P. LYNDSAS: JUDĖJIMO NEAPIBRĖŽTUMO PROBLEMA

Jonas Čiurlionis

Vilniaus universiteto Filosofijos katedra
Universiteto g. 9/1, LT-01513 Vilnius
Tel. +370 670 104 11
El. paštas: *jciurlionis@hotmail.com*

2003 metais publikuoti Peterio Lyndso darbai sukėlė didelį susidomėjimą iškelta judėjimo neapibrėžtumo problema. Kai kurie mokslininkai autoriaus idėjas teigė esant vienu svarbesniu poeinšteininiu atradimu erdvės ir laiko problematikoje. Pirmoje straipsnio dalyje bendrais bruožais aptariama judėjimo neapibrėžtumo problema, pagrindinį dėmesį skiriant akimirkos–intervalo kontroversijai ir „menamojo laiko" kritikai. Antroji dalis atskleidžia P. Lyndso argumentacijos nepakankamumą sprendžiant Zenono Elėjiečio aporijas. Be to, pateikiamas naujas originalus „Achilo ir vėžlio" aporijos sprendimo būdas. Galiausiai parodoma, kad nors P. Lyndso idėjos yra įdomios filosofine prasme, tačiau nėra traktuotinos kaip revoliucingas atradimas erdvės ir laiko tyrimų sferoje.

***Reikšminiai žodžiai**: laikas, erdvė, aporija, neapibrėžtumas, akimirka, intervalas.*

„Kas yra Peteris Lyndsas?" (Adam, 2003) – taip prasideda 2003 metais *The Guardian* pasirodęs straipsnis *The strange story of Peter Lynds*. Manau, šis klausimas yra aktualus ir ne vienam šio straipsnio skaitytojui. Kaip rašo Wikipedia enciklopedija, „Lyndsas lankė universitetą tik šešis mėnesius. Jo, kaip fiziko, karjera prasidėjo 2001 metais, pateikus straipsnį į *Foundations of Physics Letters* pavadinimu *Time and Classical Mechanics: Indeterminacy vs. Discontinuity* („Laikas ir klasikinė mechanika: Neapibrėžtumas vs. Nutrauktumas") (Wikipedia). Šiame straipsnyje pateikta laiko neapibrėžtumo problema ir Zenono Elėjiečio aporijų sprendimo būdas sukėlė milžinišką diskusijų bangą visame pasaulyje. Tarp fizikų ir filosofų, susidomėjusių Lyndso idėjomis, yra ir tokie žinomi mokslininkai kaip Johnas Wheeleris, Andrejus Chrenikovas. Brooke'o Joneso straipsnyje *Groundbreaking work in understanding of time* Lyndsas yra prilyginamas Albertui Einsteinui. Tuo pat metu netrūksta ir Lyndso teorijų kritikų. Vienas iš jų – fizikas Cesaris Sirventas teigia, kad Lyndso laiko teorija yra vidujai prieštaringa, o Zenono Elėjiečio laiko aporijų sprendimas pateikiamas straipsnyje *Zeno's Paradoxes: A Timely Solution* (Lynds, 2003b) siekia Aristotelio laikus. Pateiktoje laiko teorijoje Lyndsas meta iššūkį daugeliui šiuolaikinių fizikos teorijų, tarp jų ir gerai žinomai Stepheno W. Hawkingo vartojamai „menamojo laiko" (*imaginary time*) koncepcijai, pateiktai garsiajame jo darbe *A Brief History of Time*. Hawkingas kol kas dar nėra davęs atsakymo į Lyndso pateiktus argumentus.

Sukėlusi diskusijų Lyndso laiko teorija padarė autorių garsų visame pasaulyje. Jis kviečiamas skaityti paskaitų ir dalyvauti konferencijose. Akivaizdu, kad po Einsteino reliatyvumo teorijų ir Hawkingo pirmiau minėtos knygos dar nė viena laiko teorija nėra sulaukusi tokio dėmesio. Taigi nors naujoji laiko teorija dar nėra išsamiai įvertinta, manau, verta su ja supažindinti Lietuvos skaitytojus ir ją panagrinėti.

Šio straipsnio tikslai: išnagrinėti akimirkos–intervalo kontroversijos pagrįstumą Lyndso teorijoje ir įsitikinti, ar ši teorija pateikia pakankamą Zenono Elėjiečio aporijų sprendimą.

Laiko akimirka *vs* laiko intervalas

Pagrindinė Lyndso laiko teorijos tezė tokia: „neegzistuoja jokia tiksli, statinė laiko akimirka, esanti pagrindu dinamiškam fizikiniam procesui“ (Lynds, 2003a). Kitaip tariant, nėra tokio reiškinio kaip laiko akimirka, ir joks fizikinis procesas nėra sudarytas iš laiko akimirkų. Akimirką šiuo atveju reikėtų suprasti kaip apibrėžtą ir neturintį trukmės laiko tarpsnį. Iš šio postulato išplaukia, kad griežtąja prasme neįmanoma apibrėžti ir nustatyti jokio fizikinio reiškinio tikslaus įvykimo laiko. Kadangi joks fizikinis reiškinys negali būti suskaidytas į akimirkas, mes negalime tiksliai apskaičiuoti ir paties fizikinio reiškinio. Taigi negalime nustatyti, kada Einsteino pavyzdyje pateiktas traukinys kerta taškus A ir B (Einstein 2004). Taigi neegzistuoja fiksuota laiko sistema, pagal kurią būtų galima visiškai tiksliai apskaičiuoti fizikinį reiškinį. Pasak Lyndso, mes tegalime nustatyti apytikslį laiko tarpsnį, kuriuo įvyksta fizikinis reiškinys.

Kitaip tariant, teiginį, kad traukinio taškas A’ sutapo su bėgių tašku A 10-ąją sekundę, reikėtų pakeisti teiginiu, kad minėtieji taškai sutapo intervale tarp 10,00 ir 10,00999… sekundės. Neįmanoma nustatyti tikslaus traukinio buvimo laiko taške A, nes jis visą laiką juda. Net fotografijoje užfiksavę traukinio padėtį mes tik sąlygiškai galime apibrėžti jo fiksacijos akimirką, nes judantis objektas niekada nėra vienoje fiksuotoje vietoje. Tokiu būdu tiksliausiai įmanoma apibrėžti tik nejudantį kūną. Iš šio judėjimo neapibrėžtumo principo išeina, kad daugelis fizikinių formulių, kurios remiasi laiko (t), greičio (v) ir panašiais išvestiniais kintamaisiais, nėra tiksliai apibrėžtos.

Atrodytų, kad toks judėjimo neapibrėžtumas išvestas vadovaujantis Wernerio Heisenbergo neapibrėžtumo principu, skelbiančiu, jog neįmanoma „tiksliai apibrėžti elektrono padėties ir greičio tuo pat metu“ (*at the same instant*) (Heisenberg 1960: 554) ir pritaikyti makrolygmenyje. Tačiau, anot Lyndso, ši teorija yra ne Heisenbergo „neapibrėžtumo principo“ pasekmė arba pritaikymas makroobjektams, bet greičiau bendras principas, galiojantis mikro- ir makrolygmenyse. Judėjimo neapibrėžtumas taip pat atskleidžia, kad neegzistuoja jokia laiko progresija arba laiko tėkmė, apimanti laiko akimirkas. Vietoje laiko progresijos Lyndsas teigia egzistuojant tik reliatyvią reiškinių tvarką.

Paneigiama ir „menamojo laiko“ koncepcija, kartu sukritikuojant ne tik Einsteino specialiąją reliatyvumo teoriją, kurioje naudojamas „menamasis laikas“ (žr. A. Einstein *Relativity*), bet ir Hawkingo laiko krypčių teoriją. Ieškodamas kvantinės mechanikos ir gravitacijos suderinamumo Hawkingas remiasi Richardo Feynmano daugelio istorijų idėja, pagal kurią dalelė iš taško A į tašką B juda ne viena trajektorija, bet daugeliu galimų trajektorijų (Hawking 2003: 89). Naudojant „menamąjį laiką“ dingsta skirtumas tarp erdvės ir laiko – nėra skirtumo tarp laiko ir erdvės krypčių. „Menamojo laiko“ kryptis, anot Hawkingo, gali nesutapti su „realiojo laiko“ kryptimi. „Realiajame laike“ matematinė išraiška $-2x-2 = 4$ „menamajame laike“ bus pakeista išraiška $-2x-2 = -4$. Gaunama reliatyvumo teorijoje naudojama atstumo formulė: $ds^2 = dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$, kurioje skirtumas tarp laiko ir erdvės krypčių išnyksta. Todėl Hawkingas ir konstatuoja, kad „vadinamasis „menamasis laikas“ iš tikrųjų yra realusis laikas, o tai, ką mes vadiname realiuoju laiku, yra tik mūsų vaizduotės prasimanymas“ (Hawking 1989: 139). Remdamasis „menamojo laiko“ konceptu, knygos *A Brief History of Time* („Trumpa laiko istorija“) skyriuje *The Arrow of Time* Hawkingas parodo, kad termodinaminė (žyminti entropijos didėjimą) ir psichologinė (subjekto jaučiamas laiko kryptiškumas) laiko kryptys sutampa, o remiantis antropiniu principu – termodinaminė ir kosmologinė (Visatos plėtimosi) laiko kryptys turi būti nukreiptos į tą pačią pusę (Hawking 1989: 143–153). Tačiau Lyndsas kritikuoja tokią poziciją ir „menamojo laiko“ konceptą teigdamas, kad laikas apskritai neturi jokios krypties. Galima kalbėti apie fizikinių reiškinių tvarką ir seką, bet ne apie laiko kryptį apskritai. Pasak jo, matematiškai yra „beprasmiška aprašyti įvykių sekos tvarką kaip esančią statmenai reliatyvią kitai įvykių sekai“ (Lynds, 2003a). Laiko krypties klausimas nėra paprastai išsprendžiamas. Atrodytų, kad Lyndsas yra teisus nuneigdamas laiko kryptiškumą, nes pats laiko realumas yra sąlyginis. Tačiau verta prisiminti, kad poeinšteininėje fizikoje laikas yra traktuojamas kaip vienas iš objekto matmenų. Judantis ar rimties būsenos objektas apibrėžiamas erdvėlaikio koordinatėmis, tokiu būdu laikui ir erdvei tampant savotiškais materialaus kūno atributais. Žvelgiant iš tokios pozicijos, galima kalbėti apie laiko kryptį ir jos pakeitimą. Savaime suprantama, „laiko krypties“ sąvoka čia vartojama sąlygiškai. Kaip pažymi Brianas Greene’as, „laiko apvertimo simetrija nereiškia, kad laikas yra apsuktas arba bėga atbuline tvarka. (…) tai liečia klausimą, ar įvykiai, vykstantys laike viena temporaline tvarka, gali taip pat vykti atvirkščia tvarka. Tinkamesnė sąvoka būtų įvykių apvertimas (*event reversal*) arba proceso apvertimas (*process reversal*), arba įvykių tvarkos apvertimas…“ (Greene 2004:145). Toks įvykių tvarkos apvertimas neprieštarauja fizikos dėsniams. Todėl Lyndso laiko krypties kritika daugiau remiasi „realiojo laiko“, o ne laiko, kaip fizinio objekto matmens, sąvoka.

Įvertinant akimirkos–intervalo kontroversijos problemą akivaizdu, kad Lyndso argumentacija prieštarauja analitinei fizinės erdvės ir laiko geometrijai, kurioje teigiama, kad atkarpa yra sudaryta iš dydžio neturinčių taškų, o laiko intervalas – iš trukmės neturinčių intervalų (plg. Грюнбаум 2003: 201). Savaime suprantama, kad matematiniai taškai, tiesės, kaip ir laiko akimirkos, „realiai“ neegzistuoja, tačiau juos atmesti reiškia neigti matematikos pagrindus. Be to, Lyndso idėjos akimirkos–intervalo prieštaros klausimu nėra originalios. Tokį patį sprendimą, atmetantį diskrečių dydžių aktualų egzistavimą, galime aptikti ir Aristotelio *Fizikoje*, kurioje teigiama, kad laikas nėra sudarytas iš atskirų momentų (žr. Aristotle: *Physics*). Matome, kad Lyndso samprotavimai akimirkos–intervalo perskyros atžvilgiu nėra originalūs ir geriausiu atveju gali būti įvardijami kaip aristoteliškos minties pratęsimas. „Menamojo laiko“, svarbaus reliatyvumo teorijos komponento, kritika savo ruožtu taip pat yra nepagrįsta.

Zenono Elėjiečio aporijų sprendimas

Istorijoje žinomas ne vienas bandymas išspręsti Zenono Elėjiečio aporijas. Jau Aristotelis *Fizikoje* bandė skirti potencialią ir aktualią begalybės sąvokas teigdamas, kad pastaroji realiai neegzistuoja. Begalinis atstumo ar trajektorijos dalomumas aporijose taip pat egzistuoja tik potencialiai. Naujausiais laikais aporijas tyrė B. Russellas, A. N. Whiteheadas, A. Grunbaumas, W. Jamesas ir daugelis kitų. Jie bandė rasti sprendimą derindami baigtinius ir begalinius, tolydžius ir netolydžius dydžius. Kaip pažymi G. J. Whitrowas, „nuo 1951 m. iki 1953 m. tik vienas angliškas žurnalas *Analysis* publikavo ne mažiau kaip septynis straipsnius, skirtus šiai (*Zenono Elėjiečio aporijoms – J. C.*) temai" (Уитроу 2003: 175).

Anot Lyndso, kai kurias iš Zenono Elėjiečio aporijų (išskyrus *Stadioną*) galima išspręsti remiantis judėjimo neapibrėžtumu. Autoriaus įsitikinimu, daugelis ligšiolinių aporijų sprendimų, nors ir pateikdami matematiškai nepriekaištingą rezultatą, rėmėsi klaidinga prielaida, kad įmanoma tiksliai nustatyti judančio kūno padėtį erdvės ir laiko atžvilgiu.

Taikant judėjimo neapibrėžtumo principą, deja, tenka konstatuoti, kad negalima išspręsti visų aporijų. Net akimirką pakeitę intervalu, vis tiek turime intervalų, apimančių akimirkas, seką. Tokia seka gali būti begalinė. Aporijos sprendimo būdą, besiremiantį akimirkos–intervalo paradoksu, nurodo ir Michaelis Clarkas knygoje *Paradoxes from A to Z* (Clark, 2004). *Strėlės aporijos* atveju strėlės trajektorija bus padalyta į tam tikrus laiko intervalus, o strėlė judės per tuose laiko intervaluose esančias akimirkas. Kadangi akimirka, anot Clarko, neturi trukmės, strėlės judėjimą reikia matuoti matuojant jos judėjimą intervalais. Taigi strėlė judės akimirkomis tokiu pat greičiu, kokiu ji juda intervalais. Clarko pateikiamas sprendimas remiasi grynai matematine intervalų sudėtimi, nurodant galutinę „siekiamybės" ribą. Pavyzdžiui, Achilo ir vėžlio lenktynių atveju tokia riba yra 1 (Achilas paveja vėžlį), o prie jo artėjama tokia begaline progresija: ½; ¾;7/8;15/16; 31/32, etc. Kiekviena tokia skaitmeninė išraiška yra vis arčiau 1 reikšmės. Akivaizdu, kad nė viena šių trupmenų nėra lygi vienetui. Tokį patį sprendimo būdą aptaria ir Robinas Le Poindevinas knygoje *Travels in Four Dimensions* (Le Poidevin 2003). Tačiau Adolfas Grunbaumas tokiame sprendimo būde įžvelgia dar Johanno Bernoullio padarytą klaidą, jog aktualiai egzistuoja paskutinis begalybės narys (Грюнбаум 2003). Sprendžiant Zenono Elėjiečio aporijas matematiškai, anot Lyndso, nors ir yra gaunamas teisingas rezultatas sudedant begalinių intervalų seką ir gaunant baigtinį rezultatą, tačiau toks sprendimo būdas neatskleidžia ir nepaaiškina judėjimo galimumo. Pakeitus akimirką intervalu, matematinės išraiškos žymi ne objekto padėtį tam tikrame fiksuotame laiko ir erdvės taške, bet momentą, kai objektas kerta tam tikrą erdvėlaikio intervalą. Šiuo atveju paaiškinamas objekto judėjimas. Tačiau ar toks būdas pakankamai paaiškina ir išsprendžia aporijas? Manau, kad tik iš dalies. *Strėlės aporijos* atveju skriejanti strėlė, neužimdama jokios apibrėžtos pozicijos erdvės ir laiko atžvilgiu, kirs sutartinius erdvės taškus tam tikrais laiko momentais. Taigi strėlė neužims jokios statiškos pozicijos tam tikroje laiko akimirkoje, nes laiko akimirkos, anot Lyndso, neegzistuoja. Vadinasi, negalėsime teigti, kad strėlė nejuda. Manau, kad toks sprendimo būdas iš dalies paaiškina strėlės aporiją.

Tačiau akimirkų seką pakeitus intervalų seka, visai neaišku, kodėl Achilas turi pavyti ir pralenkti vėžlį. Mano manymu, grynai matematinis šių aporijų sprendimas nėra pakankamas.

Aporijos būtent ir susidaro apsiribojant tik matematiniu sprendimu ir eliminuojant fizikinį greičio (v) dydį. Matematiniai sprendimai nedisponuoja greičio sąvoka, o greičiau atvirkščiai – objekto judėjimo greitis yra išreiškiamas matematinėmis skaitmeninėmis išraiškomis. Eliminavus Achilo greičio (v) ir vėžlio greičio (w) santykį, gaunama grynai matematinė – erdvinė judėjimo išraiška, kurioje objektas gali būti suvokiamas esantis statiškas ir užimantis tam tikrą poziciją erdvėje. Todėl aporijos sprendimas turėtų būti perkeltas į fizikos mokslo sritį. Visa ši aporija yra išsprendžiama daug paprasčiau turint $v > w$ ir turint pakankamą atstumą tarp starto ir finišo taškų, leidžiantį Achilui pasiekti finišą pirmam. {Kitaip tariant, aporijos nebelieka pereinant nuo matematinio jos sprendimo prie fizikinio ir sujungiant erdvę ir laiką į erdvėlaikį. Tokiu atveju aporijų sprendimui reikėtų taikyti reliatyvumo teorijas. G. J. Withrowas aptaria tokį *Strėlės aporijos* sprendimo būdą, naudodamas Lorenzo transformacijas (Уитроу, 2003). Objekto judėjimas yra išreiškiamas jo padėties kitimu erdvės ir laiko atžvilgiu.}

Daugelis grynai matematinių šios aporijos sprendimo būdų, deja, remiasi klaidinga implikacine prielaida: kad Achilas pralenktų vėžlį, jam reikia pasiekti tą patį erdvės ir laiko tašką, kurį užimą vėžlys (p→q). Priimant reikšmes, kad p yra teisingas (Achilas nori pralenkti vėžlį), nereiškia, kad q yra teisingas (Achilas nebūtinai turi pasiekti tą patį tašką, kuriame yra vėžlys). Natūralu, kad priimant šią prielaidą kaip teisingą, aporija yra sunkiai išsprendžiama (jei q – klaidingas, implikacija bus klaidinga). Vėžlio padėtis (*d2*) Achilo padėties (*d1*) atžvilgiu yra ateityje: Achilas dar tik turės pasiekti tašką *d2*. Todėl Achilo lenktynės yra veikiau su laiku nei su vėžliu. Tokią padėtį būtų galima įvardyti kaip erdvinę priklausomybę – Achilas yra priklausomas nuo vėžlio judėjimo trajektorijos (žr. 1 pav.).

```
d1                  d2          d3       d4   d5 d6            dx
I___________________I___________I________I___I__I_____________I
```

1 pav.

Eliminavus šią erdvinę priklausomybę, priartėjama prie aporijos sprendimo. Tarkime, vėžlys nejuda, o ramiai laukia Achilo. Ar tokiu atveju Achilas gali pavyti vėžlį? Atsakymas yra neigiamas. Žvelgiant dar radikaliau, Achilas ir vėžlys, net judėdami vienas priešais kitą, niekada nesusitiks. Akivaizdu, kad Achilas negali užimti tos pačios erdvės vietos kaip ir vėžlys, nes fiziškai neįmanoma, kad du fiziniai kūnai dalytųsi ta pačia vieta erdvėje (nebent Achilas prarytų vėžlį arba atvirkščiai). Dėl šios priežasties Achilas ir vėžlys negali kirsti to paties erdvinio taško tuo pačiu laiko momentu. Bet kuriuo atveju viena iš trijų erdvės koordinačių lenkimo momentu nesutaps. Achilui, norinčiam aplenkti vėžlį, reikės arba jį peršokti (z koordinačių ašis nesutaps), arba daryti lankstą (y koordinačių ašis nesutaps). Grynai iš erdvinės analizės tampa aišku, kad Achilas, bent jau lenkimo momentu, neužima tos pačios padėties erdvėje kaip ir vėžlys.

```
                                                     d5a  d6a
                                                      I    I
d1               d2            d3          d4   d5  d6          dx
I________________I_____________I___________I____I___I___________I
```

2 pav.

Įvedus laiko (atskirto nuo erdvės) matmenį, galima matyti, kad laiko momentu *t1* Achilas užima tašką *d1*, o vėžlys *d2*, toliau *t2*– Achilas – *d2*; vėžlys – *d3* ir t. t. Tačiau, tarkim, laiko momentu *t4* vėžliui užimant erdvės tašką *d5*, Achilas užims tašką *d5a* (Achilas lenkia vėžlį – erdvės taškai nesutampa), toliau *t5* – Achilas – *d6a*, vėžlys – *d6* (Achilas pralenkia vėžlį) ir t. t. iki finišo linijos dx, kurią pirmas pasiekia Achilas (žr. 2 pav.). Taigi atriboję Achilo judėjimą nuo erdvinės priklausomybės vėžlio judėjimo trajektorijai, matome, kad Achilas nepasieks tų pačių taškų kaip ir vėžlys. Skeptiškas kritikas galėtų teigti, kad abi judėjimo trajektorijos yra paralelės ir todėl vėžlys vis tiek pirmaus. Tačiau šiuo atveju trajektorijų atskyrimo esmė yra ta, kad pakinta Achilo atskaitos sistema – prieš tai jis vadovavosi vėžlio judėjimo trajektorija ir sąlyginiais joje esančiais taškais, kai vėžlio atskaitos sistema buvo bėgimo takelis, o dabartiniu atveju abiejų lenktynių dalyvių atskaitos sistemos sutampa. Įvedus bendrą atskaitos sistemą (bėgimo takelį), joje galime pažymėti bendrus sutartinius taškus (žymas), pvz.: 50 m, 100 m, 250 m (žr. 3 brėž.).

```
(Achilo trajektorija)
d1a              d2a              d3a
I-------------------I------------------I----------
d1 (startas)   d2 (50 m)    d3 (100 m)            d4 (250 m)          dx (finišas)
I______________I____________I_____________________I___________________I
(vėžlio trajektorija)
```

3 pav.

Tokiu atveju pradinė sąlyga, kad Achilas yra startiniame taške d1a, o vėžlys – startiniame taške d2, nereiškia, kad tašką d3 arba d3a pirmas pasieks vėžlys, nes Achilui vėžlio trajektorija nėra atskaitos sistema.

Matome, kad įvedus universalų laiko ir erdvės matmenį ir taikant jį kaip universalų abiem judantiems kūnams, laiko momentai sutaps. Tačiau akivaizdu, kad toks aporijos sprendimas nepaaiškina kūnų judėjimo.

Išvados

Įvertinant Lyndso teoriją, tenka konstatuoti, kad, deja, mestas iššūkis fizikai iš esmės nepakeičia situacijos. Netgi skaidydami objekto judėjimą į pačius smulkiausius ar net begalinius laiko vienetus, mes galime labai tiksliai apskaičiuoti, kada tiriamasis objektas pradėjo judėti, nustojo judėti ar susilygino su tašku X. Be abejo, laiko skaidymas į statiškas akimirkas, kaip ir pats laiko skaičiavimas, išvestas dirbtinai ir yra sąlyginis dalykas, tačiau akimirkos panaikinimas ir jos pakeitimas intervalu neišsprendžia problemos ir prieštarauja analitinės geometrijos pagrindams, todėl yra nepagrįstas. Be to, toks požiūris, atmetantis „realų“ laiko akimirkos egzistavimą, nėra originalus, nes jau buvo siūlomas Aristotelio *Fizikoje*.

Remiantis judėjimo neapibrėžtumo idėja, neįmanoma išspręsti visų Zenono Elėjiečio aporijų. Judėjimo neapibrėžtumo principas, paaiškinantis *Strėlės aporiją*, netinka *Achilo ir vėžlio* bei *Dichotomijos aporijoms*. *Achilo ir vėžlio aporijos* sprendimas remiasi: 1) neteisingos prielaidos, kad Achilas, norėdamas pavyti vėžlį, turi pasiekti tą patį erdvės tašką, kuriame yra vėžlys, panaikinimu; 2) Achilo ir vėžlio trajektorijų atskyrimu; 3) vienodos atskaitos sistemos taikymu abiem lenktyniaujantiems. Įvedus vieną bendrą atskaitos sistemą abiem judantiems kūnams, išvengiama erdvinės Achilo priklausomybės nuo vėžlio bėgimo trajektorijos.

LITERATŪRA

Adam, D. 2003 08 14. „The Strange Story of Peter Lynds“, in: *The Guardian* http://education.guardian.co.uk/higher/research/story/0,9865,1017994,00.html

Aristotle Physics, in: http://classics.mit.edu/Aristotle/physics.html

Brooks, Jones. „Ground-breaking work in understanding of time“. 2003 07 31, in: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2003-07/icc-gwi072703.php

Clark, Michael. 2004. *Paradoxes from A to Z*. London and New York: Routledge.

Einstein, Albert. 2004. *Relativity*. London and New York: Routledge Classics.

Greene, Brian. 2004. *The Fabric of the Cosmos*. New York: Alfred A. Knopf.

Hawking, Stephen W. 1989. *A Brief History of Time*. London – New York – Toronto – Sydney – Auckland: Bantam Press.

Hawking, Stephen. 2003. *Visata riešuto kevale*. Kaunas: UAB Jotema.

Heisenberg, Werner. 1960. „The Higher Physics Are Indeterminate: One Can't Say „For Sure“, in: *The Autobiography of Science*, ed. F.R. Moulton and J.J. Schifferes. Garden City, NY: Doubleday and Co, Inc.

Le Poidevin. 2003. *Travels in Four Dimensions*. New York: Oxford University Press.

Lynds, Peter. 2003a. „Time and Classical and Quantum Mechanics: Indeterminancy vs. Discontinuity“, in: http://cdsweb.cern.ch/search.py?recid=622019

Lynds, Peter. 2003b. „Zeno's Paradoxes: A Timely Solution“, in: http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00001197/

Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Peter_Lynds

Грюнбаум, Адолф. 2003. *Философские проблемы пространства и времени.* Москва: УРСС.

Уитроу, Дж. 2003. *Естественная философия времени.* Москва: УРСС.

P. LYNDS: THE PROBLEM OF INDETERMINANCY OF MOTION

Jonas Čiurlionis

Summary

Peter's Lynd's article „Time and Classical and Quantum Mechanics: Indeterminancy vs. Discontinuity“ published in *Foundations of Physics Letters* in 2003 made quite a buzz not only in academia but also attracted attention of leading media around the globe. Lynd's ideas about indeterminancy of motion were regarded by some as one of the greatest discoveries in problematics of space and time since Einstein. My article examines the importance and originality of P. Lynd's ideas. In the first part of it, the general principal of indeterminancy of motion is discussed. Special emphasis is made on instant – interval issue as well as Lynd's critics of concept of imaginary time. Second part of the article is based on Lynd's paper „Zeno's Paradoxes: A Timely Solution“. Through short analysis of historical solutions of Zeno's paradoxes it is shown that Lynd's proposed solution is insufficient. At the same time a new way of solving „Achiles and Tortoise“ paradox is presented. Finally, conclusions of the article reveal that although Lynd's articles are interesting as philosophical speculations, they are far from introducing revolutionary concepts of space and time.

Keywords: space, time, paradox, indeterminancy, instant, interval.

Įteikta 2005 05 13