 1977.
- 1977 Černohorský M.: Přednáška na konferenci. 30. 8. 1977. Tři Newtonovy nápovědi k zahrnutí rotace do prvního axiomu. 5. konference československých fyziků, Košice, 29. 8. –1. 9. 1977.

## • 1975 Černohorský M.:

# Newtonova formulace prvního pohybového zákona.

## Pokroky matematiky, fyziky a astronomie 20 (1975) 344–349.

- 1975 Černohorský M.: Newtonova formulace 1. pohybového zákona. Přednáška ve Fyzikální pedagogické skupině brněnské pobočky Jednoty československých matematiků a fyziků. Brno, 9. dubna 1975.....