

DU NEPASTEBĖTI I. NIUTONO MOKSLINĖS KŪRYBOS MOMENTAI*

Liubomiras Kulviecas

Lietuvos edukologijos universitetas, Studentų g. 39, LT-08106 Vilnius, Lietuva

Įteikta 2012-03-29; priimta 2012-05-07

Anotacija. Šis darbas buvo svarstytas mokslo istorikų konferencijoje „Scientia et historia - 96“ ir labai teigiamai įvertintas. Jame aptariamas nežinomas I. Niutono mokslinės kūrybos fragmentas, kurį autorius aptiko Kembridžo universiteto rankraštyne. Duomenų analizė atlikta labai profesionaliai. Šiuo darbu galėtų didžiuotis kiekvienas prestižinis mokslo istorijos leidinys.

Reikšminiai žodžiai: fundamentalioji kinematikos sąvoka „pagreitis“ (*acceleratio*), pagrindinis dinamikos dėsnis, jėgos impulsas.

Įvadas

2012 m. minėsime 325-ąsias Izaoko Niutono mokslinio veikalo „Matematiniai gamtos filosofijos pagrindai“ („Principia“) išleidimo metines.

Straipsnyje „Du nepastebėti I. Niutono mokslinės kūrybos aspektai“ Liubomiras Kulviecas atkreipia dėmesį į du mokslo istorikų iki šiol nepastebėtus I. Niutono mokslinės kūrybos momentus, liečiančius mechanikos istoriją. Vienas jų – tai faktas, jog fundamentalioji kinematikos sąvoka „pagreitis“ ir ją žymintis terminas (*acceleratio*) buvo įvesti į mechaniką ne XIX a. viduryje, kaip iki šiol tvirtinama mechanikos istorijos veikaluose, bet XVII a. aštuntajame dešimtmetyje nedideliame I. Niutono traktate apie cikloidinės spyruoklės judėjimą, o vėliau – jo genialiajame veikale „Matematiniai gamtos filosofijos pagrindai“ („Principia“).

Antrasis momentas – tai aplinkybė, jog įžymusis II Niutono dėsnis „LEX II“ yra teisingas teiginys *PRINCIPIA* sistemoje tik tada, kai to dėsnio formuluotėje figūruojantis terminas „*vis matrix impressa*“ („veikiančioji varomoji jėga“) reiškia ne įprastinę fizikinę jėgą, bet (jėgos) impulsą.

Šiame straipsnyje norėta atkreipti dėmesį į keletą iki šiol, kiek žinoma, dar nepastebėtų Niutono mokslinės kūrybos momentų, susijusių su klasikinės mechanikos (kartais vadinamos *Niutono mechanika*) pagrindais. Trumpai ir schemiškai paliesime du dalykus:

1) vienos iš svarbiausių mechanikos sąvokų – pagreičio – sistematizaciją Niutono veikaluose; 2) pagrindinio dinamikos dėsnio – garsiosios Niutono LEX II kontekstą ir loginę vertę jo fundamentaliajame veikale „*Philosophiae naturalis principia mathematica*“ (toliau trumpai – „Principia“).

* Straipsnį po autoriaus mirties pateikė giminės.

Pirmiausia apžvelgsime pagreičio sąvokos sistematizaciją Niutono darbuose. Visų pirma, sekdami žinomu šiuolaikiniu mokslo istoriku M. Jammeriu (Jammer 1961), pastebėkime, kad, tiriant kurios nors tikslųjų mokslų sąvokos raidą, pravartu išskirti tris tos raidos stadijas:

I *konceptualizaciją* – t. y. sąvokos formavimosi procesą;

II *sistematizaciją* – mokslinės sąvokos įtraukimą į atitinkamos teorijos sintaksę ir mokslinę kalbą;

III *formalizaciją* – formalų ir griežtą sąvokos apibrėžimą deduktyvioje teorijos konstrukcijoje.

Iki šiol mechanikos istorikai, remdamiesi, matyt, XIX a. prancūzų mechaniku H. Resaliu (Resal 1862), tvirtina, kad pagreičio sąvoka ir pats terminas „pagreitis“ mechanikoje bei fizikoje atsirado tik XIX a. viduryje – daugiausia dėl prancūzų mokslininkų darbų įtakos. Žymus matematikos ir mechanikos istorikas I. Veselovskis savo turinigame veikalė „Teorinės mechanikos istorijos apybraižas“ rašo: „Taigi, kinematikos kaip savarankiško mokslo susikūrimo metais reikia laikyti 1841 m., kada buvo nustatyta pagreičio sąvoka“. Minėtasis H. Resalis žinomoje monografijoje „Traite de cinematique pure“, išleistoje 1862 m. (tai, beje, pirmasis mechanikos istorijoje veikalas, skirtas vien tik kinematikai), tvirtina tą patį: „1841 m. p. Poncelet, išplėsdamas geometrinių idėjų, susijusių su kreivaeigiu judesiu, sritį, įvedė į mokslą fundamentalią *geometrinių pagreičių* sąvoką, kurią aš vėliau pritaikiau savo „Mechanikos elementuose“ <...>.“

Taigi, jei mechanikos istorikai teisūs, tai pagreičio sąvokos sistematizacijos stadijos pradžia reikia laikyti XIX a. vidurį. Tačiau dabar jau nesunku dokumentaliai įrodyti, kad šią datą būtina nukelti maždaug 170 metų atgal, į XVII a. aštuntajame dešimtmetyje, nes pagreičio sąvokos sistematizacijos stadija prasideda būtent nuo I. Niutono, nuo jo originalių teorinių cikloidinės svyruoklės judėjimo tyrimų. Šie tyrimai išliko tik rankraštyje ir drauge su daugeliu kitų Niutono rankraščių mokslo visuomenei nebuvo žinomi iki pat šio šimtmečio antrosios pusės. 1962 m. tą rankraštį, pavadintą „Gravia in trochoide descendente“, kartu su kitais dar nespausdintais Niutono darbais išleido Kembridže sutuoktiniai Rupert ir Marie Hallai (Hall, A. R., Hall, M. B. 1962), o 1968 m. – su gana išsamiais komentarais – D. T. Whiteside'as (Whiteside 1968). Būtent šiame darbe Niutonas – pirmasis mechanikos istorijoje – pavartojo terminą „pagreitis“ (*acceleratio*) konkretaus fizikinio dydžio prasme ir pasinaudojo šio fizikinio dydžio matematiniais sąryšiais su kitais mechaniniais bei kinematiniais dydžiais (Niutono samprotavimuose tie sąryšiai, sekant Euklidu, reiškiami proporcijų pavidalu). Atrodo, kad svarbiausias tikslas, kurio šiame darbe siekė Niutonas, buvo parodyti kiek kitaip, įtikinamiau, negu tai padarė olandų fizikas Chr. Huygensas savo knygoje „Horologium oscillatorium“ (Hugenius 1673), jog cikloidinės svyruoklės svyravimai yra tautochroniški, t. y. jog tų svyravimų periodas nepriklauso nuo svyravimų amplitudės. Įsigilinus į Niutono tekstą, matyti, kad pagrindinis jo įrodymo ramstis yra kaip tik pirmą kartą mechanikoje panaudoto fizikinio dydžio „*acceleratio*“ (pagreitis) matematinės savybės.

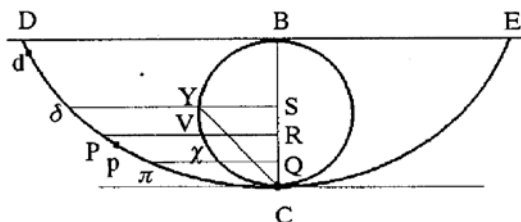
Pirmoji ir svarbiausioji Niutono rankraščio dalis tokia:

Gravia in trochoide descendunt

Sit DCE Trochoides ad $1/2$ circulum BCY pertinens quae planum horizontale tangat in C insistentis ei normaliter. Inque curva DC grave descendat a D ad C dilapsus per puncta δ , P, et π . Et agantur δYS , PVR, $\pi \chi Q$ parallelae ad DE&c.

1. Dico quod gravitatis efficacia sive descenduntis acceleratio in singulis descensus locis D, P, O, &c est ut spatium describendum DC, δC , PC, &c. Scilicet obliquitas descensus minuit efficaciam gravitatis ita ut si gravia duo descensura sint ad C alterum B recta per diametrum BC, alterum C[Y] oblique per chordam YC: Minor erit acceleratio gravis Y propter obliquitatem descensus idque in ratione YC ad BC ita ut ambo gravia simul perveniant ad C. Est autem BC parallela curvae in D, ac YC parallela ipsi in δ , ideoque acceleratio gravis in D est eadem cum acceleratione gravis descenduntis in BC ut et acceleratio gravis in δ eadem cum acceleratione gravis descenduntis per YC. Quare descenduntis acceleratio in D est ad accelerationem ejus in δ ut BC ad YC, sive ut eorum dupla DC ad δC . Q.E.O.

2. Gravia in Trochoide descendunt, alterum a D, alterum a quolibet alio puncto P, simul pervenient ad C. Nam ut sunt longitudines DC, PC, ita accelerationes sub initio motus in D et P: quare spatia primo descripta puta Dd & Pp erunt in eadem ratione. Unde dividendo est DC. PC::dC.pC. Quare accelerationes in d et p permanent in eadem ratione, et etiamnum generabunt velocitates descenduntium in eadem ratione, efficiuntque ut gravia pergant describere spatia d δ & p π in eadem ratione.



Adeoque spatia δC et πC erunt in illa ratione idque continuo donec utrumque simul in nihilum evanescat. Quare gravia simul attingent punctum C.

Potuit etiam hoc inde ostendi quod posito DC. $\delta C::PC$. πC sit D δ . P $\pi::\sqrt{BS} \cdot \sqrt{RQ}::$ velocitas post descensum ad profunditatem BS. Ad velocitatem post descensum ad profunditatem RQ.

3. Itaque si grave undulet in Trochoide undulationes quaelibet erunt ejusdem temporis.

Vertimas

„Tegul kreivė DCE yra trochoidė,¹ atitinkanti pusę apskritimo BCY; tegul ji liečia horizontalią plokštumą taške C ir yra statmena jai (žr. pav.).

¹ Trochoidė – plokščioji kreivė, kurią brėžia su apskritimu susietas taškas M, kai tas apskritimas rieda kitu apskritimu. – L. K.

Tegul kreivė iš taško D į C krinta svarusis kūnas, praeinantis pro taškus δ , P ir π . Atkarpos δYS , PVR, $\pi\chi Q$ yra lygiagrečios su pagrindu DE.

1. Aš tvirtinu, kad sunkio efektyvumas (*gravitatis efficatia*) arba krintančio kūno pagreitis (*acceleratio*) atskirose kritimo vietose D, δ , P ir t. t. yra proporcingas nueisimam keliui DC, δC , PC ir t. t., nes kritimo nuožulnumas mažina sunkio efektyvumą taip, kad jeigu du svarūs kūnai krinta iki taško C, – kūnas B tiesiog skersmeniu BC, o kūnas Y įstrižai styga YC, tai pastarojo kūno pagreitis (*acceleratio*) dėl kritimo pražulnumo bus mažesnis, ir būtent santykiu YC: BC, taip kad abu svarieji kūnai kartu pasieks tašką C. Tačiau BC yra lygiagretus su kreive taške D, o YC – lygiagreti su ja taške δ . Todėl svarauso kūno pagreitis taške δ yra toks pat, kaip pagreitis kūno, krintančio styga YC. O krintančio kūno pagreičio taške D santykis su jo pagreičiu taške δ lygus santykiui BC::YC arba jų dvigubų ilgių DC ir δC santykiui. Tai ir reikėjo įrodyti.

2. Jeigu du svarūs kūnai krinta trochoide – vienas iš taško D, o kitas iš bet kurio kito taško P, tai jie tašką C pasieks vienu metu, nes koks yra ilgių DC ir PC santykis, toks yra ir pagreičių santykis judėjimo pradžioje taškuose D ir P. Todėl kelių, nueitų pačioje pradžioje, pavyzdžiui, Dd ir Pp, irgi bus toks pat santykis. B čia dalijant gaunama: DC:PC = dC:pC. Dėl to pagreičių taškuose d ir p santykis bus toks pat; todėl jie ir dabar sukurs krintančiųjų kūnų greičius, kurių didumų santykis bus irgi toks pat. Iš čia išplaukia, kad toks bus ir svariųjų kūnų nueitų kelių d δ ir p π santykis. Lankų δC ir πC santykis nuolat liks vienodas, kol jie mažėdami virs nuliu. Taigi, svarieji kūnai pasieks tašką C vienu metu <...>.

3. Vadinasi, jeigu svarusis kūnas švytuoja trochoide, tai bet kokie švytavimai bus vienodos trukmės.“

Trumpai paanalizuokime šį unikalų tekstą.

Visų pirma pastebėkime, kad Niutonas, įvesdamas į mokslinę apyvartą terminą „*acceleratio*“, reiškiantį ne greitėjimo procesą, bet **kinematinį dydį**, suteikia jam semantinę *funktoriaus* kategoriją, t. y. jis kalba ne apie pagreitį apskritai, bet apie trochoide krintančio **kūno pagreitį taške P ar taške D, ar taške δ** ir t. t. Taigi, Niutonas iš karto vartoja **momentinio** (o ne tolygiai kintamo judėjimo) **pagreičio** sąvoką. Tai būtų jau aukštesnė fizikinių dydžių sąvokų darybos pakopa: Niutonas tarsi praleidžia vieną grandį pagreičio sąvokos konstrukcijoje – grandį, susijusią su tam tikro ekvivalentumo sąryšio nustatymu tolygiai kintamų judesių aibėje (Maxwell 1876).

Antra, Niutono įvestasis momentinis (ar lokalinis) trochoide krintančio kūno pagreitis yra, kaip matyti iš 1 ir 2 punktų formulavimų, momentinis skaliarinis taško pagreitis (dabartiniais terminais kalbant, – liestinis pagreitis dv/dt), lygus (identiškas) gravitacinio lauko stiprio **g** projekcijai trochoidės liestinėje (Niutono *gravitatis efficatia*). Pasak Niutono, šis „sunkio efektyvumas“ lemia tam tikrą kūno greičio pokytį (dv) per nustatytą laikotarpį (dt) – visai kaip šiuolaikinėje kinematikoje.

Kita vertus, akivaizdu, kad Niutonas, naudodamasis pagreičio sąvoka, visgi neatskleidė viso jos turinio, juoba nedefinavo jos. Galima išskirti dvi priežastis:

1) savo samprotavimus Niutonas grindė tradicine Euklido ir Eudokso proporcijų teorija, pripažįstančia tik vienuarūšių dydžių santykius ir vedančia prie (skaliarinių) fi-

zikinių dydžių suliejimo su realiaisiais skaičiais (fizikinių dydžių *arimetizacija*, arba *pitagorizacija* (Resal 1862);

2) XVII ir XVIII a. dar nebuvo žinomas vadinamasis abstrakcijos principas kaip pagrindinis fizikinių dydžių sąvokų darybos metodas.

Taigi, priešingai tam, ką nuo seno teigia mechanikai bei mechanikos ir fizikos istorikai, pagreičio sąvoką ir patį terminą „pagreitis“ į mechaniką įvedė ne prancūzas J. V. Poncelet'as XIX a., bet I. Niutonas XVII a. Šios sąvokos sistematizacija, kaip ir kitos pagrindinės mechanikos bei fizikos sąvokos – masės sistematizacija, yra Niutono nuopelnas. Kaip matyti iš minėtųjų D. Whiteside'o komentarų dėl šio Niutono rankraščio, šitos svarbios aplinkybės nepastebėjo net ir jis – labai kruopštus ir tikslus Niutono darbų aiškintojas.

Cikloidinių svyruoklių tautochronizmą Niutonas nagrinėja ir savo pagrindiniame veikale „Principia“. Čia jis tiria bendresnį (hipocikloidžių) atvejį, turėdamas galvoje svyruoklių judėjimą gravitaciniame rutulio pavidalo Žemės lauke. Pagrindinė jo įrodinėjimų idėja yra ta pati, kaip ir darbe „Gravia in trochoide descenduntia“; ir čia jis iš esmės remiasi matematinėmis pagreičio kaip fizikinio dydžio savybėmis, laisvai naudodamasis pagreičio (*acceleratio*) terminu. Tuo nesunku įsitikinti, susipažinus su atitinkamais „Principia“ fragmentais, esančiais Pirmosios knygos X skyriuje, pavadintame „Apie kūnų judėjimą duotaisiais paviršiais ir apie švytuoklinį svyruoklių judėjimą“ (Westfall 1971).

Keista, kad šios aplinkybės, rodančios, jog atitinkami „Principia“ fragmentai yra pagreičio sąvokos sistematizacijos tąsa – sistematizacijos, pradėtos to paties Niutono ankstesniame darbe, – nepastebėjo nė vienas mechanikos ar matematikos istorikas. Priešingai, būta net tokių „Principia“ komentatorių bei vertėjų (pavyzdžiui, rusų akademikas A. N. Krylovas), kurie apskritai neigė, jog Niutonas kur nors, taip pat ir traktate „Principia“, yra naudojęsis pagreičio sąvoka.

Dabar apžvelgsime LEX II iš „Principia“ – tai pagrindinis Niutono dinamikos dėsnis, daugybę kartų gvilďentas kiekvieno mechaniko ar fiziko jo paskaitose, traktatuose ar vadovėliuose, lieka savotišku matematiniu sfinksu, kurio mįslingumą sukelia jėgos sąvokos neaiškumas Niutono „Praduose“. Originalioji dėsnio formuluotė yra tokia:

LEX II

Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae, et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur. (Judėsio pokytis yra proporcingas veikiančiajai varomajai jėgai ir vyksta tiesios linijos, kuria toji jėga veikia, kryptimi.)

Jau 1876 m. Dž. K. Maksvelas, komentuoamas šį dėsnį savo knygoje „Materija ir judėjimas“, pastebėjo, kad Niutono formuluotėje pavartotasis terminas „veikiančioji jėga“ (*vis motrix impressa*) visai nereiškia įprastinės fizikams **jėgos**. „Veikiančiąja jėga, – rašo Maksvelas, – jis (t. y. Niutonas) supranta tai, kas dabar vadinama **impulsu**, kuriame atsižvelgiama tiek į jėgos veikimo trukmę, tiek ir į jos intensyvumą“ (Maxwell 1876).

Šios Maksvelo pastabos teisingumą patvirtino jau XX a. mokslo istorikų – E. Dijksterhuiso (Dijksterhuis 1956), A. Aronso (Arons, Bork 1964), R. Westfallo ir kt. tyrimai.

Šie mokslininkai nustatė, kad iš tikrųjų Niutono terminai „*vis motrix*“, „*force*“ ne tik kai kuriuose „*Principia*“ fragmentuose, bet ir kai kuriuose jo rankraščiuose reiškia ne įprastinę fizikinę jėgą, bet **jėgos impulsą**, t. y. kad šie terminai žymi fizikinį dydį, kurį vaizduoja ne vektorius **F**, kaip dabar rašome, bet vektoriaus **F** trukminis integralas $\int_{t_0}^t \mathbf{F} dt$.

Aprašant mechanikos pagrindų evoliuciją, kaip svarbų rezultatą galima išskelti ir bendresnį bei stipresnį teiginį:

Niutono suformuluotas antrasis judėjimo dėsnis (LEX II) yra teisingas teiginys „Principia“ sistemoje tik su ta sąlyga, kad jame figūruojantis terminas „vis motrix“ reiškia ne pačią fizikinę jėgą, vaizduojamą vektoriumi F, bet jėgos impulsą, t. y. fizikinį dydį, vaizduojamą trukminiu integralu $\int_{t_0}^t \mathbf{F} dt$; jeigu Niutono terminą „vis motrix“ suprasime kaip įprastinę jėgą (t. y. kaip fizikinį dydį, vaizduojamą vektoriumi F), tai garsioji LEX II Niutono traktate „Principia“ yra klaidingas teiginys.

Iš tikrųjų, Niutonas formuluoja LEX II kaip proporcingumą tarp judesio kiekio pokyčio ir veikiančiosios jėgos. Tikslią proporcingumo tarp dviejų ar keleto įvairiarūšių dydžių prasmę Niutonas nustatė atskirame „Paiškinime“ (*Scholium*), kurį galima laikyti tradicinės (euklidinės) proporcingumo sąvokos pagiliniu ir išplėtimu:

„*Scholium*“

Si quantitates indeterminatae diversorum generum conferantur inter se, et earum aliqua dicatur esse ut est alia quaevis directe vel inverse: sensus est, quod prior augetur vel diminuitur in eadem ratione cum posteriore, vel cum ejus reciproca. Et si earum aliqua dicatur esse ut sunt aliae duae vel plures directe vel inverse; sensus est, quod prima augetur vel minuitur in ratione quae componitur ex rationibus in quibus aliae vel aliarum reciprocae augentur vel diminuuntur. Ut si A dicatur esse ut B directe et C directe et D inverse: sensus est, quod A augetur vel diminuitur in eadem ratione cum $B \times C \times 1/D$, hoc est, quod A et BC/D sunt ad invicem in ratione data“ (Westfall 1971).

Lietuviškas vertimas:

„Kai įvairių rūšių kintamieji dydžiai lyginami vienas su kitu ir kai sakoma, kad kuris nors iš jų yra tiesiog arba atvirkščiai proporcingas kitam, tai reiškia, kad pirmasis jų didėja arba mažėja tuo pačiu santykiu, kaip antrasis arba jam atvirkštinis. Ir kai sakoma, kad kuris nors tų dydžių yra tiesiog arba atvirkščiai proporcingas kitiems dviem (arba ir didesniam jų skaičiui), tai reiškia, kad pirmasis didėja arba mažėja tokiu santykiu, kuris susidaro iš santykių, kuriais kiti dydžiai arba jiems atvirkštiniai didėja arba mažėja. Pavyzdžiui, kai sakoma, kad A yra tiesiog proporcingas B, tiesiog proporcingas C ir atvirkščiai proporcingas D, tai reiškia, kad A didėja arba mažėja tuo pačiu santykiu, kaip $B \times C \times 1/D$, t. y. kad A sutinka su BC/D nustatytu santykiu.“

Bet kai jėga, vaizduojama vektoriumi $\mathbf{F}_1$, veikdama laikotarpiu Δt_1 ², pakeičia judesio kiekį dydžiu, vaizduojamu vektoriumi $\Delta \mathbf{Q}_1$, o jėga, vaizduojama vektoriumi $\mathbf{F}_2$, veikdama laikotarpiu Δt_2 , pakeičia judesio kiekį dydžiu, vaizduojamu vektoriumi $\Delta \mathbf{Q}_2$, tuomet, remdamiesi Teiloro formule, turime:

$$\Delta \mathbf{Q}_1 = \mathbf{F}_1 \cdot \Delta t_1 + {}^\circ(\Delta t_1),$$

$$\Delta \mathbf{Q}_2 = \mathbf{F}_2 \cdot \Delta t_2 + {}^\circ(\Delta t_2),$$

čia simbolis ${}^\circ(\Delta t)$ – vektorius, kurio modulio nykimo eilė yra didesnė už Δt nykimo eilę, kai $\Delta t \rightarrow 0$ (16, p. 33).

Vadinasi, vektorių $\Delta \mathbf{Q}_i$, $\mathbf{F}_i$, $i = 1, 2$ moduliai atitinka lygybę:

$$\frac{[\Delta Q_1]}{[\Delta Q_2]} = \frac{[F_1]}{[F_2]} \cdot \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} \frac{1 + 0(\Delta t_1)}{1 + 0(\Delta t_2)},$$

čia simbolis $0(\Delta t)$ reiškia ne aukštesnės nykimo eilės dydį negu Δt , kai $\Delta t \rightarrow 0$. Taigi, tarp „judesio kiekio“ pokyčių ($\Delta \mathbf{Q}_i$) ir „jėgų“ ($\mathbf{F}_i$) nėra to proporcingumo, apie kurį kalba LEX II.

(Verta pastebėti, kad kruopščiai pergaltotoje LEX II formuluočioje Niutonas, postulodamas judesio kiekių pokyčių ir veikiančių jėgų proporcingumą, nieku neriboja laikotarpių, per kuriuos tos jėgos veikia, trukmės. Šiuo atžvilgiu LEX II aiškiai skiriasi nuo „Principia“ VIII apibrėžimo, kuriame, nustatant proporcingumą tarp varančiosios centrinės jėgos (*vis centripetae quantitas motrix*) ir atitinkamo judesio kiekio pokyčio, tiksliai nurodoma jėgos veikimo trukmės pastovumo sąlyga (*quem dato tempore generat*). Tokio pat pobūdžio ir VII apibrėžimas (Westfall 1971)).

Taigi, ta aplinkybė, kad fundamentaliajai LEX II Niutono traktate „Principia“ galima padaryti tokį gana griežtą nuosprendį, irgi liko ligi šiol nepastebėta. Priešingai, mechanikos istorikai, pavyzdžiui, minėtasis E. J. Dijksterhuis, yra tos nuomonės, kad LEX II teisinga abiem jėgos koncepcijoms – ir $\mathbf{F}$, ir $\int \mathbf{F} dt$. Bet tai, kaip matome, neteisinga nuomonė.

Literatūra

- Arons, A. B.; Bork, M. 1964. Newton's Laws of Motion and the 17th Century Laws of Impact, *Am. J. of Phys.* 32(4): 313–317. <http://dx.doi.org/10.1119/1.1970268>
- Dijksterhuis, E. J. 1956. *Mechanisierung des Weltbildes*. Berlin: Springer-Verlag. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-62037-9>
- Hall, A. R.; Hall, M. B. (Ed.). 1962. *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*. Cambridge: University Press.
- Hugenius, Chr. 1673. *Horologium oscillatorium sive de motu pendulorum ad horologia aptato demonstrationes geometricae*. Paris.
- Jammer, M. 1961. *Concepts of Mass in Classical and Modern Physics*. Cambridge Massachussetts: Harvard University Press.
- Maxwell, J. C. 1876. *Matter and Motion*. London.

² Funktorių „laikotarpis Δt “ reikia suprasti kaip trukmę, kurios skaitinė vertė, atitinkanti nustatytą laiko vienetą, yra Δt .

Resal, H. 1862. *Traite de Cinematique pure*. P. Mallet-Bachelier.

Westfall, R. S. 1971. *Force in Newton's physics*. London: Macdonald.

Whiteside, D. T. (Ed.) 1968. *The Mathematical Papers of Isaac Newton*. Vol. II. Cambridge: University Press.

TWO UNNOTICED MOMENTS IN ISAAC NEWTON'S SCIENTIFIC WORK

Liubomiras Kulviecas

*Lithuanian University of Educational Sciences,
Studentų g. 39, LT-08106 Vilnius, Lithuania*

Summary. The author points out two historical – methodological aspects of Newton's scientific work which have not been analysed yet.

First, the author proves that the systematization of the concept of acceleration begins with I. Newton's works "Gravia in Trochoide Descendentia" (ca. 1670) and PRINCIPIA but not, as the historians of mechanics have traditionally claimed, with lectures in physical mechanics by J. V. Poncelet in the years 1838–1848.

Famous LEX II in I. Newton's PRINCIPIA can only be regarded as a true proposition if the Newtonian term "vis motrix impressa" means not force itself, but rather the impulse of the force. If the above-named term is interpreted as the habitual physical force, LEX II is false as a physical proposition.

Keywords: fundamental concept of kinematics acceleration (acceleratio), the basic law in dynamics, impulse of the force.

Liubomiras KULVIECAS (1928–1995). Lietuvos edukologijos universiteto Fizikos fakulteto profesorius, habil. daktaras. Pagrindinės mokslinių interesų kryptys: fizikos ir matematikos istorija, klasikinė mechanika, Izaoko Niutono mokslinis palikimas. L. Kulviecas knygos „Fragments on History of Physics and Mathematics“ (2003 m. – pirmas leidimas, 2005 m. – antras leidimas, 2010 m. – trečias leidimas) autorius. Knygos globėja – Lietuvos nacionalinė UNESCO komisija. 2007 m. Vilniuje išleista L. Kulvieco knyga „Laiko samprata klasikinėje mechanikoje“, skirta I. Niutono atminimui.

Liubomiras KULVIECAS (1928–1995). Professor of Faculty of Physics in Lithuanian University of Educational Sciences. The main scientific interests consist of history of physics and mathematics, classical mechanics, scientific heritage of Isaac Newton. Liubomiras Kulviecas the author of the book „Fragments on History of Physics and Mathematics“ (2003 – first edition, 2005 – second edition, 2010 – the third edition), which was published under the patronage of Lithuanian National Commission of UNESCO. The book „The Concept of Time in classical mechanics“ (2007) was published in Vilnius and was dedicated to the memory of Isaac Newton.