

Ši dien fizikos pasaulivaizdžio bruožai

Antanas Puodžiukynas

Apsupan iai gamtai pažinti kiekvienas žmogus turi subjektyv rank — savo jutimus. Nat ralioji ši dien gamtos moksl k rimosi eiga irgi buvo ir yra tiesioginis ar netiesioginis naudojimasis šiais rankiais. vair s tyrimai, paremti sud tingais matavimais, gal gale v l suvedami ir turi pagrind m s jutim organuose. Tod l kiekvienas fizinis d snis rišasi su jutim pasaulio vykiais. Kai kurie gamtininkai yra link manyti, kad fizikas turi reikalo tik su jutim pasauliu. Net patys objektai fiziniu atžvilgiu es ne daugiau kaip vairi ir skirting jutim kompleksai. Reikia pabr žti, kad tokio gamtos supratimo negalima sugriauti logikos rodymais. Vien logika negalima žmog išvesti iš jo jutim pasaulio. Jutim pasaulis kiekvienam yra tiek konkreti realyb , kiek jis kritiškai gali vertinti jutim pateikt medžiag . B chnerio J ga ir medžiaga dar ir XX amžiuje gali b ti kai kam filosofiniu gamtos vadovu, jei jo pažinimo srit ne sibrov naujieji gamtos moksl laim jimai.

Bet šalia žmogaus jutim egzistuoja ir protas. Ne visa, kas jutimais paremta ir logiškai teisinga, yra kartu ir protinga. K nai gali b ti žali, raudoni, m lyni ir kit spalv . Jutimais paremta ir logiškai teisinga, kad k nai yra vairi spalv . Bet protinga ir teisinga, kad k nai neturi jokios spalvos, nes spalva yra ne k n savyb , bet šviesos ir m s smegen padaras. Protas mums sako, kad galima neigti jutim pateiktos medžiagos tikrum , bet negalima neigti, kad šalia jutim medžiagos egzistuoja dar kažkas, kas nuo jutim nepriklauso. Žmogus, su savo jutimais, su visa Žeme, gamtoje yra tik mažas krislelis. Gamtos d sniai negali derintis nei prie m - s jutim , nei prie smegen proces , nes jie egzistuoja ir egzistuos, jei nebus Žem je nei vieno žmogaus, nei vien smegen . Remdamiesi tokiais samprotavimais, bet ne logiškais išvedžiojimais, teigiame, kad be jutim pasaulio yra dar kitas — realusis pasaulis, kuris egzistuoja, visai nepriklausydamas nuo jutim pasaulio. Bet neprivalom naiviai tik ti, kad mes turime visai patikim priemoni realiojo pasaulio pažinimui. Visus realiojo pasaulio ženklus perduoda mums jutimai, tod l mes j visuomet stebime lyg per spalvotus akinius ir tikrosios jo esm s nežinome. D l to kai kurie pozityvistai mano, kad be realiojo pasaulio s vokos galima es visai apsieiti.

Be jutim ir realiojo pasaulio yra dar treias skirtingas pasaulis, tai fizikinis pasaulivaizdis. Šis pasaulis, priešingai aniem dviem pasauliam, yra s moningas žmogaus proto k rinys, tod l gali keistis, gali evoliucionuoti. Fizikinio pasaulivaizdžio uždavinys M. Planckas dvejopai formuluoja. Rišant su realiuoju pasauliu, fizikinio pasaulivaizdžio uždavinys yra kiek galima geriau ir pilniau pažinti real j pasaul , o rišant su jutim pasauliu, jo tikslas yra — kiek galima papras iau aprašyti jutim pasaul . Atskirai imant, ir vienas ir kitas apibr žimas atrodo gana vienašališkas, nes iš vienos pus s realiojo pasaulio tiesiai visai negalima pažinti, o iš kitos pus s negalima pasakyti, kuris jutim pateiktos medžiagos aprašymas yra paprastesnis. Bet labai svarbu, kad šie du formulavimai vienas kitam neprieštarauja, o tik vienas kit papildo.

Ilgainiui fizikinis pasaulivaizdis keit si ir kei iasi. Kai jis buvo gij s daugiau stabil charakter , buvo manoma, kad realiojo pasaulio suvokimas yra visai arti, o nepastovumo, abejoni ir krizi laikotarpiais v l iškildavo pozityvizmas ir aprašomoji forma. Bet negalima tvirtinti, kad fizikinis pasaulivaizdis ritmingai kei iasi, svyruoja. Jis pamažu ar staigiau kyta aukštytn, nes ple iasi m s žinios ir jutim pasaulio turinys. Kas gali abejoti, kad šiandien ir matome ir girdime daug toliau, negu prieš kelias dešimtis met .

Labai svarbu pabr žti, kad nors fizikiniam pasaulivaizdžiui pataisyti ir suprastinti naudojamosi tyrimais, taigi jutim pasaulio vykiais, bet pats pasaulivaizdis vis labiau ir labiau tolsta nuo jutim pasaulio. Jis pamažu netenka savo vaizdingo antropomorfinio charakterio, jutimai vis daugiau ir daugiau iš jo išskiriami. Imkime, pavyzdžiui, fizin optik ; apie žmogaus ak ia jau visai nekalbama, nes kokyb s skirtumus pakei ia griežti matematiški kiekyb s skirtum skai iavimai. Teisingai pastebi J. Jeansas, kad pasaulyje randame p dsak planuojan ios ir kontroliuojan ios j gos, kuri turi tendencijos matematiškai galvoti. Išsilaisvindamas iš antropomorfin s galvojimo formos, šiuo keliu m gina eiti ir žmogus.

Matome, kad iš vienos pus s m s fizikinis pasaulivaizdis tobul ja, gydamas vis nauj jutim pasaulio fakt , o iš kitos pus s jis vis tolsta nuo jutim pasaulio. Toki paradoksišk pad t galima taip aiškinti: nepaprastas tyrim medžiagos did jimas ir kartu vis did j s nusigr žimas fizikinio pasaulivaizdžio nuo jutim pasaulio rodo, kad jis pamažu turi tendencijos art ti real j pasaul .

Fizikinis pasaulivaizdis yra žmogaus proto konstruuota bendroji paži ra gamtos objektus bei gamtos procesus. Šios paži ros sudarymas priklauso nuo gamtos pažinimo laipsnio. Kai žmogus j apsupan i gamt paž sta tik grubiai, jo pasaulivaizdis yra grubus ir paprastas. Senov s graikai man . kad visos gyvosios ir negyvosios gamtos pagrind sudaro keturi elementai:

žem , oras, vanduo ir ugnis. Bet filosofinis galvojimas kai kuriuos graik išmin ius past m jo žymiai toliau.

Žem , oras ir vanduo yra medžiaga: Medžiag galima smulkinti vis mažesnes ir mažesnes dalis. Ar galima tok medžiagos skaldym t sti iki begalyb s? Demokritas, Leukipas ir kai kurie kiti graik filosofai man , kad toks dalymas privalo tur ti rib . Yra mažos medžiagos dalel s — atomai, kuri daugiau dalyti negalima. Demokritas man , kad atomai yra dviej r ši ; vieni kampuoti, kiti apvali s. Iš kampuot j atom yra sudaryta visa medžiaga, o iš apvali j ugnis ir siela. Taigi Demokritas ketu- ris elementus — žem , vanden , or ir ugn — apibendrino ir suplak vie- n atomin schem . Tai buvo bene pirmas dr sus ir konkretus gamtos pasaulivaizdis, kuris nesir m mitologija. Bet iš kitos pus s jis nesir m ir faktais. Negal damas atskirti fantazijos nuo tikrov s, jis buvo pasmerk- tas mirti ir 2000 met buvo visai užmirštas.

Pra jusiame amžiuje gamtos mokslai žymiai pasist m jo pirmyn. Bu- vo konstatuota labai daug nauj fakt , nauj reiškini . Žem , vanduo ir oras jau nebe elementai, bet patys yra sud ti iš element . Ypa iai pasidi- džiovimo teik suradimas medžiagos, mas s ir energijos patvarumo d sni . Deganti ugnis ar dirb s garas nesunaikina medžiagos, nesunaikina energi- jos kiekio, bet tik kei ia j form . Visatoje kei iasi tik substancijos ir energijos formos, bet nesikei ia j kiekis. Vien laim jim pagilina ir pra- ple ia kitas laim jimas. Fresnelis ir Th. Joungas parodo, kad šviesa yra dideliu grei iu sklind s periodiškias bangavimas, Maxwellis ir H. Hertzas suranda elektromagnetines bangas ir parodo j giminingum šviesos ban- goms. Sunku b t išskai iuoti visus laim jimus gamtos pažinimo srityje. Svarbu yra tik pabr žti, kad naujieji faktai ved mechanišk tikrov ir buvo priešingi senai atominei Demokrito id jai. Atrod , kad gamtoje viskas vyksta netr kiai ir be šuoli ; mažam veikian i s lyg pasikeitimui atitinka mažas veikimo paskeitimas. Klasiškai ši paži r formulavo Lapla- ceas: „Jei b t tobula B tyb , tai jos permatanti dvasia gal t vis pasaulio eig išreikšti viena formule. statant šion formul n tam tikrus skai ius laikui, galima b t suskai iuoti pasaulio pad t kiekvienam b simam ar pra ju- siam laikui“. Tai buvo griežto determinizmo pasaulivaizdis. Kiekvienas vykis turi savo griežt priežast . vyki eil : A, B, C ... duoda griežt pasek L.

Reikia pasteb ti, kad jau savo formavimosi periode ši paži ra tur jo padaryti kai kuri pastab . Tik abstrak iai imant gamtos d sniai atrodo griežti ir tiksl s, bet, sigilinus j esm , griežtumas ir tikslumas žymiai sumaž ja. Be to, ir m s matavimai n ra absoliu iai tiksl s. Turint dide- lius objektus ir stambius vykius, d sniai ir matavimai pakankamai tiks- l s, bet maž objekt visai negalima steb ti, tod l negalima rasti ir maž vyki griežtai priežastingo ryšio. Nors mechaniškai deterministiško pa-

saulivaizdžio atstovai griežtai remiasi patirtimi, bet ia tur jo pasiremti abstrak iu tarмениu, b k, tobulinant matavimus ir gilinant gamtos pažinim , pasiseks parodyti, kad maž objekt ir maž vyki procesai yra griežtai priežastingi. Tai yra mechaniško tik jimo doza, kuri veda atbaigt ir stabil galvojimo b d bei stabil pasaulivaizd , bet yra visai nevaisinga naujiems mikrokosminiams reiškiniams aiškinti.

Pra jusiame amžiuje v l atgim Demokrito atomin medžiagos sud ties id ja. Prouthas jau 1815 m. skelbia, kad medžiaga yra sud ta iš atom . Visi atomai es giminingi. vairi element pagrinde gl d lengviausio elemento — vandenilio atomai. Avogardas atomus ir molekules laiko jau konkre iais k nais ir suskai iuoja, kad grammolekul je¹ yra $6,06 \cdot 10^{23}$ atskiri individai — molekul s. vair s tyrimai rodo, kad tie individai neužima viso medžiagos t rio, bet tarpuose yra gana daug tuš ios vietos. Medžiagos viduje verda paslaptingas gyvenimas; molekul s juda, susiduria, j veikimas reiškiasi net išor je, bet visa tai negalima tiesiai steb ti. Negal dami nustatyti vairi vyki priežastingo ryšio, griebiam s statistinio skai iavimo b do ir gauname ne griežt , bet visai patikim d sn . Pavyzdžiui, žinome, kad vienur kitur Lietuvoje sudega trobesi , bet iš atskir vyki visai negalime pasakyti, kiek j ateityje sudegs per tam tikr laiko tarp . Griebiam s statistinio skai iavimo. Registruodami kelis metus gaisrus, pastebime, kad per metus sudega bemaž vienodas skai ius trobesiu. Galime laukti, kad ir b simais metais apytikriai sudegs tas pats trobesi skai ius. M s laukimas išsipildo. Turime ne griežt , bet visai patikim d sn ir galime mesti žvilgsn ateit . Panašiai buvo pasielgta ir su molekul mis. Šios statistikos kelias buvo daug sunkesnis. Atskirus gaisrus lengvai galime seregistruoti, o atskir molekul i vykiai mums yra visai nežinomi. Reik jo daryti vairi tarmen , reik jo remtis sp jimais. Bet skai iavimai dav pui ki vaisi . Remiantis vien statistika buvo galima išvesti daug gamtos d sni . Išvada: statistiškai sumuojant atskirus mikrokosmo vykius, gauname makrokosmo d snius. Atsitiktini vyki skai iavimas duoda d snius, kurie buvo laikomi griežtai priežastingais. Pradžioje statistinis skai iavimas atrod es s tik pagalbine priemone spr sti tais atvejais, kai negalima tiesiai nustatyti priežastingo vyki ryšio. Bet atomistikos raida atsitiktinum padar moderniojo fizkos pasaulivaizdžio pagrindu, nes buvo parodyta, kad jis vaidina svarb vaidmen net pa iame vykyje.

R. Mayeris ir Jouleas parod , kad šiluma ir darbas yra ta pati energija tik skirting form . Pritaikius ši d sn atomistikai, šilumos reiškinius lengvai buvo galima išaiškinti molekul i jud jimu ir j tarpusavio d žiais. Ilgai viešpatavusi neap iuopiama šilumin medžiaga (fluidumas) iš šilumos mokslo pranyko. Pati atomistika prad jo gauti vis konkretnes formas. Jau

¹ Grammolekul yra gram skai ius, lygus medžiagos molekuliniam svoriui.

pra jusiam amžiuje Stoneys ir Helmholtzas tvirtina, kad ne vien medžiaga, bet ir elektra yra atomin s sud ties. Elektroliz s reiškiniai ši mint patvirtina, o Millikanas ir Ehrenhaftas tyrimais tiesiai išmatuoja elementarinio neigiamo elektros lydžio arba elektrono didum .

Leisdami pro stipriai praretintas dujas elektros srov , gauname katodinius ir anodinius spindulius. Katodiniai spinduliai yra dideliu grei iu skriej elektronai, o anodiniai spinduliai yra teigiama elektra apkrautos medžiagos dalel s. Katodiniams spinduliams atsimušus medžiag (antikatod), atsiranda trumpos elektromagnetin s bangos — X arba Röntgeno spinduliai. Irdamos radioaktyvosios medžiagos, duoda alfa, beta ir gama spindulius, kurie savo prigimtim visiškai atitinka katodiniams, anodiniams ir X spinduliams. Tyrin dami šiuos spindulius ir radioaktyvi j medžiag irim , Astonas, Wilsonas ir Rutherfordas išveda, kad medžiagos sud tyje yra ir elektros. Atomas n ra elementarin nedaloma medžiagos dalel , bet elementrin sistema, sud ta iš medžiagos ir elektros.

Alchemik svajon s pasirodo buvusios teisingos. Radioakting medžiag elementai irdami gali pasikeisti, gali transformuotis. Antai, radijus yra urano irimo produktas, o pats irdamas savo ruožtu pereina polon . Uranas, radijus ir polonis yra jau visai skirtingi elementai, kad ir priklausio radioakting element grupei. Ramsay parod , kad radijui rant atsiranda net visai neradioaktingas elementas helis, kuris, savo ruožtu gali b ti sud tas iš 4 vandenilio atom . Proutho id ja atgimsta: visi atomai savo sud tyje turi lengviausio elemento vandenilio atomus.

Šie faktoriai atomistikos negriov , bet tik j pagilino. Medžiaga ir elektra ligi tol buv atskiri objektai susiliejo vien bendr sistem . N. Bohras sukonstruavo planetin atomo vaizd . Atomo viduje yra teigiamai elektrintas branduolys. Aplink branduol , daugiau kaip 2000 km. grei iu per sekund , skrieja neigiami elektronai. Elektron ir laisv teigiam krovini skai ius atome priklauso nuo elemento vietos periodin je element sistemoje. Elektronai aplink branduol sukasi lyg planetos aplink saul , pastoviais, bet nevienodo atstumo keliais. Išor s elektron neigiamas ir branduolio teigiamas kroviny s yra vienodo didumo, tod l išorei atomas elektros atžvilgiu yra neutralus, nors jis savo sud tyje ir turi žym elektros kiek . Reikia tarti, kad elektronai, panašiai kaip planetos, sukdamiesi aplink branduol , nenustoja savo kinetin s energijos. Priešingu atveju branduolys pritraukt elektronus, j kroviniai neutralizuot si ir atomas iširt .

Bohro atomo modelis vairiais atžvilgiais buvo taisomas ir tobulinamas. Ypa iai šiuo laiku laukiama žymi patais , nes konstatuota egzistavimas teigiamos elektros dalel s — pozitrono, ir elektra nepakrautos medžiagos dalel s — neutrono. Aišku, kad pozitronas ir neutronas eina atomo sud t ; bet kaip pasikei ia senasis atomo modelis, šiandien dar neišspr sta.

Antai, Curie ir Joliot mano, kad protonas sud tas iš vieno neutrono ir vieno pozitrono ($p=n+s$, p — protonas, n — neutronas, s — pozitronas). Chadvickas mano priešingai: neutronas gali b ti sud tas iš vieno teigiamo protono ir vieno neigiamo elektrono ($n=p+e$, n — neutronas, p — protonas, e — elektronas). Dauguma fizik šiandien netiki, kad atomo branduolys tur t elektron . Jis grei iausia gali b ti sud tas iš proton ir neutron . Branduolio elektriškasis kroviny s tuomet atitikt proton skai iui, o jo mas b t lygi proton ir neutron masi sumai.

Atomo branduolio vaizdas šiandien n ra dar visai aiškus. Konstatavus, kad vandenilis turi du izotopus, t. y., lyg dvi atskiras medžiagas, kuri atominiai svoriai santykiuoja kaip 1 ir 2, branduolio senasis vaizdas tikrai buvo sugriautas, nes šiaip tur tume tarti, kad branduol sudaro dvejopos elementarin s dalel s, arba dvejopi protonai, kuri svoriai santykiuoja kaip 1 ir 2. Žinant, kad yra neutrali medžiagos dalel —neutronas, galima vaizduotis, kad protono svoris dvigubai padid ja prisid jus neutronui; nuo to elektriškas kroviny s ir chemin s savyb s visai nepasikei ia, bet pasikei ia tik svoris.

Pastebime, kad elektra turi atomin sud t ir lengvai duodasi spraudžiama medžiagos atomo model . Šalia ir atskirai liko tik šviesos mokslas. Labai aišku, kad švies skleidžia kaitinti atomai. Bet koku b du tatai vyksta? Newtonas man , kad nuo kaitint k n tiesiai atskyla medžiagos dalel s, kuri veikim m s akis jau ia kaip švies . Jau prieš 100 met Fresnelis ir Th. Joun gas parod , kad šviesa yra ne medžiagos dalel s, bet periodišk as bangavimas. Bangos negali b ti medžiaga. Charakteringai ir vaizdžiai Fresnelis parod , kad šviesa gali duoti interferencij ir difrakcij , kitaip sakant, parod , kad vienodos šviesos bangos susidurdamos priešingomis fraz mis gali duoti tams , o sutikusios kli t gali užlinkti, panašiai, kaip užlinksta vandens bangos.

Jau Bohras, remdamasis savo atomo modelio forma, man , kad šviesos bangas sukelia atomo išor s elektronai. Kai atomas suger ia energij , elektronas persikelia iš artimesni orbit tolimesnes, kai j išspinduliuoja — jis v l perskelia branduoliui artimesnes orbitas. Toki elektron šuoliai (oscilacijos) sukelia aplinkoj trumpas elektromagnetines arba šviesos bangas.

Bohras man , kad šuolio metu energijos absorbcija ir emisija (sug rimas ir išspinduliuavimas) vyksta netr kstamai (kontinuiškai). Bet toks tarmuo netiko esam tyrim duomenims aiškinti. Planckas padar dr s žingsn ; jis tar , kad šviesos energija išspinduliuojama „atomais“, arba kvantais. Kvantas n ra pastovaus didumo, bet priklauso šviesos bangos ilgio arba virp jim dažnumo. Trumpesni bang kvantas yra didesnis, ilgesni — mažesnis. Apskritai, kvanto didumas yra lvgus $E=hn$, kur

E — kvanto energija, n — šviesos bang virp jim dažnumas, o h — vadinamoji Plancko konstanta, arba „veikimo kvantas“ lygus $6,54 \cdot 10^{-27}$ erg. sec.

Tatai puikiai pavaizduoja fotoefekto reiškiniai. Apšvietus tuštumoje metalin plokštel vyšniava (violetine) šviesa, iš jos pradeda iššokin ti elektronai. Šviesos išskelt elektron greitis, o tuo pat ir j kinetin energija, priklauso šviesos bangos ilgio; juo trumpesn šviesos banga, tuo didesni greit ir energij turi išmušti elektronai. Padidinus šviesos intensyvum , padid ja išmušt elektron skai ius, bet greitis lieka tas pats. ia n ra abejon s, kad trumpesni bang šviesa turi didesnius kvantus, nes j sm giai yra didesni ir suteikia elektronui didesn greit . Svarbu pabr žti, kad išmušam elektron vieta plokštel je reiškiasi visai netaisyklingai. Šviesos bang bombarduojami plokštel s atomai svaido savo elektronus ia vienoje, ia kitoje vietoje. Atsitiktinumo elementas kvant teorijoje turi nemažesn s reikšm s, kaip atomistikoj.

Kvant teorija dav ger vaisi aiškinant fortoefekt , Comptono efekt , spektr reiškinius, bet iš kitos pus s ji suk l kriz šviesos moksle. Tyrimais parodyta, kad šviesa sklinda bangomis. Kaip galima vaizduotis bang turint kvantus? Dr sus de Broglie žingsnis ši kriz pam gino radikaliai išspr sti.

Viršuje buvo min ta, kad klasin s fizikos pagrind sudar mas s, medžiagos ir energijos patvarumo d sniai. Jau pra jusiame amžiuje I. I. Thomsonas samprotavo, kad elektra apkrauto k no mas , šiam smarkiai judant, tur t pasikeisti. Sp jimas visiškai pasitvirtino. Elektro mas n ra pastovi, bet priklauso nuo jo jud jimo grei io. Did jant elektrono grei iui, did ja ir jo mas , maž jant grei iui — mas maž ja. 1905 m. A. Einsteinas š fakt apibendrino. Jis tar , kad bet kokios r šies energija turi mas . Ryš tarp energijos ir mas s galima išreikšti tokia lygybe: $F = mc^2$, kur F — energija, m — mas ir c — šviesos greitis. Šis d snis aiškiai rodo, kad einant didyn k no energijai, privalo did ti ir jo mas . Tod l mas s patvarumo d sn reikia kitaip formuluoti. K no mas susideda iš dviej dali : parimusio k no mas s ir jo turimos energijos mas s. XIX a. fizikai man , kad mas s patvarumas priklauso nuo medžiagos patvarumo, o šian dien galima tvirtinti, kad mas tik tada t ra pastovi, kai prie jos pridedama k no turimos energijos mas .

Medžiagos patvarumo d snis irgi neteko savo griežtumo. Kol atomai buvo laikomi nedalomais kompaktin s medžiagos gabal liais, medžiagos patvarumu negalima buvo abejoti. Bet suskaldžius atom ir parodžius, kad yra ryšys tarp mas s ir energijos, medžiagos patvarumu prad ta abejoti. Energija turi mas s savybi , o atomas gali j sugerti ir išspinduliuoti. Kas gali amžinai palaikyti atom elektron vibracij , kai jie nuolat išspinduliuoja energij , bet iš šalies jos negauna? Energija negali b ti išspin-

duliuojama be medžiagos nuostolio. Bet labai stebėtina, kad milijonus metų šviesdama saulė liktų lyg nesunaikinamas paukštis Feniksas. Labai galima, kad saulės medžiaga tirpsta spinduliuojanti energija. Apskaičiuota, kad saulė per vieną minutę netenka 100 milijonų tonų medžiagos. Žinant saulės didumą, tai yra nedidelis nuostolis. Bet svarbu pats faktas. Medžiaga nėra pastovi, ji virsta spinduliuojanti energija. Modernūs laboratoriniai tyrimai taria apie ir naują faktą, kad spinduliuojanti energija virsta medžiaga. Tirdami dirbtinį radioaktyvumą, I. Curie ir Joliot pastebėjo, kad pereinant per medžiagą gama spinduliams arba trumpoms elektromagnetinėms bangoms, iš jos kai kuriais atvejais išskeliama poromis pozitronai ir elektronai. Šie tyrimai mano, kad medžiagos dalelės (pozitronai ir elektronai) susidaro iš gama spinduliuojančios energijos, veikiant medžiagai kaip tarpininkui (katalizatoriui). Toks energijos materijalizacijos procesas tuštumoje negali vykti. Thibaudas spėja, kad medžiaga gali virsti tiesiai spinduliuojanti energija, susiduriant elektronui su pozitronu. Vienas smagus tuomet gaminti vieną šviesos kvantą arba fotoną.

Susipažinę su moderniais fizikos duomenimis, tris didžiuosius klasinius fizikos dėsnius galima žymiai apibendrinti. Medžiagos patvarumo dėsnis galima visai išbraukti, nes medžiaga gali keistis ir keičiasi spinduliuojanti energija. Pagal Einšteino dėsnį, masė yra ekvivalenti energijai, todėl masė ir energijos patvarumo dėsniai virsta vienu dėsniu. Iš medžiagos, masė ir energijos patvarumo dėsniai šiandien galima padaryti vieną dėsnį: visatos pagrindą sudaro kažkokia substancija, kuri gali reikštis energijos, masės ir kitomis formomis. Šios substancijos visuma savo kiekiu nekeičiasi, bet keičiasi tik savo forma ir kokybe. Masė medžiaginis pasaulis yra tik vienas iš daugelio šios substancijos formų.

Po šio apibendrinimo matome, kad tarp medžiagos ir šviesos liko tik formos skirtumas. Šviesos kvantai ir medžiagos atomai yra ne vien glaudžiai susiję, bet turi ir identiško žymi vieną ir kiti yra tik vaizdo formos tos pačios pagrindinės substancijos. Labai svarbu, kad surasta tarp jų net formos giminystė.

Paviršutiniškai žvelgiant atrodo, kad keista kalbėti apie medžiagos ir šviesos formos giminystę. Bet eksperimentiniai faktai duoda pagrindą mums taip tarti. Jau viršuje buvo minėta, kad šviesa sklinda bangomis ir kartu turi atominę prigimtį — ji yra sudaryta iš kvantų. Kvantai ir bangos atrodo du nesuderinami dalykai. Tačiau 1927 m. Davissonas ir Germeris konstatuoja, kad dideliu greičiu skriejančios medžiagos dalelės — elektronai duoda difrakciją ir interferenciją, kitaip sakant, elgiasi visai panašiai, kaip šviesos bangos.

Lau, tirdamas X spinduliu prigimtį, leido juos per kristalus. Kristalo atomai sudaro smulkų tvarkingą gardelį. Per jį per kristalus, X spinduliai duoda aiškius interferencijos ruožus. Todėl neabejotinai buvo aišku, kad

X spinduliai yra trumpos elektromagnetinės bangos, visai giminaitis su šviesos bangomis. Tai pat bandymai pakartojo Davisonas ir Germeris su katodiniiais spinduliais arba elektronų srautu. Katodiniai spinduliai, per juos per kristalus, irgi davė interferencijos ruožus, visiškai panašius X spinduliu ruožus. Dideliu greičiu lekiančios elektros dalelės elgiasi taip, lyg jos būtų bangos. Nepaprastas reiškinys. Medžiagos dalelės, gydomos dideliu greičiu, sklinda bangomis, o elektromagnetinės bangos savo ruožtu yra sudarytos iš dalelių arba kvantų. Nenorom peršasi išvada, kad šviesos ir medžiagos prigimtis yra vienoda.

Šiai problemai spręsti pagrindą davė Broglie. Jis tarė, kad energijos kvantas $h\nu$ yra lygus medžiagos dalelės energijai mc^2 ($h\nu = mc^2$), kitaip sakant, jis tarė, kad judanti medžiagos dalelė yra susijusi su vibracija arba bangavimu. Todėl medžiagos dalelės judėjimui galima nusakyti bangos judėjimą ir bangos judėjimui galima vėl traktuoti kaip medžiaginį reiškinį.

Tatai galima vaizduotis tokiu būdu. Esame pratę manyti, kad visos bangos neša tolyn energijos. Daugeliu atvejų tatai yra visai teisinga. Kaip galėtume vaizduotis saulės sklindžiamas bangas be energijos? Bet gali būti bangos, kurios, sklindamos pirmyn, energijos su savimi neneša. Vaizduokime šilumą rutuliu, pakabintą ant vienodo ilgumo siūlės, arba švytuoklę, su vienodu švytavimo periodu. Švytuoklės tarpusavyje su viena su kita nesujungtos. Atlenk visą švytuoklę, leiskime pagreitėti vienai po kitos judėti. Jei kiekviena gretimoji švytuoklė bus paleidžiama po nedidelio laiko tarpo, tai visos judančios švytuoklės sudarys gražią pirmyn slenkančią bangą, nors kiekvienas rutuliukas švytuoklės atskirai savo vietoje. Tokiu bandymu galima padaryti su žinoma Macho bangų mašina. Akimis pastebime, kaip banga slenka pirmyn, bet energija tolyn neperteikiama, nes ji yra tik atskiri vienas su kitu nesujungti rutuliukai švytavimas.

Galima manyti, kad visoje erdvinėje yra tokia pavaižduota formė, energijos nenešanti bangos, kuri greitis yra didesnis kaip šviesos greitis ir gali siekti net begalybę. Iš tokiu milžinišku greičiu skriejančių forminių bangų gali susidaryti ir šviesos bangos ar kvantai ir elementarinės medžiagos dalelės — elektronai ir protonai. Patį susidarymą galime taip pavaižduoti. Žinome, kad dvi ar kelios garso bangos, sklindamos toje pačioje erdvinėje, sudaro vieną atstojamą bangą, kuri savo forma gali būti visai nepanašiai pagrindiniam bangui. Kai kelios vienodos prigimties bangos šiek tiek skiriasi savo fazomis, amplitudomis ar bangos ilgiu, jos gali sudaryti tam tikrose vietose energijos centrus, arba energijos maksimumus, o kitose vietose vėl gali viena kitą bemaž visai panaikinti. Tatai puikiai pastebime, kai du tonai duoda mušimus. Mušimai ir yra energijos maksimumo centrai. Panašiai galima tarti, kad ir tokios forminės bangos erdvinėje sudaro lyg atstojamą bangą — bangų grupes, ir sukuria tam tikrose

vietose energijos centrus. Bang grupės savo ruožtu slenka pirmyn jau mažesniu greičiu, kaip pagrindinis bangos. J greitis gali siekti nuo 0 iki šviesos greičio. Taigi, šviesos greitis yra tik kraštinių grupinio greičio riba. Forminis bangos neneša energijos, bet ji sukurtos bang grupės yra kaip tik svarbūs energijos ir medžiagos atstovai. Dėl to forminis bangos specialioje literaturoje vadinamos materialiniais, arba medžiagos, bangomis.

Klaidinga būtų manyti, kad tokios medžiagos bangos yra kažin koks bangavimas tarpinųjų medžiagų, arba vadinamam „eteryje“. De Broglie bangos yra tik skaičiavimo priemonė, kuri duoda tikimybę arba nusako, kurioje vietoje yra energijos centrai. Bang principas galima pradinės sistemos padėti atvaizduoti bang grupę arba bang „pakietu“, kuris mums duoda apytikrius vietas ir jų dydžio duomenis. Taigi ir medžiagos dalelės — elektronai bei protonai susidaro iš bang sistemos. Kiekviename vykdyje dalyvauja ne vienas, bet daug elektronų. Dviejų elektronų procesui nusakyti reikia jau 7 matavimų: trijų erdvių matavimų kiekvienam elektronui ir vieno laiko matavimų. Todėl bang mechanika, norėdama išaiškinti sudėtingą procesą, turi griežti jau ne paprastos erdvių, bet mums ne sivaizduojamos daugelio matavimų erdvių. Medžiaginiai bangų vibracijos vyksta nematavimų erdvių.

Bang mechanika kad ir imasi abstrakčių vaizdavimo formos, bet ji išaiškina, kokių būdu bangos gali turėti atominę (kvantinę) sudėtį, o medžiagos dalelės sklinda bangomis. Ir medžiagos dalelės ir šviesos bangos susidaro iš tų pačių pagrindinių forminių bangų. J. Jeanas taria visą visatą esant sudarytą iš bangų. Visatą sudaranios bangos turinios dvejopą pavardę: vieną jų judėjimas suvaržytas, — jas vadiname medžiaga; kitą nesuvaržytas, — jas vadiname spinduliavimu. Vietos klausimais šviesos ir medžiagos procesams patariamą jėgą turi medžiagos bangų sudaromas „vedantysis“ laukas. Kai elektrono greitis artėja prie šviesos greičio jis pradeda „klausyti“ medžiagos bangų vedančio lauko — jis sklinda bangomis ir duoda panašius efektus, kaip šviesa ar X spinduliai.

Naujoji mechanika turi bendresnį charakterį kaip klasikinė mechanika. Klasikinė mechanika, operavusi nekintamomis dalelėmis, turinčiomis tiksliai išmatuojamą apibrėžtą greitį, yra tik ideali kraštutinė bangų mechanikos riba. Kai tiriamas objektas turi didelę energijos kiekį, jį sudaranios diskretinės energijos dalelės guli greta viena kitos ir jau palyginti siauras energijos baras turi daug trumpų bangų. Tokių trumpų bangų superpozicija konfigūracijos erdvių sudaro labai mažą bangų pakietą, kurio padėtį ir impulsą galima gana tiksliai nustatyti. Tokiu atveju bangų mechanika pereina į klasikinę dalelių mechaniką, o bangų mechanikos (Schrödingerio) diferencinės lygtys — klasikinės Hamiltono lygtis. Bangų pakietas konfi-

guracijos erdvėje yra juda tokiais pat dėsniais, kaip taškų sistema klasikinėje mechanikoje. Tada trunka gana neilgai. Atskiros medžiagos bangos ne visada laikinai pastoviai interferuoja, todėl bangų pakietas galiausiai išsisklaido, „išsiriša“, ir konfigūracinio taško padėtis galima nustatyti vis negriežčiau. Lieka tiksliai definuota tik bangų funkcija.

Ar sutampa šios išvados su patirtimi? Norint atsakyti šieklausimui, reikia nepaprastai tiksliai matavimo priemonių, nes Plancko konstanta yra labai mažas dydis. Galime tik pasakyti, kad ligi šiol nežinome eksperimentiniai faktai, kurie keltų abejonių dėl tokio interpretavimo teisingumo.

Iš bangų mechanikos visai suprantama, kodėl negalima tiksliai nustatyti elektrono šuolio vietos arba jo padėties atome. Elementariams medžiagos dalelėms savo prigimtimi nėra kompaktiškai, bet tik energijos centrai. Šie centrai padėtis priklauso nuo bangų grupių konfigūracijos, o konfigūracijos centrai energijos tankumo maksimumams nėra griežtas. Taigi atsitiktinumų elementas ir bangų mechanikoje turi svarbų vaidmenį, panašiai kaip atomistikoje ir kvantų teorijoje.

Sekdami ši dienų fizikos pasaulivaizdžio raidą, pastebime, kad ji palaipsniui perėjo iš mechaniškos ir medžiagiškos matematiškos ir abstraktiškos formos. Klasiniai fizikos atskiri objektai, — medžiaga, šviesa, elektra, energija ir kiti, palaipsniui susiliejo viena energine forma, o ši galima apvilkti matematiškai ir abstrakti medžiagini bangų apvalku. Kai kas gali prikišti, kad moderniosios fizikos pasaulivaizdis yra abstraktus ir neapčiuopiamos formos. Bet gamta nesitaiko, nesiderina prieš mūsų jutimą. Tiesa, banalios ir konkrečios pasaulivaizdžio formos yra aiškesnės, bet tautos nėra argumentas, kad jos teisingesnės. Mūsų senesnieji pirmataikai man, kad realybei daugiau atitinka mechaniską gamtos vaizdą ir, žinoma, klydo. Gamtos mokslų pažanga jau pasaulivaizdį nepataisomai sugriovė. Šiandien mūsų giname sukurti vieningą matematišką pasaulivaizdį ir turime pripažinti, kad jo teikiamas vaizdas geriau tinka gamtos procesams aiškinti ir yra laisvesnis nuo antropomorfiškų prielaidų. Dėl jo realumo nekalbėsime. Fizikinis pasaulivaizdis neturi stabilios formos. Jis nėra nei realusis pasaulis, nei neapdirbtas jutimo medžiaga, o tik proto konstruota pažanga gamtai. Bet ši proto konstrukcija nėra fantazijos kūrinys, nes ji sudarant remtasi jutimo pasaulio faktais — gausia preciziniais tyrimais medžiaga.

Viršūnėje buvo minėta, kad naujoji fizika visai skirtingai traktuoja gamtos vykius ir procesus negu klasikinė fizika. Klasikinėje fizikoje visi procesai savo eigoje buvo laikomi netrikiais ir griežtai, priežastingai surištais. Žinant pradžios sąlygas, klasikinėje fizikoje galima tiksliai nusakyti proceso ateitį ir praeitį. Tuo tarpu modernioji fizika gamtos procesus traktavimą veda atsitiktinumui, kurio Gilesnės prasmės klasikinė fizika visai nesuprato.

Negalint stebėti atskirų vykių, jau atomistikoje buvo vesta statistiniai skaičiavimai. Iš karto buvo manoma, kad statistikos vedimas gam-

tos reiškini aiškinim yra tik pagalbin priemon ten, kur tiesiai molekuliniai ir atominiai reiškiniai stebti negalima. Jau garsusis energetikas Ostwaldas tvirtino, kad atomai ir molekuli dsniai yra deterministiški, tik atskiri atomai ir molekuli priežastingo tarpusavio veikimo mes negalime pastebėti. Net fizikai, vartojusieji statistinį gamtos procesų skaičiavimą, iš karto nemaną, kad atsitiktinumai gali vaidinti svarbų vaidmenį gamtos vykiuose.

Atomistikai ap mus visus medžiagos ir energijos reiškinius, statistinio metodo taikymas jo vis platyn. Foto efektu net eksperimentu nustatyta, kad kvanto šuolio vieta atome reiškiama visai netaisyklingai. Bangų mechanika statistikos bei atsitiktinumų reikšmės žymiai paplėtė ir padarė juos gamtos reiškiniai pagrindu. Naujai mechanikai charakteringa yra Heisenbergo neapibrėžtumo reliacija (principas). Heisenbergas parodė, kad dviejų kanoniškai sujungtų mikroskopinio proceso dydžiai negalima visiškai tiksliai nustatyti, net ir tiksliausiais eksperimentais. Padidinus vieno matavimo tikslumą, kito matavimo tikslumas sumažėja. Yra riba, žemiau kurios negali siekti ir tiksliausi matavimai. ($\Delta x \cdot \Delta p \geq h$). Ši riba apibrėžia Plancko konstantos didumas. Sandauga iš mažo vietos pasikeitimo Δx ir mažo impulso pasikeitimo Δp niekuomet negalės būti mažesnė kaip Plancko konstanta h arba veikimo kvantas. Atsimenant h didumą, ši riba yra mažas skaičius; bet visiškai nauja mintis, kad žmogui ir labiausiai tobulinant aparatų niekuomet nepasiseks nustatyti mikrokosmo vykių priežastingo ryšio, o teks visuomet dirbti tik su apytikriais skaičiais arba daugelio matavimų vidurkiais. Ši riba mums nustato patys matavimo instrumentai, nes ir jie yra sudėti iš tų pačių atomų, ir jų atomai daro tokios mikroskopini matavimų rezultatui. Imkime paprastą pavyzdį. Norėdami išmatuoti mikroskopinio kvantelio padėtį, turime jį apšviesti. Vaizdo ryškumas ir padėties matavimų tikslumas eina didyn, imant vis trumpesnes šviesos bangas. Bet trumpų bangų kvantai yra gana dideli ir joms gamta keičia matuojamojo kvantelio judėjimo greitį. Gera priemonė padėti nustatyti blogai veikia greičio rezultatai. Imant trumpesnę šviesos bangą, vis tiksliau galime nustatyti padėtį, bet užtat eina mažyn greičio nustatymo tikslumas, nes šviesos kvantai keičia matuojamojo objekto greitį. Taigi, matavimo tikslumui riba nustato pačios matavimo priemonės.

Heisenbergo neapibrėžtumo principas suduoda skaudų smūgą determinizmui. Klasikinė fizika tik tuomet gali tvirtinti, kad galime procesą praeitį ir ateitį tiksliai atspėti, kai tiksliai žinosime jo dabartinę padėtį. Juk negalima kalbėti apie tikslią procesą praeitį ar ateitį, jei nežinome tiksliai net jo dabarties. Heisenbergo neapibrėžtumo principas sako, kad mes galime žinoti fizinio pasaulio procesą tik apytikriai; todėl darome išvadą, kad galime atspėti ne absoliučiai tikrą ateitį ar praeitį, bet tik patikimą ateitį ir patikimą praeitį.

Tuo nauj j fizik atsitiktinumas vedamas žymiai platesne prasme. Atsitiktinumo s voka fizikoje jau seniai žinoma, bet niekuomet nebuvo manoma, kad atsitiktinumas vaidina bet kur vaidmen vykyje. Naujajai fizikai aišku, kad m s pasaulyje veikia kažkas, k mes vadiname atsitiktinumu. Gal b t, realiajame pasaulyje viešpatauja priežastingumas, klasikin s fizikos min t ja prasme, bet fiziniams tyrimams realusis pasaulis yra nepasiekiamas. O m s tyrimams prieinamame pasaulyje mes žinome, kad tikrai viešpatauja atsitiktinumas. Bet tuo nenorim pasakyti, kad pasaulyje viešpatauja chaosas. Visiškai ne. Modernioji fizika neigia tik klasikin s fizikos pretenzijas iš bet kurio duoto stovio tiksliai atsp ti proceso ateit . Tai yra tikrai negalima, ir klasikin fizika, tik grubiai imdama procesus, gal jo susidaryti griežtai determinuotos vyki eigos sp di. Stebint didelius objektus ir grubiai traktuojant procesus, atsitiktinumui pasireikšti yra maža vietos; bet mažiems k nams jis yra gana didelis.

Bet nereikia taip blogai naujosios fizikos išvadas suprasti, kad ia atstovaujamas visiškai indeterminizmas. Taip negalima tvirtinti, nes tuo pat paneigtume fizikos mokslo galimum . Nes jei pasaulyje viešpataut tik atsitiktinumas, tai b t nereikalingas darbas galvoti apie bet kurio proceso ateit . Iš tikr j , kaip tik šalia atsitiktinumo viešpatauja ir d sningumas, tik jo negalima taip suprasti, kaip klasikin fizika supranta. Mes negalime iš duoto sistemos pradžios stovio tiksliai spr sti apie ateit , kadangi pradžios stovio duomenys n ra griežtai ap iuopiami. Bet ši duomen tikslumo visiškai pakanka surasti tikimybei, kad ateity prad tas sistemos tyrimas duos iš anksto nusakyt stov . Vis kvantiško priežastingumo esm ir sudaro tvirtinimas, kad tik statistine prasme mes galime iš dabarties sp ti ateit . Tai nereiškia, kad mes apie vykio ateit nieko nežinome; mes apie j tik nepertiksliai žinome.

Trumpai suglaudus galima pasakyti, kad ir statistin j fizikoje galima iš praeities sp ti ateit , tik mes neprivalom laukti, kad sprendimas b t tikslesnis už premisas. Iš atsitiktinumo tegalima spr sti apie tikimyb . Bet negalima reikalauti, kad tokio ir tokio dydžio matavimas, tokia ir tokia tikimybė duos tok ir tok skai i . Negalima iš apytikri žini padaryti visai tiksl sprendim apie b sim stov .

*

Prad j nuo konkre i , eksperimentini fakt , mes, pagaliau, pri jome prie toki problem , kurios gal daugiau turi metafizišk , bet ne fizišk charakter . Gamtininkai suabejojo determinizmo griežtu galiojimu eidami grynai empiriniu keliu. Maž objekt procesai vyksta taip, lyg tarp j neb t griežto priežasties ir veiksmo ryšio. Heisenbergo neapibr žtumo principas sako, kad mažiems gamtos procesams tokio ryšio jieškojimas yra

ir bus nevaisingas darbas. Matavimo priemonis negalima parodyti, kad elementariuose vykiuose b t griežtai priežastingas ryšys. Tod l, fiziškai imant, gamtos procese pagrinde neabejotinai gl di indeterminizmas. Bet laikydami vien eksperimentinio metodo problemai spr sti, prieiname kraštutin rib , kur turime prisipažinti, kad toliau šiuo keliu pasislinkti negalima. Gal b t, reikia atsisakyti vis problem spr sti galutinai vien „matavimo“ priemonis. Daugelis žymi fizik , kaip Planckas, Schrödingieris ir kiti šiuo keliu ir bando eiti. Gal b t, determinizmas ar indeterminizmas yra m s galvojimo forma apie objektus bei procesus, bet ne daiktams ir procesams priskiriamas atributas? Antai, jau Humeas suprato, kad priklausomyb s santykis tarp priežasties ir veiksmo n ra kažkas, k gamtoje randame, bet jis lie ia m s galvojimo form apie gamt . Sprendžiant determinizmo ir indeterminizmo problem , gal ir reik s daugiau atsižvelgti sprendimus ir ryšius daran io proto veiksmus.

Kaip matom, ši dien fizikos pasaulivaizdis iš vienos pus s eina vienalytišk negyvosios gamtos traktavim ir veda j ne griežto priežastingumo, bet patikimo d sningumo linkme. Daugelis fizik taria, kad jis šiandien daug geriau tinka ne vien negyvajai gamtai aprašyti, bet ir gyvosios gamtos, bei psichiniams reiškiniams aiškinti. Deterministams žmogaus laisvos valios reiškiniai buvo neleistinas spragos darymas j bendrajame pasaulivaizdyje ir tod l laisv j vali neig . Indeterministai laisvosios valios reiškinis laiko rodymu, kad griežtai neapibr žti, indeterministiški procesai turi gilesn s prasm s, negu ligi šiol buvo manoma. Eddingtono žodžiais tariant, žmogaus laisva valia ir statistinis d sningumas gamtoje rodo, kad kažkur anapus fizinio pasaulio, tarp ap iuopijamojo pasaulio substancijos ir dvasios reiškiniai , yra kažkoks bendras jungiamasis ryšys, nes ir vieni ir kiti reiškiiasi panašia forma.

Peržvelg negyv j gamt , matome daug atskir objekt , daug atskir reiškiniai , kuriems tirti yra sudarytos atskiros gamtos moksl šakos. Bet visi gamtos objektai yra sud ti iš tos pa ios medžiagos, visuose reiškiniuose dalyvauja ta pati energija. Spr ddamas šias problemas, fizikinis pasaulivaizdis kartu apima visos negyvosios gamtos pagrindus ir ryškiai parodo j viening form .

Bet privalom neužmiršti, kad ne vien medžiaga ir energija, ar de Broglie medžiaginis bangos, sudaro vis gamt ir apima visus gamtos reiškinis. Visi procesai vyksta didžiuose erdv s r muose laikui slenkant. Jau Kant stebino beribis žvaigždtas dangus, jau šv. Augustinas galvojo apie tikr j laiko esm . Aišku, kad ir ši dien fizikams r pi tos dvi problemos, kurios taip ryškiai dalyvauja kiekviename vykyje, bet kuri esm yra mums visai neaiški.

1905 m. A. Einšteinas savo „Relatyvybės teorija“ pla iai paliet erdv s

ir laiko problem . Jis parod , kad erdv s suvokimas yra artimai surištas su k n jud jimu . Fizikui neturi jokios prasm s tokia erdv , kurios negalima matuoti t rio, ploto ar ilgio matais . Bet taip fiziškai suprantama erdv n ra pastovi vairi steb toj atžvilgiu . Visatoj n ra parimusi k n . Visi jie juda vienas kito atžvilgiu skirtingu grei iu . Kaip Lorentzas nurod , k nai yra koringi, statiniai, tod l jud jimo kryptim jie privalo šiek tiek susitraukti . Pasiekus 260.000 km greit per sekund , k nas jud jimo kryptimi tur t susitraukti iki pus s savo ilgio . Štai d l ko skirtingu grei iu judan i dangaus k n keleivi erdv s matai yra skirtingi . Nesant absoliu iai parimusi dangaus k n , negalima tur ti absoliu iai pastovaus mato, negalima palyginti vairi steb toj „erdvi “ didumo, o kiekvienas privalo tenkintis tik „nuosaviais“ erdv s matais ir nuosavia erdve . Jie gerai tinka m s kasdieniniam gyvenimui ir ia yra pastov s, bet visai netinka pla iosios erdv s tarpusavio santykiams atvaizduoti . Skirtingu grei iu judan i steb toj mat kalba negali atvaizduoti tuos pa ius absoliutinius dydžius .

Nelie iant pla iau erdv s problemas, reikia pasteb ti, kad ir fizikinis laikas yra artimai surištas su k n jud jimu ir erdve . Gal tatai atrodo keista, bet yra visai teisinga . Tiesa, mes turime gimt laiko jausm ir kol m s širdis plaka, atrodo, jog slenka laikas nepriklausomai nuo bet koki gamtos vyki ar erdv s santyki . Bet toks „privatus“ laikas visai netinka fizikiniams matavimams . Vienam laikas slenk greitai, o kitam para metais virsta . Savo privataus laiko mes nesumaišome nei su erdve, nei su jud jimu, bet jo negalime panaudoti net paprastai gyvenimo eigai skai iuoti . Fizikin ir pilietin laik mums nustato astronomin obser vatorija , steb dama dangaus k n jud jim . Toks laikas, suprantama, yra surištas su k n jud jimu ir erdve ir neturi absoliutaus charakterio, nes pa i dangaus k n jud jim galima nustatyti tik relatyviai vienas kito atžvilgiu . Fizikinis laikas yra koordinata, kurioje mes pažymime vykius, panašiai, kaip erdv s vykius fiksuojame erdv s koordinatose . Tod l naudodamiesi fizikiniu laiku visus vykius rašome patobulintas erdv s-laiko koordinatas . Tai yra jau ne trij , bet keturi mat koordinatos, kurios sudaro vien bendr jud jimo, erdv s ir laiko sistem .

Dažnai relatyvys teorija kaltinama, b k ji visk surelatyvindama neš gamtos mokslus skeptizimo ir nepasitik jimo savo paj gumu . Toks kaltinimas yra visai be pagrindo . Relatyvys teorija toli gražu ne visk surelatyvina . Yra santykini dydži , kurie vairi koordinat sistem atžvilgiu gali b ti visai nekintami . Tod l teisingai pastebi Planckas, kad relatyvys teorija visai neneigia absoliutini dydži buvimo; ji tik tvirtina, jog m s keliai jiems pažinti yra gana relatyv s . Tod l kaipo kritiška filosofin galvojimo forma apie gamtos objektus, ji visuomet liks vertinga, nes ji prapl t m s pažinimo akirat .

LITERAT RA

- Pl a n c k M., Die Stellung der neueren Physik zur mechanischen Weltanschauung, Königsberg 1910.
- Pl a n c k M., Das Weltbild der neuen Physik, Leipzig 1930.
- Pl a n c k M., Wege zur physikalischen Erkenntnis, Leipzig 1933.
- J e a n s J., Der Weltraum und seine Rätsel, Stuttgart 1931!
- J o r d a n P., Physikalisches Denken in der neuen Zeit, Hamburg 1935.
- E d d i n g t o n A. S., Die Naturwissenschaft auf neuen Bahnen, Braunschweig 1935.
- F r a n k Ph., Das Ende der mechanistischen Physik, Wien 1935.
- B a w i n k B., Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften, Leipzig 1933.
- B o r n M., Apie fizikos teorij prasm (vertimas) „Logos“, Kaunas 1930.
- B r o g l i e L., Réflexions philosophiques d'un physicien sur la théorie de Quanta et la nouvelle mécanique, Paris 1933.
- R e i c h e n b a c h H., Das physikalische Weltbild der Gegenwart, „Atom und Kosmos“, Berlin 1930.
- P u o d ž i u k y n a s A., Priežastingumas ir valios laisv ši dien fizikos požvilgiu. „Logos“, Kaunas 1933.
- S l a v n a s P., B tyb , tikimyb ir valia gamtos d sniuose, „Logos“, Kaunas 1932.
- H a a s A., Das Naturbild der neuen Physik, Berlin 1936.
- H o h r N., Atomtheorie und Naturbeschreibung, Berlin 1931.