

VEcordia

Izvilums L-EINSTE

Atvērts: 2008.07.09 14:12
Slēgts: 2008.07.19 21:38
Versija: 2017.04.08 14:37

ISBN 9984-9395-5-3

Dienasgrāmata «VECORDIA»

© Valdis Egle, 2017

ISBN

A. Einšteins. «Kustībā esoši ķermeņi»

© Alberts Einšteins, 1905



Alberts Einšteins 1910.gadā
(Foto no Siliņa grāmatas)

Alberts Einšteins

Kustībā esoši ķermeņi

Ar Valda Egles komentāriem

Impositum

Grīziņkalns 2017

Talis hominis fuit oratio,
qualis vita

MANA SLAVAS DZIESMA

Tūkstošiem jau slavas dziesmu
Tautas krūtīs viļņojās:
«Braši, braši mūsu dēli,
Ozoliem tie līdzinās¹!

Cēlas, cēlas mūsu meitas,
Šmaugu liepu daiļumā²!
Košas, košas mūsu āres!
Jauki dzīvot tēvijā!»

– Neļauņojies, tēvu zeme,
Acu gaisma vāja man:
Šķietos redzam sīkus krūmus,
Noras, sūnas arīžan.

Šķietos redzam sērdienīšus
Asaraiņām actiņām –
Vai! – un mana slavas dziesma
Sirdī mirst aiz žēlabām.

Edvards Treimanis-Zvārgulis – 1894

Priekšvārds

Alberta Einšteina slava sākās ar diviem rakstiem žurnālā «Fizikas Annāles», kurus redakcija saņēma 1905.gada 30.jūnijā (pirmo) un 1905.gada 27.septembrī (otro). Pirmajā rakstā (garākajā) izklāstīts tas, kas tagad saucas par «Speciālo relativitātes teoriju», bet otrajā (īsākajā) dota ideja $E=mc^2$, lai gan pašas šīs tagad jau leģendārās formulas tur vēl nav.

1998.gada novembrī un 1999.gada februārī es divos paņēmienos abus šos rakstus pārtulkoju latviski (no Einšteina rakstu krievu izdevuma; vācu tekstu man toreiz neizdevās dabūt). Tulkojumu es ievietoju Veddas krājumā SKATI, bet vēlāk krājumā LUDUS. Tulkojot un pēc tam apstrādājot tekstu, man radās aizdomas, ka krievu izdevums satur iespiedkļūdas matemātiskajās formulās. Taču pats es nejutos tik stiprs fizikā un matemātikā, lai noteikti apgalvotu, ka tās patiešām ir kļūdas, un tāpēc lai savā izdevumā tās tā vienkārši labotu. Tāpēc es 1999.gada jūnijā griezpos pie profesionāliem Latvijas fiziķiem ar lūgumu pateikt man, ir vai nav jālabo šīs formulas. Es apmeklēju LU Fizikas fakultāti Zeļļu ielā un LU Atomfizikas un spektroskopijas institūtu, kontaktēju kopumā ar četriem vai pieciem fiziķiem, kurus Fakultātes dekanātā man rekomendēja kā Latvijas galvenos speciālistus Relativitātes teorijas laukā. Es atdevu katram no viņiem manis pārtulkoto rakstu izdrukas ar visām formulām, taču neviens no viņiem tā arī nespēja pateikt, ir vai nav jālabo formulas. (Jāatzīstas, es biju visai pārsteigts par tādu iznākumu un to nu gan nebiju gaidījis, ka Latvijas «speciālistu» kompetence izrādīsies tik zema).

Abi Sestās Mediotēkas krājumi, kuros manis pārtulkotie Einšteina raksti pēctecīgi ietilpa, tā īsti netika pabeigti un netika ievietoti Latvijas bibliotēkās (kā daži citi Veddas krājumi), tāpēc toreiz veikto Einšteina rakstu latviskoto publikāciju var uzskatīt par tādu pa pusei notikušu un pa pusei nenotikušu. No vienas puses, tās krājumu izdrukas cilvēki lasīja; bet, no otras puses, pabeigtas grāmatas ar Einšteina rakstiem tajās iekšā tā arī netika iznākušas.

¹ Akadēmiķis Andris Buiķis, akadēmiķis Edgars Imants Siliņš un daudzi citi akadēmiķi.

² Akadēmiķe Maija Kūle, akadēmiķe Vaira Vīķe-Freiberga un daudzas citas akadēmiķes.

Tagad es abus toreiz pārtulkotos Einšteina rakstus publicēju Vekordijā šajā sējumā – ar tādām formulām, kādas nu tās toreiz bija. (Kad sākās Interneta ēra, es Tīmeklī sameklēju Einšteina rakstu oriģinālo, vācu publikāciju un salīdzināju formulas savā – tātad īstenībā krievu – izdevumā un oriģinālā: no trīs vietām, kur man bija aizdomas, ka formulas nav pareizas, divās patiešām vācu izdevums atšķīrās no krievu un tur stāvēja tādas formulas, kādām tām bija jābūt pēc manām domām; trešajā vietā vācu izdevumā bija tas pats, kas krieviem – un tā kā es tagad vairs pats nevaru saprast, kāpēc man toreiz šajā vietā kaut kas likās nepareizi, tad jādomā, ka tur viss ir pareizi).

Einšteina rakstiem šeit es pievienoju vēl dažus citus materiālus, kas ar šiem rakstiem sasaucas. Tajā tekstā, kas Vekordijā ir pārņemts no Veddas, saglabāju punktu numurus tādus, kādi tie bija krājumā LUDUS. (Numurus atstāju tādēļ, lai būtu vieglāk atsaukties uz atsevišķām Einšteina rakstu vietām un formulām).

Kā parasti, pievienoju šādus tādus savus komentārus.

Valdis Egle

2008. gada 9. jūlijā

Alberta Einšteina raksti

1. Einšteina pirmais raksts

1998.11.23

.772. Einšteins A. «Pie kustībā esošu ķermeņu elektrodinamikas»³. Tulkots no krievu izdevuma: Zinātnisko darbu krājums. I.J. Tamma, J.A. Smorodinska, B.G. Kuzņecova redakcijā. Sērija «Zinātnes klasiķi». I sējums. Darbi relativitātes teorijā 1905–1920. Izdevniecība «Zinātne», Maskava, 1965.⁴

1905.06.30

(pirms 93 gadiem, 4 mēnešiem, 23 dienām)

Ievads

.773. Ir zināms, ka Maksvella elektrodinamika tās pašreizējā veidā attiecībā uz kustībā esošiem ķermeņiem noved pie asimetrijas, kura, jādoma, nepiemīt pašām parādībām. Atcerēsimies, piemēram, elektrodinamisko mijiedarbību starp magnētu un vadu ar strāvu. Novērojamā parādība šeit ir atkarīga tikai no vada un magnēta relatīvās kustības, tajā laikā, kad pēc parastā priekšstata divi gadījumi, kuros kustas vai nu viens vai otrs no šiem ķermeņiem, ir stingri jānorobežo. Patiešām, ja kustas magnēts, bet vads atrodas mierā, tad apkārt magnētam rodas elektriskais lauks, kuram piemīt zināms daudzums enerģijas, kas tajās vietās, kur atrodas vada daļas, izsauc strāvu. Ja, turpretim, magnēts atrodas mierā, bet kustas vads, tad magnētam apkārt nerodas nekāds elektriskais lauks; toties vadā rodas elektriskais dzinējspēks, kurš pats par sevi neatbilst nekādai enerģijai, bet kurš – ja relatīvā kustība abos mūs interesējošajos gadījumos ir vienāda – izsauc tā paša lieluma un tā paša virziena strāvas kā elektriskais lauks pirmajā gadījumā.

.774. Tāda veida piemēri, kā arī neveiksmīgie mēģinājumi atklāt Zemes kustību attiecībā pret «gaismas nesēju vidi» noved līdz pieņēmumam, ka ne tikai mehānikā, bet arī elektrodinamikā nekādas parādību īpašības neatbilst absolūta miera jēdzienam un pat vēl vairāk, – līdz pieņēmumam, ka visās koordināšu sistēmās, kurām ir spēkā mehānikas vienādojumi, ir spēkā vieni un tie paši elektrodinamiskie un optiskie likumi, kā tas jau ir pierādīts pirmajiem lielumiem. Šo pieņēmumu (kura saturs turpmāk tiks saukts par «relativitātes principu») mēs gribam pārvērst par postulātu un izdarīt bez tam vēl papildus pieņēmumu, kurš ar pirmo atrodas tikai šķietamā pretrunā, un proti, ka gaisma tukšumā vienmēr izplatās ar noteiktu ātrumu V , kurš nav atkarīgs no izstarojošā ķermeņa kustības stāvokļa. Šie divi postulāti ir pietiekami, lai, ņemot par pamatu Maksvella teoriju mierā esošiem ķermeņiem, uzbūvētu vienkāršu, no

³ Einstein A. «Zur Elektrodynamik der bewegter Körper». Annalen der Physik und Chemie IV Folge, Band 17 (1905), S. 891–921.

⁴ Эйнштейн А. «К электродинамике движущихся тел». Собрание научных трудов. Под ред. И.Е. Тамма, Я.А. Смородинского, Б.Г. Кузнецова. Серия «Классики науки». Том I. Работы по теории относительности 1905–1920. Издательство «Наука», Москва, 1965. С. 7–35.

pretrunām brīvu kustībā esošu ķermeņu elektrodinamiku. «Gaismu nesošā ētera» ieviešana šeit izrādīsies lieka, jo piedāvātajā teorijā netiek ieviesta «absolūti mierā esoša telpa», kurai piemistu sevišķas īpašības, kā arī nevienam tukšas telpas punktam, kurā norisinās elektrodinamiskie procesi, netiek pierakstīts nekāds ātruma vektors.

.775. Attīstāmā teorija balstās, tāpat kā jebkura cita elektrodinamika, uz cieta ķermeņa kinemātikas, jo ikvienas teorijas spriedumi skar attiecības starp cietiem ķermeņiem (koordināšu sistēmām), pulksteņiem un elektromagnētiskajiem procesiem. Šī apstākļa nepietiekoša izpratne ir to grūtību cēlonis, kuras tagad nākas pārvarēt kustībā esošu ķermeņu elektrodinamikai.

.776.

I. Kinemātiskā daļa

§1. Vienlaicīguma definīcija

.777. Lai ir dota koordināšu sistēma, kurā ir spēkā Ņūtona mehānikas vienādojumi. Lai atšķirtu no vēlāk ievadamajām koordināšu sistēmām un lai precizētu terminoloģiju, nosauksim šo koordināšu sistēmu par «mierā esošu sistēmu».

.778. Ja kāds materiāls punkts atrodas mierā attiecībā pret šo koordināšu sistēmu, tad tā stāvoklis attiecībā pret pēdējo var tikt noteikts ar Eiklīda ģeometrijas metodēm ar cietu mēru palīdzību un izteikts Dekarta koordinātēs.

.779. Ja mēs gribam aprakstīt kāda materiāla punkta KUSTĪBU, tad mēs uzdodam tā koordināšu vērtības kā laika funkciju. Pie tam ir jāatceras, ka tādām matemātiskām aprakstam ir fizikāla jēga tikai tad, ja iepriekš ir noskaidrots, kas šeit ir jāsaprot ar «laiku». Mums ir jāpievērš uzmanība tam, ka visi mūsu spriedumi, kuros ir kaut kāda loma laikam, vienmēr ir spriedumi par VIENLAICĪGIEM NOTIKUMIEM. Ja es, piemēram, saku: «Šis vilciens pienāk šeit pulksten 7», – tad tas nozīmē apmēram sekojošo: «Mana pulksteņa mazā rādītāja atrašanās uz septiņu iedaļas un vilciena pienākšana ir vienlaicīgi notikumi». (Šeit netiks apspriesta neprecizitāte, kuru satur vienlaicīguma jēdziens diviem notikumiem, kuri norisinās (aptuveni) vienā vietā un kura arī ir jāpārvar ar zināmu abstrakciju).

.780. Var likties, ka visas grūtības, kas attiecas uz «laika» definēšanu, var tikt pārvarētas tādējādi, ka vārda «laiks» vietā es uzrakstīšu «mana pulksteņa mazā rādītāja stāvoklis». Tāda definīcija patiešām ir pietiekama tajā gadījumā, kad runa ir tikai par laika noteikšanu tajā pašā vietā, kur atrodas pulkstenis; taču šī definīcija jau būs nepietiekama, līdzko runa būs par to, lai sasaistītu vienu ar otru laikā tādu notikumu virknes, kuri norisinās dažādās vietās, vai, kas reducējas uz to pašu, lai noteiktu laika momentu tādiem notikumiem, kuri norisinās no pulksteņa attālās vietās.

.781. Vēloties noteikt notikuma laiku, mēs varētu, protams, apmierināties ar to, ka kādam novērotājam, kurš atrodas ar pulksteni koordināšu sākumpunktā, liktu salīdzināt pulksteņa rādītāja atbilstošo stāvokli ar katru gaismas signālu, kas nāk pie viņa caur tukšumu un dod ziņu par reģistrējamo notikumu. Tāda salīdzināšana tomēr ir saistīta ar to mums no pieredzes zināmo neērtību, ka tā nebūs neatkarīga no vietas, kur atrodas novērotājs ar pulksteni. Mēs nonāksim pie daudz praktiskākas definīcijas sekojošu spriedumu ceļā.

.782. Ja telpas punktā A ir novietots pulkstenis, tad novērotājs, kurš atrodas punktā A , var noteikt punkta A tiešā tuvumā notikumu laiku, novērojot ar šiem notikumiem vienlaicīgu pulksteņa rādītāju stāvokli. Ja citā telpas punktā B arī ir pulkstenis (mēs piebildīsim: «tieši tāds pats pulkstenis kā punktā A »), tad punkta B tiešā tuvumā tur esošs novērotājs arī var novērtēt notikumu laiku. Taču nav iespējams bez tālākiem pieņēmumiem salīdzināt laikā kaut kādu notikumu punktā A ar notikumu punktā B ; mēs esam definējuši pagaidām tikai « A -laiku» un « B -laiku», bet ne kopējo priekš A un B «laiku». Pēdējo var ievest, PIEŅEMOT DEFINĪCIJU, ka «laiks», kas nepieciešams, lai gaisma nonāktu no punkta A punktā B , ir vienāds ar «laiku», kas nepieciešams gaismas nonākšanai no punkta B punktā A . Lai momentā t_A pēc « A -laika» gaismas stars iziet no punkta A uz punktu B , brīdī t_B pēc « B -laika» atstarojas no B uz A un atgriežas atpakaļ punktā A brīdī t'_A pēc A -laika. Pulksteņi punktos A un B , saskaņā ar definīciju, ies sinhroni, ja

.783.

$$t_B - t_A = t'_A - t_B.$$

.784. Mēs izdarīsim pieņēmumu, ka šo sinhronitātes definīciju var dot nepretrunīgā veidā un pie tam cik vēlamies daudziem punktiem un ka tādējādi ir spēkā sekojoši apgalvojumi:

.785. 1) ja pulkstenis punktā B iet sinhroni ar pulksteni punktā A , tad pulkstenis punktā A iet sinhroni ar pulksteni punktā B ;

.786. 2) ja pulkstenis punktā A iet sinhroni gan ar pulksteni B , gan ar pulksteni C , tad pulksteņi punktos B un C arī iet sinhroni viens ar otru.

.787. Tādējādi, izmantojot zināmus fizikālus (domu) eksperimentus, mēs noteicām, kas ir jāsaprot ar sinhroni ejošiem, bet dažādās vietās mierā esošiem pulksteņiem, un, pateicoties tam, acīmredzot esam snieguši definīcijas jēdzieniem: «vienlaicīgi» un «laiks». Notikuma «laiks» – tas ir ar notikumu vienlaicīgs tāda mierā esoša pulksteņa rādījums, kurš atrodas notikuma vietā un iet sinhroni ar kādu noteiktu mierā esošu pulksteni, pie kam ar vienu un to pašu pulksteni visās laika noteikšanas reizēs.

.788. Saskaņā ar novērojumiem, mēs noteiksim arī, ka lielums

.789.

$$\frac{\overline{2AB}}{t'_A - t_A} = V$$

.790. ir universāla konstante (gaismas ātrums tukšumā).

.791. Būtisks ir tas, ka mēs definējam laiku ar mierā esoša pulksteņa palīdzību mierā esošā sistēmā; sauksim šo mierā esošai sistēmai piederošo laiku par «mierā esošas sistēmas laiku».

.792.

§2. Par garumu un laika sprīžu relativitāti

.793. Tālākie apsvērumi balstās uz relativitātes principu un uz gaismas ātruma pastāvīguma principu. Mēs formulējam abus principus sekojošā veidā.

.794. 1. Likumi, pēc kuriem mainās fizisko sistēmu stāvokļi, nav atkarīgi no tā, uz kuru no divām vienmērīgā taisnvirziena kustībā vienai attiecībā pret otru esošām koordināšu sistēmām šīs izmaiņas attiecas.

.795. 2. Katrs gaismas stars «mierā esošā» koordināšu sistēmā virzās ar noteiktu ātrumu V , neatkarīgi no tā, vai šo gaismas staru izstaro mierā vai kustībā esošs ķermenis.

.796. Šeit

.797.

$$\text{Ātrums} = \frac{\text{Gaismas stara ceļš}}{\text{Laika sprīdis}},$$

.798. pie kam «laika sprīdis» ir jāsaprot §1 definīcijas nozīmē.

.799. Lai mums ir dots mierā esošs ciets stienis, un lai viņa garums, izmērīts ar tāpat mierā esošu mērogu, ir l . Tagad iedomāsimies, ka stienim, kura ass vērsta pa mierā esošas koordināšu sistēmas X asi, tiek piešķirta vienmērīga un X asij paralēla taisnvirziena kustība (ar ātrumu v) x vērtību pieaugšanas virzienā. Uzdosisim tagad jautājumu par KUSTĪBĀ ESOŠĀ stieņa garumu, kuru mēs domājam definētu ar divu šādu operāciju palīdzību:

.800. a) novērotājs kustas kopā ar norādīto mērogu un ar mērāmo stieni, un stieņa garumu mēra, vienkārši pieliekot mērogu tāpat, kā tad, ja mērāmais stienis, novērotājs un mērogs atrastos mierā;

.801. b) novērotājs noteic ar mierā esošā sistēmā novietotiem sinhroniem (§1 nozīmē) mierā esošiem pulksteņiem, kādos mierā esošas sistēmas punktos atrodas mērāmā stieņa abi gali noteiktā laika momentā t . Attālums starp šiem diviem punktiem, izmērīts ar augstāk lietoto, bet jau mierā esošu mērogu, ir garums, kuru var apzīmēt kā «stieņa garumu».

.802. Saskaņā ar relativitātes principu, ar operāciju «a» noteiktajam garumam, kuru mēs sauksim par «stieņa garumu kustībā esošā sistēmā», jābūt vienādam ar mierā esoša stieņa garumu l .

.803. Ar operāciju «b» nosakāmo garumu, kuru mēs sauksim par «(kustībā esoša) stieņa garumu mierā esošā sistēmā», mēs noteiksim, pamatojoties uz diviem mūsu principiem, un atradīsim, ka tas atšķiras no l .

.804. Parasti lietotajā kinemātikā tiek bez iebildumiem pieņemts, ka ar abām minētajām operācijām noteiktie garumi ir vienādi jeb, citiem vārdiem, ka kustībā esošs ciets ķermenis laika momentā t ģeometriskā nozīmē pilnīgi var tikt aizstāts ar TO PAŠU ķermeni, kad tas noteiktā stāvoklī atrodas MIERĀ.

.805. Iedomāsimies, ka pie stieņa abiem galiem (A un B) ir piestiprināti pulksteņi, kuri ir sinhroni ar mierā esošas sistēmas pulksteni, t.i. to rādījumi atbilst «mierā esošas sistēmas laikam» tajās vietās, kurās šie pulksteņi pašreiz atrodas; tātad šie pulksteņi ir «sinhroni mierā esošā sistēmā».

.806. Iedomāsimies tālāk, ka katram pulkstenim līdzās atrodas novērotājs, kurš kustas kopā ar to, un šie novērotāji pielieto abiem pulksteņiem §1 noteikto divu pulksteņu sinhronitātes kritēriju. Lai laika momentā (šeit «laiks» nozīmē «mierā esošas sistēmas laiks» un arī «tāda kustībā esoša pulksteņa rādītāja stāvoklis, kurš atrodas tajā vietā, par kuru ir runa») t_A no A iziet gaismas stars, atstarojas punktā B laika momentā t_B un atgriežas atpakaļ punktā A momentā t'_A . Ņemot vērā gaismas ātruma pastāvīguma principu, atrodam, ka

.807.

$$t_B - t_A = \frac{r_{AB}}{V - v} \quad \text{un} \quad t'_A - t_B = \frac{r_{AB}}{V + v},$$

.808. kur r_{AB} ir kustībā esoša stieņa garums, izmērīts mierā esošā sistēmā. Un tā, novērotāji, kas kustas kopā ar stieni, konstatēs, ka pulksteņi punktos A un B neiet sinhroni, kamēr novērotāji, kas atrodas mierā esošā sistēmā, nosauktu šos pulksteņus par sinhroniem.

.809. Un tā, mēs redzam, ka nevajag piešķirt ABSOLŪTU nozīmi vienlaicības jēdzienam. Divi notikumi, kuri ir vienlaicīgi, novērojot tos vienā koordināšu sistēmā, vairs netiek uztverti kā vienlaicīgi, vērojot tos no tādas sistēmas, kura kustas attiecībā pret doto sistēmu.

.810.

§3. Teorija koordināšu un laika pārveidošanai no mierā esošas sistēmas uz sistēmu, kura atrodas vienmērīgā taisnvirziena kustībā attiecībā pret pirmo

.811. Lai «mierā esošā» telpā ir dotas divas koordināšu sistēmas, katra ar trim savstarpēji perpendikulārām asīm, kas iziet no viena punkta. Lai abu sistēmu X asis sakrīt, bet Y un Z asis attiecīgi paralēlas. Lai katra sistēma ir apgādāta ar mērogu un zināmu pulksteņu skaitu, un lai abi mērogi un visi pulksteņi abās sistēmās ir precīzi vienādi.

.812. Lai tagad vienas no šīm sistēmām koordināšu sākumpunktam (k) tiek piešķirts (pastāvīgs) ātrums v otras, mierā esošas sistēmas (K) x vērtību pieauguma virzienā; šis ātrums tiek piešķirts arī koordināšu asīm, kā arī atbilstošajiem mērogiem un pulksteņiem. Tad katram laika momentam t mierā esošā sistēmā (K) atbilst noteikts kustībā esošās sistēmas asu stāvoklis, un mēs no simetrijas apsvērumiem esam tiesīgi pieļaut, ka sistēmas k kustība var būt tāda, ka kustībā esošās sistēmas asis laika momentā t būs paralēlas mierā esošās sistēmas asīm (ar t vienmēr apzīmēsim mierā esošās sistēmas laiku).

.813. Tagad iedomāsimies, ka telpa ir iezīmēta kā mierā esošajā sistēmā K ar tajā mierā esošu mērogu, tā arī kustībā esošajā sistēmā k ar mērogu, kurš kustas kopā ar to, un ka tādējādi ir iegūtas koordinātes x, y, z un atbilstoši ξ, η, ζ . Lai ar mierā esošu pulksteņiem, kas atrodas mierā esošā sistēmā, un ar gaismas signāliem §1 norādītajā veidā tiek noteikts mierā esošās sistēmas laiks visiem pēdējās tiem punktiem, kuros atrodas pulksteņi. Lai tālāk tādā pat veidā tiek noteikts kustībā esošās sistēmas laiks τ visiem šīs sistēmas punktiem, kuros atrodas attiecībā pret to mierā esoši pulksteņi, ar §1 gaismas signālu metodi starp punktiem, kuros šie pulksteņi atrodas.

.814. Katrai x, y, z, t vērtību kopai, kuras pilnībā noteic notikumu vietu un laiku mierā esošā sistēmā, atbilst vērtību kopa ξ, η, ζ, τ , kura nosaka šo notikumu sistēmā k , un tagad ir nepieciešams atrast vienādojumu sistēmu, kura sasaistītu šos lielumus.

.815. Pirmām kārtām ir skaidrs, ka šiem vienādojumiem jābūt LINEĀRIEM tās viendabīguma īpašības dēļ, kuru mēs piedēvējam telpai un laikam.

.816. Ja mēs noteiksim, ka $x' = x - vt$, tad skaidrs, ka sistēmā k mierā esošam punktam piederēs noteikta, no laika neatkarīga x', y, z vērtību kopa. Vispirms noteiksim τ kā funkciju no x', y, z, t . Šajā nolūkā mums jāizsaka ar zināmām attiecībām, ka τ pēc savas jēgas ir nekas cits, kā sistēmā k mierā esošu tādu pulksteņu rādījumu kopa, kuri, atbilstoši §1 kārtulai, iet sinhroni.

.817. Lai no koordināšu sistēmas k sākumpunkta laika momentā τ_0 tiek sūtīts gaismas stars gar X asi uz punktu x' un atspoguļojas no turienes brīdī τ_1 atpakaļ uz koordināšu sākumpunktu, kur tas pienāk laika momentā τ_2 ; tad ir jābūt spēkā attiecībai

.818.

$$\frac{1}{2} (\tau_0 + \tau_2) = \tau_1,$$

.819. vai, izrakstot funkcijas τ argumentus un pielietojot gaismas ātruma pastāvīguma principu mierā esošā sistēmā, iegūstam

.820.

$$\frac{1}{2} [\tau_0(0,0,0,t) + \tau_2(0,0,0, \{t + \frac{x'}{V-v} + \frac{x'}{V+v}\})] =$$

$$= \tau_1(x', 0, 0, t + \frac{x'}{V-v}).$$

.821. Ja x' ņemam bezgalīgi mazu, tad no šejienes izriet:

.822.

$$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{V-v} + \frac{1}{V+v} \right) \frac{\partial \tau}{\partial t} = \frac{\partial \tau}{\partial x'} + \frac{1}{V-v} \frac{\partial \tau}{\partial t},$$

.823. vai

.824.

$$\frac{\partial \tau}{\partial x'} + \frac{v}{V^2 - v^2} \frac{\partial \tau}{\partial t} = 0.$$

.825. Jāatzīmē, ka mēs varējām koordināšu sākumpunkta vietā izvēlēties jebkuru citu punktu kā gaismas stara izsūtīšanas sākumvietu, un tāpēc tikko kā iegūtais vienādojums ir pareizs visām x', y, z vērtībām.

.826. Ja ņemam vērā, ka gaisma gar asīm Y un Z ,⁵ novērojot no mierā esošas sistēmas, vienmēr izplatās ar ātrumu $\sqrt{V^2 - v^2}$, tad analogisks secinājums par šīm asīm dos

.827.

$$\frac{\partial \tau}{\partial y} = 0,$$

.828.

$$\frac{\partial \tau}{\partial z} = 0.$$

.829. Tā kā τ ir LINEĀRA funkcija, tad no šiem vienādojumiem izriet

.830.

$$\tau = a \left(t - \frac{v}{V^2 - v^2} x' \right),$$

.831. kur a – pagaidām nezināma funkcija $\varphi(v)$ un vienkāršības labad pieņemts, ka koordināšu sistēmas k sākumpunktā pie $\tau = 0$ arī $t = 0$.

.832. Izmantojot šo rezultātu, ir viegli atrast lielumus ξ, η, ζ . Šajā nolūkā (kā to prasa gaismas ātruma pastāvīguma princips kopā ar relativitātes principu) vajag ar vienādojumu palīdzību izteikt to apstākli, ka gaisma, mērot kustībā esošā sistēmā, arī izplatās ar ātrumu V . Gaismas staram, kurš izgājis laika momentā $\tau = 0$ pieaugošo ξ virzienā, iegūstam

.833.

$$\xi = V \tau,$$

⁵ V.E.: Vācu tekstā nezina kādēļ H un Z asis.

.834. vai

.835.

$$\xi = a V \left(t - \frac{v}{V^2 - v^2} x' \right).$$

.836. Bet attiecībā pret koordināšu sistēmas k sākumpunktu gaismas stars, mērot mierā esošā sistēmā, kustas ar ātrumu $V - v$, kādēļ

.837.

$$\frac{x'}{V - v} = t.$$

.838. Ievietojot šo t vērtību ξ vienādojumā, dabūjam

.839.

$$\xi = a \frac{V^2}{V^2 - v^2} x'.$$

.840. Aplūkojot starus, kas kustas gar divām pārējām asīm, iegūstam

.841.

$$\eta = V \tau = a V \left(t - \frac{v}{V^2 - v^2} x' \right),$$

.842. pie kam

.843.

$$\frac{y}{\sqrt{V^2 - v^2}} = t, \quad x' = 0;$$

.844. tātad,

.845.

$$\eta = a \frac{V}{\sqrt{V^2 - v^2}} y$$

.846. un

.847.

$$\zeta = a \frac{V}{\sqrt{V^2 - v^2}} z.$$

.848. Ievietojot x' vietā viņa vērtību, dabūjam

.849.

$$\tau = \varphi(v) \beta \left(t - \frac{v}{V^2} x \right),$$

.850.

$$\xi = \varphi(v) \beta (x - vt),$$

.851.

$$\eta = \varphi(v) y,$$

.852.

$$\zeta = \varphi(v) z,$$

.853. kur

.854.

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1-(v/V)^2}},$$

.855. bet φ – pagaidām nezināma funkcija no v .

.856. Ja neizdarām nekādus pieņēmumus par kustībā esošās sistēmas sākuma stāvokli un par variantes τ nulles punktu, tad šo vienādojumu labajām pusēm jāpieraksta pa vienai papildus konstantei.

.857. Tagad mums ir jāparāda, ka ikviens gaismas stars – mērot kustībā esošā sistēmā – izplatās ar ātrumu V , ja šis apgalvojums, saskaņā ar mūsu pieņēmumu, ir patiess mierā esošā sistēmā; mēs vēl neesam pierādījuši, ka gaismas ātruma pastāvīguma princips ir savienojams ar relativitātes principu.

.858. Pieņemsim, ka laika momentā $t = \tau = 0$ no kopējā šajā brīdī abām sistēmām koordināšu sākumpunkta tiek izsūtīts sfērisks vilnis, kurš izplatās sistēmā K ar ātrumu V . Ja (x, y, z) ir punkts, kurā šis vilnis pienāk, tad mēs dabūjam

$$.859. \quad x^2 + y^2 + z^2 = V^2 t^2.$$

.860. Pārveidosim šo vienādojumu ar augstāk pierakstīto pārveidojuma formulu palīdzību; tad iegūsim

$$.861. \quad \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = V^2 \tau^2.$$

.862. Un tā, aplūkojamais vilnis, novērots kustībā esošā sistēmā, arī ir lodveida vilnis, kurš izplatās ar ātrumu V . Līdz ar to ir pierādīts, ka mūsu divi pamatprincipi ir savienojami.

.863. Izvestās pārveidošanas formulas satur nezināmu funkciju φ no v , kuru mēs tagad definēsim.

.864. Šajā nolūkā ievedam vēl vienu, trešo koordināšu sistēmu K' , kura attiecībā pret sistēmu k izdara taisnvirziena kustību paralēli asij Ξ tā, ka tās koordināšu sākumpunkts pārvietojas ar ātrumu v pa asi Ξ . Lai laika momentā $t = 0$ visi trīs koordināšu sākumpunkti sakrīt, un lai pie $t = x = y = z = 0$ laiks t' sistēmā K' ir vienāds ar 0. Lai x', y', z' ir koordinātes, kas izmērītas sistēmā K' . Pēc divkārtējas mūsu pārveidošanas formulu pielietošanas iegūstam

.865.

$$t' = \varphi(-v) \beta(-v) \left\{ \tau + \frac{v}{V^2} \xi \right\} = \varphi(v) \varphi(-v) t,$$

.866.

$$x' = \varphi(-v) \beta(-v) \{ \xi + v \tau \} = \varphi(v) \varphi(-v) x,$$

.867.

$$y' = \varphi(-v) \eta = \varphi(v) \varphi(-v) y,$$

.868.

$$z' = \varphi(-v) \zeta = \varphi(v) \varphi(-v) z.$$

.869. Tā kā attiecības starp x', y', z' un x, y, z nesatur laiku t , tad sistēmas K un K' atrodas mierā viena pret otru, un ir skaidrs, ka pārveidojumam no K uz K' jābūt ekvivalentam pārveidojumam. Tātad

$$.870. \quad \varphi(v) \varphi(-v) = 1.$$

.871. Noskaidrosim tagad funkcijas $\varphi(v)$ fizikālo jēgu. Šajā nolūkā aplūkosim to sistēmas k ass H daļu, kura atrodas starp punktiem $\xi = 0, \eta = 0, \zeta = 0$ un $\xi = 0, \eta = l, \zeta = 0$. Šī ass H daļa ir stienis, kurš kustas perpendikulāri savai asij ar ātrumu v attiecībā pret sistēmu K . Šī stieņa galiem sistēmā K ir šādas koordinātes:

.872.

$$x_1 = vt, \quad y_1 = \frac{l}{\varphi(v)}, \quad z_1 = 0$$

.873. un

.874.

$$x_2 = vt, y_2 = 0, z_2 = 0.$$

.875. Tādējādi stieņa garums, izmērīts sistēmā K , ir vienāds ar $l/\varphi(v)$; līdz ar to ir noskaidrota arī funkcijas $\varphi(v)$ fizikālā jēga. Patiešām, no simetrijas apsvērumiem tagad ir skaidrs, ka mierā esošā sistēmā izmērīts kāda tāda stieņa garums, kurš kustas perpendikulāri savai asij, var būt atkarīgs tikai no ātruma lieluma, bet ne no tā virziena un zīmes. Tātad mierā esošā sistēmā izmērīts kustībā esoša stieņa garums nemainās, ja v aizstāj ar $-v$. No šejienes izriet:

.876.

$$\frac{l}{\varphi(v)} = \frac{l}{\varphi(-v)},$$

.877. vai

.878.

$$\varphi(v) \varphi(-v).$$

.879. No tā un no agrāk atrastās attiecības seko, ka $\varphi(v) = 1$, un atrastās pārveidošanas formulas pāriet šādās:

.880.

$$\tau = \beta \left(t - \frac{v}{V^2} x \right),$$

.881.

$$\xi = \beta (x - vt),$$

.882.

$$\eta = y, \quad \zeta = z,$$

.883. kur

.884.

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/V)^2}}.$$

.885.

§4. Iegūto vienādojumu fizikālā jēga kustībā esošiem cietiem ķermeņiem un kustībā esošiem pulksteņiem

.886. Aplūkosim cietu lodi (t.i. ķermeni, kuram miera stāvoklī ir lodes forma) ar rādiusu R , kura atrodas miera stāvoklī attiecībā pret kustībā esošu sistēmu k , pie kam lodes centrs sakrīt ar sistēmas k koordinātu sākumpunktu. Šīs attiecībā pret sistēmu K kustībā ar ātrumu v esošās lodes virsmas vienādojums ir

.887.

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = R^2.$$

.888. Šīs virsmas vienādojums, izteikts caur x, y, z , laika momentā $t = 0$ būs

.889.

$$\frac{x^2}{(\sqrt{1 - (v/V)^2})^2} + y^2 + z^2 = R^2.$$

.890. Tātad ciets ķermenis, kuram miera stāvoklī ir lodes forma, kustības stāvoklī – novērojot no mierā esošas sistēmas – pieņem rotācijas elipsoīda formu ar pusasīm

.891.

$$R \sqrt{1 - (v/V)^2}, R, R.$$

.892. Tajā laikā, kad lodes (un tāpat arī ikviena cita jebkuras formas cieta ķermeņa) izmēri pa asīm Y un Z no kustības nemainās, izmēri pa X asi samazinās attiecībā $1 : \sqrt{1 - (v/V)^2}$ un, jo lielāks v , jo stiprāk. Pie $v = V$ visi kustībā esošie objekti, novēroti no «mierā esošas» sistēmas, saplacinās un pārvērsas par plakanām figūrām. Ātrumiem, kas lielāki par gaismas ātrumu, mūsu secinājumi zaudē jēgu; kaut gan no tālākajiem spriedumiem būs redzams, ka gaismas ātrumam mūsu teorijā fizikāli ir bezgalīgi liela ātruma loma. Skaidrs, ka tie paši rezultāti iznāk ķermeņiem, kuri atrodas mierā «mierā stāvoklī» esošā sistēmā, ja tos aplūko no sistēmas, kura vienmērīgi pārvietojas.

.893. Iedomāsimies tālāk, ka pulkstenis, atrodoties mierā attiecībā pret mierā esošu sistēmu, rāda laiku t , bet atrodoties mierā pret kustībā esošu sistēmu, rāda laiku τ . Lai tas novietots koordināšu sistēmas k sākumpunktā. Cik ātri iet šis pulkstenis, aplūkojot to no mierā esošas sistēmas?

.894. Lielumus x , t , τ , kas attiecas uz vietu, kurā atrodas šis pulkstenis, acīmredzot saista attiecības

.895.

$$\tau = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} \left(t - \frac{v}{V^2} x \right)$$

.896. un

.897.

$$x = vt.$$

.898. Tādējādi

.899.

$$\tau = t \sqrt{1 - (v/V)^2} = t - (1 - \sqrt{1 - (v/V)^2}) t,$$

.900. no kā izriet, ka pulksteņa rādījumi (novēroti no mierā esošas sistēmas) atpaliek sekundē par

.901.

$$(1 - \sqrt{1 - (v/V)^2}) \text{ sek},$$

.902. vai, ar precizitāti līdz ceturtās un augstāku kārtu lielumiem, par

.903.

$$\frac{1}{2} (v/V)^2 \text{ sek}.$$

.904. No tā izriet īpatnējas sekas. Ja sistēmas K punktos A un B ir novietoti mierā esoši un sinhroni ejoši pulksteņi, novēroti no mierā esošas sistēmas, un ja pulkstenis no punkta A kustas pa līniju, kas savieno to ar B , virzienā uz pēdējo ar ātrumu v , tad, ierodoties punktā B , šis pulkstenis vairs neies sinhroni ar punkta B pulksteni. Pulkstenis, kas pārvietots no A uz B , atpaliek, salīdzinot ar pulksteni, kurš atradās punktā B no paša sākuma, par $(1/2) t (v^2/V^2)$ sek (ar precizitāti līdz ceturtās un augstāku kārtu lielumiem), ja t ir laiks, kura gaitā pulkstenis no A pārvietojās uz B . Uzreiz ir redzams, ka šis rezultāts ir dabūjams arī tad, ja pulkstenis pārvietojas no A uz B pa jebkuru lauztu līniju, kā arī tad, kad punkti A un B sakrīt.

.905. Ja pieņemam, ka rezultāts, kas pierādīts laužītai līnijai, ir spēkā arī līknei, kura maina savu virzienu nepārtraukti, tad iegūstam sekojošu teorēmu.

.906. Ja punktā A atrodas divi sinhroni ejoši pulksteņi un mēs pārvietojam vienu no tiem pa noslēgtu līkni ar pastāvīgu ātrumu līdz tam laikam, kad tas ir atgriezies punktā A (kam būs vajadzīgas, teiksim, t sek), tad šis pulkstenis, ierodoties punktā A , atpaliks no mierā bijuša pulksteņa par

.907.

$$\frac{1}{2} t (v^2/V^2) \text{ sek}.$$

.908. No tā var secināt, ka pulkstenim ar balansieri, kurš atrodas uz Zemes ekvatora, jāiet mazliet lēnāk nekā tieši tādā pašam pulkstenim, kurš novietots uz pola, bet citādi atrodas tādos pašos apstākļos.

.909.

§5. Ātrumu saskaitīšanas teorēma

.910. Lai sistēmā k , kura pārvietojas ar ātrumu v gar sistēmas K asi X , kustas punkts pēc vienādojumiem

.911. $\xi = w_{\xi} \tau,$
 $\eta = w_{\eta} \tau,$
 $\zeta = 0,$

.912. kur w_{ξ} un w_{η} – konstanti.

.913. Atrādīsim punkta kustību attiecībā pret sistēmu K . Ja punkta kustības vienādojumā ar §3 dotajām pārveidošanas formulām ievadam lielumus x, y, z, t , tad iegūstam

.914.

$$x = \frac{w_{\xi} + v}{1 + \frac{v w_{\xi}}{V^2}} t,$$

.915.

$$y = \frac{\sqrt{1 - (v/V)^2}}{1 + \frac{v w_{\xi}}{V^2}} w_{\eta} t,$$

.916.

$$z = 0.$$

.917. Un tā, paralelograma likums mūsu teorijā ir spēkā tikai pirmajā tuvinājumā. Pieņemsim

.918.

$$U^2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2,$$

.919.

$$w^2 = w_{\xi}^2 + w_{\eta}^2$$

.920. un

.921.

$$\alpha = \arctg \frac{w_y}{w_x};$$

.922. tad α ir jāaplūko kā leņķis starp ātrumiem v un w . Pēc vienkārša aprēķina iznāk

.923.

$$U = \frac{\sqrt{(v^2 + w^2 + 2vw \cos \alpha) - \left(\frac{vw \sin \alpha}{V}\right)^2}}{1 + \frac{vw \cos \alpha}{V^2}}.$$

.924. Zīmīgi, ka v un w rezultējošā ātruma izteiksmē ietilpst simetriski. Ja ātrumam w arī ir X ass (Ξ ass) virziens, tad U formulai ir šāds izskats:

.925.

$$U = \frac{v + w}{1 + \frac{vw}{V^2}}.$$

.926. No šī vienādojuma izriet, ka rezultējošais ātrums, kas iznāk, ja saskaita divus par V mazākus ātrumus, vienmēr ir mazāks par V . Pieņemot $v = V - \kappa$, $w = V - \lambda$, kur κ un λ abi ir pozitīvi un mazāki par V , iegūstam:

.927.

$$U = V \frac{2V - \kappa - \lambda}{2V - \kappa - \lambda + \frac{\kappa\lambda}{V}} < V.$$

.928. Tālāk seko, ka gaismas ātrumu V nevar izmainīt, pieskaitot ātrumu, kas mazāks par V . Šajā gadījumā iznāk

.929.

$$U = \frac{V + w}{1 + \frac{w}{V}} = V.$$

.930. Tajā gadījumā, kad ātrumiem v un w ir vienāds virziens, mēs varētu iegūt U formulu arī, pielietojot vienu pēc otra divus pārveidojumus no §3. Ja mums vienlaicīgi ar sistēmām K un k , kuras figurē §3, ir vēl trešā koordinātu sistēma k' , kas pārvietojas paralēli sistēmai k gar asi Ξ ar ātrumu w , tad iegūstam vienādojumus, kas sasaista lielumus x, y, z, t ar atbilstošajiem sistēmas k' lielumiem. Tie atšķiras no §3 dabūtajiem tikai ar to, ka v vietā stāv lielums

.931.

$$\frac{v + w}{1 + \frac{vw}{V^2}},$$

.932. No tā redzams, ka šādi paralēli pārveidojumi, kā jau tam jābūt, veido grupu.

.933. Tādējādi mēs esam izveduši mums nepieciešamos tādas kinemātikas secinājumus, kura būvēta atbilstoši mūsu diviem principiem, un pārējam tagad pie viņu pielietošanas demonstrācijas elektrodinamikā.

.934.

II. Elektrodinamiskā daļa

.935.

§6. Maksvella–Herca vienādojumu tukšai telpai pārveidošana. Par to elektrodzinējspēku dabu, kuri rodas, kustoties magnētiskajā laukā

.936. Lai Maksvella–Herca vienādojumi ir spēkā tukšai telpai mierā esošā sistēmā K ; tādā gadījumā

.937.

$$\frac{1}{V} \frac{\partial X}{\partial t} = \frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial z}, \quad \frac{1}{V} \frac{\partial L}{\partial t} = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y},$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{V} \frac{\partial Y}{\partial t} &= \frac{\partial L}{\partial z} - \frac{\partial N}{\partial x}, & \frac{1}{V} \frac{\partial M}{\partial t} &= \frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z}, \\ \frac{1}{V} \frac{\partial Z}{\partial t} &= \frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial y}, & \frac{1}{V} \frac{\partial N}{\partial t} &= \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x}, \end{aligned}$$

.938. kur (X, Y, Z) – elektriskā lauka intensitātes vektors, (L, M, N) – magnētiskā lauka intensitātes vektors.

.939. Ja mēs pielietosim šiem vienādojumiem to pārveidojumu, kurš tika dabūts §3, un attiecināsim elektromagnētiskos procesus uz tur ievesto koordinātu sistēmu, kas pārvietojas ar ātrumu v , tad iegūsim vienādojumus

.940.

$$\frac{1}{V} \frac{\partial X}{\partial \tau} = \frac{\partial \beta (N - \frac{v}{V} Y)}{\partial \eta} - \frac{\partial \beta (M + \frac{v}{V} Z)}{\partial \xi},$$

.941.

$$\frac{1}{V} \frac{\partial \beta (Y - \frac{v}{V} N)}{\partial \tau} = \frac{\partial L}{\partial \xi} - \frac{\partial \beta (N - \frac{v}{V} Y)}{\partial \xi},$$

.942.

$$\frac{1}{V} \frac{\partial \beta (Z + \frac{v}{V} M)}{\partial \tau} = \frac{\partial \beta (M + \frac{v}{V} Z)}{\partial \xi} - \frac{\partial L}{\partial \eta},$$

.943.

$$\frac{1}{V} \frac{\partial L}{\partial \tau} = \frac{\partial \beta (Y - \frac{v}{V} N)}{\partial \xi} - \frac{\partial \beta (Z + \frac{v}{V} M)}{\partial \eta},$$

.944.

$$\frac{1}{V} \frac{\partial \beta (M + \frac{v}{V} Z)}{\partial \tau} = \frac{\partial \beta (Z + \frac{v}{V} M)}{\partial \xi} - \frac{\partial X}{\partial \xi},$$

.945.

$$\frac{1}{V} \frac{\partial \beta (N - \frac{v}{V} Y)}{\partial \tau} = \frac{\partial X}{\partial \eta} - \frac{\partial \beta (Y - \frac{v}{V} N)}{\partial \xi},$$

.946. kur

.947.

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/V)^2}}.$$

.948. Relativitātes princips prasa, lai pareizie sistēmā K Maksvella–Herca vienādojumi tukšumam būtu pareizi arī sistēmā k ; tas nozīmē, ka attiecībā uz elektriskā un magnētiskā lauka intensitātes vektoriem $[(X', Y', Z') \text{ un } (L', M', N')]$, kas definēti kustībā esošā sistēmā k caur viņu ponderomotoro darbību uz elektriskajiem lādiņiem, vai, attiecīgi, magnētiskajām masām, jābūt pareiziem sekojošiem vienādojumiem:

.949.

$$\begin{aligned} \frac{1}{V} \frac{\partial X'}{\partial \tau} &= \frac{\partial N'}{\partial \eta} - \frac{\partial M'}{\partial \xi}, & \frac{1}{V} \frac{\partial L'}{\partial \tau} &= \frac{\partial Y'}{\partial \xi} - \frac{\partial Z'}{\partial \eta}, \\ \frac{1}{V} \frac{\partial Y'}{\partial \tau} &= \frac{\partial L'}{\partial \xi} - \frac{\partial N'}{\partial \xi}, & \frac{1}{V} \frac{\partial M'}{\partial \tau} &= \frac{\partial Z'}{\partial \xi} - \frac{\partial X'}{\partial \xi}, \\ \frac{1}{V} \frac{\partial Z'}{\partial \tau} &= \frac{\partial M'}{\partial \xi} - \frac{\partial L'}{\partial \eta}, & \frac{1}{V} \frac{\partial N'}{\partial \tau} &= \frac{\partial X'}{\partial \eta} - \frac{\partial Y'}{\partial \xi}. \end{aligned}$$

.950. (Manuprāt, otrajā vienādojumā $\partial \xi$ un $\partial \eta$ jāapmaina vietām – V.E. –, taču es šeit publicēju šos vienādojumus tādā veidā, kādā tie redzami krievu 1965. gada izdevumā J. Tamma redakcijā⁶).

.951. Abām vienādojumu sistēmām, kas atrastas sistēmai k , acīm redzami ir jāizsaka precīzi viens un tas pats, jo abas vienādojumu sistēmas ir ekvivalentas Maksvella–Herca vienādojumiem sistēmai K . Tālāk, tā kā abu sistēmu vienādojumi sakrīt viens ar otru visā, izņemot simbolus, kas attēlo vektorus, tad no tā izriet, ka funkcijām, kuras stāv abu vienādojumu sistēmu atbilstošajās vietās, jābūt savā starpā vienādām ar precizitāti līdz reizinātājam $\psi(v)$, kurš kopējs visām funkcijām un kurš nav atkarīgs no ξ , η , ζ , τ , bet, vispārīgi runājot, var būt atkarīgs no v . Un tāpat

.952.

$$\begin{aligned} X' &= \psi(v)X, & L' &= \psi(v)L, \\ Y' &= \psi(v) \beta \left(Y - \frac{v}{V} N \right), & M' &= \psi(v) \beta \left(M + \frac{v}{V} Z \right), \\ Z' &= \psi(v) \beta \left(Z + \frac{v}{V} M \right), & N' &= \psi(v) \beta \left(N - \frac{v}{V} Y \right). \end{aligned}$$

.953. Ja pārveidojam šo vienādojumu sistēmu, pirmkārt, ar tiešu atrisināšanu un, otrkārt, ar pretēju pārveidojumu (no k uz K), kurš raksturojas ar ātrumu $-v$, un ņemam vērā, ka abām iegūtajām sistēmām jābūt ekvivalentām, tad

.954.

$$\psi(v)\psi(-v) = 1.$$

.955. Tālāk no simetrijas apsvērumiem seko (ja, piemēram, $X=Y=Z=L=M=0$ un $N \neq 0$, tad no simetrijas apsvērumiem ir skaidrs, ka, ja v maina zīmi, neizmainot savu skaitlisko vērtību, tad Y' jāizmaina sava zīme arī bez skaitliskās vērtības maiņas)

.956.

$$\psi(v) = \psi(-v);$$

.957. tādējādi,

.958.

$$\psi(v) = 1^7$$

.959. un mūsu vienādojumi pieņem sekojošu izskatu:

.960.

⁶ V.E.: Vāciski ir tāpat kā krieviski. Un tagad, pēc 10 gadiem, es vairs nevaru atrast, kāpēc man 1998.gadā likās, ka te kaut kas ir nepareizi. Laikam viss pareizi.

⁷ V.E.: Vācu tekstā trīs formulās { .954 }, { .956 } un { .958 } ψ vietā stāv ϕ , lai gan formulās { .952 } ir ψ .

$$\begin{aligned}
X' &= X, & L' &= L, \\
Y' &= \beta \left(Y - \frac{v}{V} N \right), & M' &= \beta \left(M + \frac{v}{V} Z \right), \\
Z' &= \beta \left(Z + \frac{v}{V} M \right), & N' &= \beta \left(N - \frac{v}{V} Y \right).
\end{aligned}$$

.961. Šo vienādojumu interpretācijai atzīmēsim sekojošo. Lai ir dots punktveida lādiņš, kurš, mērot mierā esošā sistēmā K , ir «vienība», t.i., būdams mierā attiecībā pret mierā esošu sistēmu, tas 1 cm attālumā darbojas ar 1 dinu lielu spēku uz tādu pašu elektrības daudzumu. Saskaņā ar relativitātes principu, šis elektriskais lādiņš, mērot to kustībā esošā sistēmā, arī ir vienāds ar «vienību». Ja šis elektrības daudzums atrodas mierā attiecībā pret mierā esošu sistēmu, tad vektors (X, Y, Z) pēc definīcijas ir vienāds ar spēku, kas darbojas uz minēto lādiņu. Ja, turpretim, lādiņš atrodas mierā (vismaz dotajā brīdī) attiecībā pret kustībā esošu sistēmu, tad spēks, kas darbojas uz to un tiek mērīts kustībā esošā sistēmā, ir vienāds ar vektoru (X', Y', Z') . Tātad pirmos trīs no augstāk uzrakstītajiem vienādojumiem var noformulēt sekojošos divos veidos.

.962. 1. Ja elektromagnētiskajā laukā pārvietojas vienības punktveida lādiņš, tad uz to bez elektriskā lauka darbojas vēl arī «elektriskais dzinējspēks», kurš, ja atmet otrās un augstāko v/V kārtu locekļus, ir vienāds ar vienības lādiņa kustības ātruma vektorālo reizinājumu ar magnētiskā lauka intensitāti, dalītu ar gaismas ātrumu. (Vecais formulējums).

.963. 2. Ja vienības punktveida lādiņš pārvietojas elektromagnētiskajā laukā, tad spēks, kas uz to iedarbojas, ir vienāds ar elektriskā lauka intensitāti šī lādiņa atrašanās vietā, kura iznāk, ja lauku pārveido uz koordinātu sistēmu, kas atrodas mierā attiecībā pret šo lādiņu. (Jaunais formulējums).

.964. Analógiski izteikumi ir pareizi «magnētomotorajiem spēkiem». Mēs redzam, ka izklāstītajā teorijā elektrodzinējspēkam ir otršķirīga jēdziena loma, kurš ticis ieviests tādēļ, ka elektriskie un magnētiskie lauki neeksistē neatkarīgi no koordinātu sistēmas kustības stāvokļa. Skaidrs, ka asimetrija, kura minēta, ievadā aplūkojot strāvas, kas rodas magnētam un vadītājam kustoties vienam attiecībā pret otru, tagad izzūd. Jautājumi par to, kur «sēž» elektrodinamiskie spēki (unipolārās mašīnas), arī zaudē jēgu.

.965.

§7. Aberācijas un Doplera efekta teorija

.966. Lai sistēmā K ļoti tālu no koordinātu sākumpunkta atrodas zināms tādu elektrodinamisko viļņu avots, kuri kādā telpas daļā, ieskaitot koordinātu sākumpunktu, var ar pietiekamu precizitātes pakāpi tikt izteikti ar vienādojumiem

.967.

$$\begin{aligned}
X &= X_0 \sin \Phi, & L &= L_0 \sin \Phi, \\
Y &= Y_0 \sin \Phi, & M &= M_0 \sin \Phi, \\
Z &= Z_0 \sin \Phi, & N &= N_0 \sin \Phi, \\
\Phi &= \omega \left(t - \frac{ax + by + cz}{V} \right).
\end{aligned}$$

.968. Šeit (X_0, Y_0, Z_0) un (L_0, M_0, N_0) ir vektori, kas nosaka viļņa cugas amplitūdu; a, b, c ir virzošie kosinusi normālei pret viļņa fronti.

.969. Noskaidrosim tagad, kādas ir šo viļņu īpašības, kad tos pēta novērotājs, kas atrodas mierā attiecībā pret sistēmu k . Pielietojot §6 atrastās elektriskā un magnētiskā lauka intensitātes pārveidošanas formulas, kā arī §3 dabūtās koordinātu un laika pārveidošanas formulas, iegūstam:

.970.

$$X' = X_0 \sin \Phi',$$

$$L' = L_0 \sin \Phi',$$

$$Y' = \beta \left(Y_0 - \frac{v}{V} N_0 \right) \sin \Phi', \quad M' = \beta \left(M_0 + \frac{v}{V} Z_0 \right) \sin \Phi',$$

$$Z' = \beta \left(Z_0 + \frac{v}{V} M_0 \right) \sin \Phi', \quad N' = \beta \left(N_0 - \frac{v}{V} Y_0 \right) \sin \Phi',$$

$$\Phi' = \omega' \left(\tau - \frac{a'\xi + b'\eta + c'\zeta}{V} \right),$$

.971. kur

.972.

$$\omega' = \omega \beta \left(1 - a \frac{v}{V} \right),$$

.973.

$$a' = \frac{a - \frac{v}{V}}{1 - a \frac{v}{V}},$$

.974.

$$b' = \frac{b}{\beta \left(1 - a \frac{v}{V} \right)},$$

.975.

$$c' = \frac{c}{\beta \left(1 - a \frac{v}{V} \right)},$$

.976. Ņemsim novērotāju, kas kustas ar ātrumu v attiecībā pret bezgalīgi tālu gaismas avotu, kura frekvence ir ν . No vienādojuma priekš ω' izriet, ka, ja leņķis starp līniju, kura savieno gaismas avotu ar novērotāju, un novērotāja ātrumu attiecībā pret koordinātu sistēmu (kura ir mierā attiecībā pret gaismas avotu) ir vienāds ar φ , tad novērotāja konstatēto gaismas frekvenci ν' izsaka sekojoša formula:

.977.

$$\nu' = \nu \frac{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - (v/V)^2}}.$$

.978. Tas arī ir Doplera efekts jebkuriem ātrumiem. Pie $\varphi = 0$ formulai ir vienkāršāks veids

.979.

$$\nu' = \nu \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{V}}{1 + \frac{v}{V}}}$$

.980. Mēs redzam, ka, pretēji parastajiem uzskatiem, pie $v = -\infty$ frekvence $\nu = \infty$..981. Ja ar φ' apzīmējam leņķi starp normāli pret viļņa fronti (stara virzienu) un līniju, kura savieno gaismas avotu ar novērotāju, tad formula priekš φ' pieņem izskatu

.982.

$$\cos \varphi' = \frac{\cos \varphi - \frac{v}{V}}{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}$$

.983. Šī formula izsaka aberācijas likumu tā pašā vispārīgākajā formā. Ja $\varphi = \pi/2$, tad formulai ir vienkāršs veids

.984.

$$\cos \varphi' = -\frac{v}{V}$$

.985. Tagad mums ir jāatrod to viļņu amplitūdas vērtība, kuras konstatē novērotājs kustībā esošā sistēmā. Apzīmējot ar A un A' attiecīgi elektriskā un magnētiskā lauku intensitātes, kas izmērītas mierā esošā un kustībā esošā sistēmās, dabūsim

.986.

$$A'^2 = A^2 \frac{(1 - \frac{v}{V} \cos \varphi)^2}{1 - (\frac{v}{V})^2}$$

.987. Pie $\varphi = 0$ šī attiecība pāriet vienkāršākā

.988.

$$A'^2 = A^2 \frac{1 - \frac{v}{V}}{1 + \frac{v}{V}}$$

.989. No izvestajiem vienādojumiem izriet, ka novērotājam, kurš ar ātrumu V tuvosies kādam gaismas avotam, pēdējais liksies bezgalīgi intensīvs.

.990.

§8. Gaismas staru enerģijas pārveidošana. Teorija par spiedienu, ko gaisma izdara uz ideālu spoguļi

.991. Tā kā $A^2/8\pi$ ir vienāds ar gaismas enerģiju tilpuma vienībā, tad, pamatojoties uz relativitātes principu, lielums $A'^2/8\pi$ mums ir jāaplūko kā gaismas enerģija kustībā esošā sistēmā. Tāpēc lielums

A^2/A^2 būtu noteikta gaismas kompleksa enerģijas, «izmērītas kustībā», attiecība pret tā paša kompleksa enerģiju, «izmērītu miera stāvoklī», ja vien gaismas kompleksa tilpums paliktu viens un tas pats, mērot sistēmās k un K . Taču tas tā nav. Ja a , b un c ir virzošie kosinusi normālēm pret gaismas viļņu fronti mierā esošā sistēmā, tad caur virsmas elementiem sfērā

$$.992. \quad (x - V at)^2 + (y - V bt)^2 + (z - V ct)^2 = R^2,$$

.993. kura pārvietojas ar gaismas ātrumu, neiet nekāda enerģija; tāpēc mēs varam apgalvot, ka šī virsma visu laiku ar sevi ierobežo vienu un to pašu gaismas kompleksu. Noskaidrosim, kāds enerģijas daudzums ir ieslēgts šīs virsmas iekšpusē, ja novērojumus izdara sistēmā k , t.i. kāda būs šīs gaismas kompleksa enerģija attiecībā pret sistēmu k .

.994. Sfēriska virsma, aplūkota kustībā esošā sistēmā, ir tāda elipsoīda virsma, kura vienādojums laika momentā $\tau = 0$ būs

.995.

$$(\beta \xi - a \beta \frac{v}{V} \xi)^2 + (\eta - b \beta \frac{v}{V} \xi)^2 + (\zeta - c \beta \frac{v}{V} \xi)^2 = R^2.$$

.996. Ja ar S apzīmējam lodes tilpumu, bet ar S' šīs elipsoīda tilpumu, tad, kā parāda vienkāršs aprēķins, jābūt spēkā attiecībai

.997.

$$\frac{S'}{S} = \frac{\sqrt{1 - (v/V)^2}}{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}.$$

.998. Apzīmējot ar E gaismas enerģiju, kas ieslēgta aplūkojamās virsmas iekšienē un izmērīta mierā esošā sistēmā, bet ar E' to pašu enerģiju, izmērītu kustībā esošā sistēmā, iegūstam

.999.

$$\frac{E'}{E} = \frac{\frac{A'^2}{8\pi} S'}{\frac{A^2}{8\pi} S} = \frac{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - (v/V)^2}}.$$

.1000. Pie $\varphi = 0$ šī formula pāriet vienkāršākā

.1001.

$$\frac{E'}{E} = \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{V}}{1 + \frac{v}{V}}}.$$

.1002. Zīmīgi ir tas, ka gan enerģija, gan gaismas kompleksa frekvence līdz ar novērotāja kustības stāvokļa izmaiņām mainās pēc viena un tā paša likuma.

.1003. Lai tagad koordināšu plaknē $\xi = 0$ ir ideāla spoguļvirsma, no kuras atstarojas iepriekšējā paragrāfā aplūkotie plakanie viļņi. Noskaidrosim, ar ko ir vienāds gaismas spiediens uz spoguļvirsmu, un kādi ir gaismas virziens, frekvence un intensitāte pēc atstarošanās.

.1004. Lai krītošā gaisma raksturojas ar lielumiem A , $\cos \varphi$, v (sistēmā K). Novērojot no sistēmas k , dabūjam atbilstošajiem lielumiem:

.1005.

$$A' = A \frac{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - (v/V)^2}},$$

.1006.

$$\cos \varphi' = \frac{\cos \varphi - \frac{v}{V}}{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi},$$

.1007.

$$v' = v \frac{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - (v/V)^2}}.$$

.1008. Ja mēs šo procesu attiecināsim uz sistēmu k , tad atstarotajai gaismai dabūsim

.1009.

$$A'' = A',$$

.1010.

$$\cos \varphi'' = -\cos \varphi',$$

.1011.

$$v'' = v'.$$

.1012. Visbeidzot, izdarot pretēju pārveidojumu uz sistēmu K , dabūjam atstarotajai gaismai

.1013.

$$A''' = A'' \frac{1 + \frac{v}{V} \cos \varphi''}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} = A \frac{1 - 2\frac{v}{V} \cos \varphi + (\frac{v}{V})^2}{1 - (\frac{v}{V})^2},$$

.1014.

$$\cos \varphi''' = \frac{\cos \varphi'' + \frac{v}{V}}{1 + \frac{v}{V} \cos \varphi''} = - \frac{[1 + (\frac{v}{V})^2] \cos \varphi - 2\frac{v}{V}}{1 - 2\frac{v}{V} \cos \varphi + (\frac{v}{V})^2},$$

.1015.

$$v''' = v'' \frac{1 + \frac{v}{V} \cos \varphi''}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} = v \frac{1 - 2\frac{v}{V} \cos \varphi + (\frac{v}{V})^2}{(1 - \frac{v}{V})^2}.$$

.1016. Enerģija, kas krīt uz spoguļa virsmas vienību laika vienībā (izmērīta mierā esošā sistēmā), acīm redzami ir vienāda ar

.1017.

$$\frac{A^2}{8\pi} (V \cos \varphi - v).$$

.1018. Enerģija, kas aiziet no spoguļa virsmas vienības laika vienībā, ir

.1019.

$$\frac{A'^2}{8\pi} (-V \cos \varphi' + v).$$

.1020. Starpība starp šīm divām izteiksmēm, atbilstoši enerģijas nezūdamības principam, ir vienāda ar darbu, ko gaismas spiediens veicis laika vienībā. Pielīdzinot darbu reizinājumam Pv , kur P – gaismas spiediens, dabūjam:

.1021.

$$P = 2 \frac{A^2}{8\pi} \frac{(\cos \varphi - \frac{v}{V})^2}{1 - (\frac{v}{V})^2}.$$

.1022. No šejienes pirmajā tuvinājumā iegūstam, atbilstoši eksperimentiem un citām teorijām,

.1023.

$$P = 2 \frac{A^2}{8\pi} \cos^2 \varphi.$$

.1024. Ar šeit pielietoto metodi var tikt atrisināti visi kustībā esošu ķermeņu optikas uzdevumi. Lietas būtība ir tā, ka elektriskie un magnētiskie lauki gaismas viļņi, uz kuru iedarbojas kustībā esošs ķermenis, tiek pārveidoti uz koordinātu sistēmu, kas atrodas mierā attiecībā pret šo ķermeni. Pateicoties tam, ikviens kustībā esošu ķermeņu optikas uzdevums reducējas uz mierā esošu ķermeņu optiku.

.1025.

§9. Maksvella–Herca vienādojumu pārveidošana, ievērojot konvekcionalās strāvas

.1026. Mēs sākam ar vienādojumiem:

.1027.

$$\begin{aligned} \frac{1}{V} \left\{ u_x \rho + \frac{\partial X}{\partial t} \right\} &= \frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial z}, & \frac{1}{V} \frac{\partial L}{\partial t} &= \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}, \\ \frac{1}{V} \left\{ u_y \rho + \frac{\partial Y}{\partial t} \right\} &= \frac{\partial L}{\partial z} - \frac{\partial N}{\partial x}, & \frac{1}{V} \frac{\partial M}{\partial t} &= \frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z}, \\ \frac{1}{V} \left\{ u_z \rho + \frac{\partial Z}{\partial t} \right\} &= \frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial y}, & \frac{1}{V} \frac{\partial N}{\partial t} &= \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x}, \end{aligned}$$

.1028. kur

.1029.

$$\rho = \frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z}$$

.1030. nozīmē pareizinātu ar 4π elektriskā lādiņa blīvumu, bet (u_x, u_y, u_z) ir elektriskā lādiņa ātruma vektors. Ja pieņemam, ka lādiņi nemainīgi saistīti ar ļoti maziem cietiem ķermeņiem (joni, elektroni), tad šie vienādojumi ir Lorenca elektrodinamikas un kustībā esošu ķermeņu optikas pamatā.

.1031. Ja šos vienādojumus, kuri patiesi sistēmā K , pārveido ar §3 un §6 pārveidošanas formulām uz sistēmu k , tad iznāk sekojoši vienādojumi:

.1032.

$$\begin{aligned} \frac{1}{V} \left\{ u_\xi \rho' + \frac{\partial X'}{\partial \tau} \right\} &= \frac{\partial N'}{\partial \eta} - \frac{\partial M'}{\partial \xi}, & \frac{\partial L'}{\partial \tau} &= \frac{\partial Y'}{\partial \xi} - \frac{\partial Z'}{\partial \eta}, \\ \frac{1}{V} \left\{ u_\eta \rho' + \frac{\partial Y'}{\partial \tau} \right\} &= \frac{\partial L'}{\partial \xi} - \frac{\partial N'}{\partial \xi}, & \frac{\partial M'}{\partial \tau} &= \frac{\partial Z'}{\partial \xi} - \frac{\partial X'}{\partial \xi}, \\ \frac{1}{V} \left\{ u_\xi \rho' + \frac{\partial Z'}{\partial \tau} \right\} &= \frac{\partial M'}{\partial \xi} - \frac{\partial L'}{\partial \eta}, & \frac{\partial N'}{\partial \tau} &= \frac{\partial X'}{\partial \eta} - \frac{\partial Y'}{\partial \xi}, \end{aligned}$$

.1033. (vai tik pirmajā vienādojumā pēdējam loceklim nav jābūt $\partial M'/\partial \xi$ – V.E.⁸)

.1034. kur

.1035.

$$\frac{u_x - v}{1 - \frac{u_x v}{V^2}} = u_\xi,$$

.1036.

⁸ V.E.: Vāciski M ir ar prim un $\partial \xi$ nevis $\partial \xi$.

$$\frac{u_y}{\beta(1 - \frac{u_x v}{V^2})} = u_\eta, \quad \rho' = \frac{\partial X'}{\partial \xi} + \frac{\partial Y'}{\partial \eta} + \frac{\partial Z'}{\partial \zeta} = \beta \cdot (1 - \frac{v u_x}{V^2}) \rho,$$

.1037.

$$\frac{u_z}{\beta(1 - \frac{u_x v}{V})} = u_\zeta.$$

.1038. (Vai tik pēdējā vienādojumā nav jābūt $V^2 - V.E.$ ⁹)

.1039. Tādējādi, kā jau tas izriet no ātrumu saskaitīšanas teorēmas (§5), vektors (u_ξ, u_η, u_ζ) ir nekas cits, kā elektrisko lādiņu ātrums, izmērīts sistēmā k . Līdz ar to ir parādīts, ka kustībā esošu ķermeņu Lorenca elektrodinamikas pamati pakļaujas relativitātes principam, ja vadāmies no mūsu kinemātiskajiem principiem.

.1040. Īsumā vēl atzīmēsim, ka no pierādītajiem vienādojumiem viegli var tikt izvesta sekojoša svarīga teorēma: ja elektriski lādēts ķermenis pārvietojas telpā jebkurā veidā un ja viņa lādiņš, novērots no koordinātu sistēmas, kas kustas kopā ar šo ķermeni, nemainās, tad šis lādiņš paliek nemainīgs arī tad, ja to novēro no «mierā esošas» sistēmas K .

.1041.

§10. (Vāji paātrināta) elektrona dinamika

.1042. Lai elektromagnētiskajā laukā pārvietojas punktveida daļiņa ar elektrisko lādiņu ϵ (turpmāk saukta par «elektronu»), par kuras kustības likumu mēs turpmāk pieņemsim tikai sekojošo.

.1043. Ja elektrons atrodas mierā noteikta laika sprīža garumā, tad pēc tam tuvākajā laika elementā elektrona kustība, par cik tā ir lēna, tiks aprakstīta ar vienādojumiem:

.1044.

$$\mu \frac{d^2 x}{dt^2} = \epsilon X,$$

.1045.

$$\mu \frac{d^2 y}{dt^2} = \epsilon Y,$$

.1046.

$$\mu \frac{d^2 z}{dt^2} = \epsilon Z,$$

.1047. kur x, y, z – elektrona koordinātes, bet μ – elektrona masa.

.1048. Tālāk, lai elektronam zināmā laika sprīdī ir ātrums v . Atradīsim likumu, pēc kura elektrons kustas sekojošajā tieši pēc šī sprīža laika elementā.

.1049. Neierobežojot spriedumu vispārīgumu, mēs varam pieļaut un patiešām pieļausim, ka tajā brīdī, kad mēs sākam novērojumus, mūsu elektrons atrodas koordinātu sākumpunktā un kustas gar sistēmas K asi X ar ātrumu v . Tādā gadījumā ir skaidrs, ka dotajā laika momentā ($t = 0$) elektrons atrodas mierā attiecībā pret koordinātu sistēmu k , kas pārvietojas paralēli X asij ar pastāvīgu ātrumu v .

.1050. No augstāk izdarītā pieņēmuma, kopā ar relativitātes principu, seko, ka elektrona kustības vienādojumiem, ja novēro no sistēmas k laikā, kas tieši seko pēc $t = 0$ (pie mazām t vērtībām), ir šāds izskats:

⁹ V.E.: Vāciski ir kvadrāts.

.1051.

$$\mu \frac{d^2 \xi}{d\tau^2} = \varepsilon X',$$

.1052.

$$\mu \frac{d^2 \eta}{d\tau^2} = \varepsilon Y',$$

.1053.

$$\mu \frac{d^2 \zeta}{d\tau^2} = \varepsilon Z',$$

.1054. kur ar $\xi, \eta, \zeta, \tau, X', Y', Z'$ apzīmētie lielumi attiecas uz sistēmu k . Ja vēl pie tam nosakām, ka pie $t = x = y = z = 0$ jābūt $\tau = \xi = \eta = \zeta = 0$, tad būs spēkā pārveidošanas formulas no §3 un §6 un tātad izpildīsies sekojoši vienādojumi:

.1055.

$$\tau = \beta \left(t - \frac{v}{V^2} x \right),$$

.1056.

$$\xi = \beta (x - vt), \quad X' = X,$$

.1057.

$$\eta = y, \quad Y' = \beta \left(Y - \frac{v}{V} N \right),$$

.1058.

$$\zeta = z, \quad Z' = \beta \left(Z + \frac{v}{V} M \right).$$

.1059. Ar šo vienādojumu palīdzību pārveidosim augstāk uzrakstītos kustības vienādojumus no sistēmas k uz sistēmu K un iegūsim:

.1060.¹⁰

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} &= \frac{\varepsilon}{\mu} \frac{1}{\beta^2} X, \\ \frac{d^2 y}{dt^2} &= \frac{\varepsilon}{\mu} \frac{1}{\beta} \left(Y - \frac{v}{V} N \right), \\ \frac{d^2 z}{dt^2} &= \frac{\varepsilon}{\mu} \frac{1}{\beta} \left(Z + \frac{v}{V} M \right). \end{aligned} \right\} (A)$$

¹⁰ V.E.: Vācu tekstā pirmajā vienādojumā ir ne β^2 , bet β^3 . (Iespējams, ka tā ir 1999.gada maketēšanas kļūda; krievu teksta man vairs nav, lai pārbaudītu, kā ir tur). Kubs liekas pareizs.

.1061. Balstoties uz parasto spriedumu paņēmieni, noteiksim tagad kustībā esoša elektrona «garenisko» un «šķērsenisko» masu. Pierakstīsim vienādojumus (A) sekojošā veidā:

.1062.

$$\mu\beta^3 \frac{d^2x}{dt^2} = \varepsilon X = \varepsilon X',$$

.1063.

$$\mu\beta^2 \frac{d^2y}{dt^2} = \varepsilon\beta \left(Y - \frac{v}{V} N \right) = \varepsilon Y',$$

.1064.

$$\mu\beta^2 \frac{d^2z}{dt^2} = \varepsilon\beta \left(Z + \frac{v}{V} M \right) = \varepsilon Z'.$$

.1065. Šeit atzīmēsim pirmām kārtām, ka $\varepsilon X'$, $\varepsilon Y'$, $\varepsilon Z'$ ir ponderomotorā spēka komponentes, kurš darbojas uz elektronu, pie kam šīs komponentes tiek aplūkotas koordināšu sistēmā, kura dotajā brīdī pārvietojas kopā ar elektronu ar tādu pašu ātrumu kā elektronam. (Šo spēku varētu izmērīt, piemēram, ar atsperu svāriem, kas ir miera stāvoklī tajā pašā sistēmā). Ja tagad šo spēku saucim vienkārši par «spēku, kas darbojas uz elektronu», un (skaitliskajām vērtībām) saglabāsim vienādojumu

.1066. Masa $\times$ Paātrinājums = Spēks,

.1067. un ja mēs tālāk noteiksim, ka paātrinājumi jāvērtē mierā esošā sistēmā K , tad no augstāk norādītajiem vienādojumiem dabūsim:

.1068.

$$\text{Gareniskā masa} = \frac{\mu}{(\sqrt{1 - (v/V)^2})^3},$$

.1069.

$$\text{Šķērsmasa} = \frac{\mu}{1 - (v/V)^2}.$$

.1070. Protams, mēs dabūsim citas masu vērtības pie citām spēka un paātrinājuma definīcijām; no tā ir redzams, ka, salīdzinot dažādas elektrona kustības teorijas, jābūt ļoti uzmanīgam. Atzīmēsim, ka šie rezultāti attiecībā uz masu ir patiesi arī neitrāliem materiāliem punktiem, jo tāds materiāls punkts var tikt caur CIK VIEN VAJADZĪGS maza elektriskā lādiņa pievienošanu pārvērst par elektronu (mūsu nozīmē).

.1071. Noteiksim elektrona kinētisko enerģiju. Ja elektrons no koordināšu sistēmas K sākumpunkta ar sākuma ātrumu 0 elektrostātiskā spēka X ietekmē kustas visu laiku gar asi X , tad ir skaidrs, ka no elektrostātiskā lauka paņemtā enerģija būs vienāda ar $\int \varepsilon X dx$. Tā kā elektrons tiek paātrināts lēni un tādēļ tam nav jāatdod enerģija starojuma formā, tad no elektrostātiskā lauka paņemtā enerģija jāpieņem vienāda ar elektrona kustības enerģiju W . Ņemot vērā, ka visā aplūkojamā kustības procesa laikā ir spēkā pirmais no vienādojumiem (A), iegūstam:

.1072.

$$W = \int \varepsilon X dx = \int_0^v \beta^3 \mu v dv = \mu V^2 \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} - 1 \right\}.$$

.1073. Tādējādi, pie $v = V$ lielums W kļūst bezgalīgs. Tāpat kā iepriekšējos rezultātos, arī šeit ātrumi, kas pārsniedz gaismas ātrumu, pastāvēt nevar. Augstāk pievestā argumenta dēļ šai kinētiskās enerģijas izteiksmei jābūt pareizai arī jebkurām masām.

.1074. Uzskaitīsim tagad visas elektrona kustības īpašības, kas izriet no vienādojumu sistēmas (A) un kas pieļauj eksperimentālu pārbaudi.

.1075. 1. No sistēmas (A) otrā vienādojuma izriet, ka elektriskais lauks Y un magnētiskais lauks N vienādi stipri novirza elektronu, kurš kustas ar ātrumu v , tajā gadījumā, kad

.1076.

$$Y = N \frac{v}{V}.$$

.1077. No šejienes redzams, ka, saskaņā ar mūsu teoriju, jebkuriem ātrumiem var noteikt elektrona ātrumu no attiecības starp novirzi magnētiskajā laukā A_m un novirzi elektriskajā laukā A_e , ja pielietojam likumu:

.1078.

$$\frac{A_m}{A_e} = \frac{v}{V}.$$

.1079. Šo attiecību var pārbaudīt eksperimentāli, jo elektrona ātrumu var izmērīt arī tiešā veidā, piemēram, ar ātri mainīgu elektrisko un magnētisko lauku palīdzību.

.1080. 2. No elektrona kinētiskās enerģijas formulas izriet, ka starp pārvarēto potenciālu starpību P un sasniegto elektrona ātrumu v jāpastāv sekojošai attiecībai:

.1081.

$$P = \int X dx = \frac{\mu}{\varepsilon} V^2 \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} - 1 \right\}.$$

.1082. 3. Izrēķināsim orbītas liekuma rādiusu, kad pastāv elektrona ātrumam perpendikulārs magnētiskais lauks ar intensitāti N (kā vienīgais novirzošais spēks).

.1083. No otrā vienādojuma (A) dabūjam

.1084.

$$-\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{v^2}{R} = \frac{\varepsilon}{\mu} \frac{v}{V} N \sqrt{1 - (v/V)^2},$$

.1085. vai

.1086.

$$R = V^2 \frac{\mu}{\varepsilon} \cdot \frac{\frac{v}{V}}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} \cdot \frac{1}{N}.$$

.1087. Šīs trīs attiecības pilnībā izsaka likumus, pēc kuriem, saskaņā ar piedāvāto teoriju, jākustas elektroniem.

.1088. Noslēgumā atzīmēšu, ka mans draugs un kolēģis M. Besso bija uzticams palīgs pie šeit izklāstīto problēmu izstrādāšanas un ka esmu viņam pateicīgs par virkni vērtīgu norādījumu.

.1089. Ienācis 1905. g. 30. jūnijā.

Piezīmes krievu izdevumā

.1090. Šis ir pirmais (un galvenais) Einšteina darbs relativitātes teorijā. Līdz šim rakstam Einšteins 1901–1905. gados bija publicējis astoņus darbus molekulārajā fizikā un gaismas teorijā (..). Raksts tika iekļauts 1913. gada krājumā¹¹. Krājums vairākkārt tika atkārtoti izdots un pārtulkots angļu un franču valodās. Krājuma angļu tulkojums tika izdots Anglijā¹², kā arī Indijā¹³.

¹¹ Lorentz H.A. «Das Relativitätsprinzip, eine Sammlung von Abhandlungen». Leipzig, Teubner, 1913.

¹² Lorentz H.A. «The Principle of Relativity, a collection of original memories». London, Methuen, 1923.

¹³ Einstein A., Minkowski H. «The principle of Relativity». Original papers, by A. Einstein and H. Minkowski, Calcutta, 1920.

.1091. Franču valodā raksts (M. Solovina tulkojumā) izdots 1925.g.¹⁴. Krievu tulkojums publicēts V.K. Frederiksa un D.D. Ivaņenko redakcijā 1936.g.¹⁵.

2. Einšteina otrais raksts

.1092. Einšteins A. «Vai ķermeņa inerce ir atkarīga no enerģijas, kuru tas satur?»¹⁶. Tulkots no krievu izdevuma¹⁷.

1905.09.27

(pēc 2 mēnešiem, 27 dienām)

.1093. Agrāk publicētā pētījuma rezultāti noved mūs pie ļoti interesanta secinājuma, kura izvedums tiks dots šajā rakstā.

.1094. Iepriekšējā pētījumā es vadījos, bez Maksvella–Herca vienādojumiem tukšumam un Maksvella formulas telpas elektromagnētiskajai enerģijai, vēl arī no sekojoša principa.

.1095. Likumi, pēc kuriem mainās fizisko sistēmu stāvokļi, nav atkarīgi no tā, uz kuru no divām koordināšu sistēmām, kas vienmērīgi un taisnā virzienā pārvietojas attiecībā viena pret otru, šīs stāvokļa izmaiņas ir attiecinātas (relativitātes princips). Vadoties no tā, es, konkrēti, nonācu pie sekojoša rezultāta (sk. §8 augstāk citētajā darbā).

.1096. Lai plakanu gaismas viļņu sistēmai, attiecinātai uz koordināšu sistēmu (x, y, z) , piemīt enerģija I un lai stara virziens (normāle pret viļņa fronti) veido leņķi φ ar sistēmas x asi. Ja ievadam jaunu koordināšu sistēmu (ξ, η, ζ) , kas pārvietojas vienmērīgi un taisnā virzienā attiecībā pret sistēmu (x, y, z) , un ja pirmās sistēmas koordināšu sākumpunkts pārvietojas ar ātrumu v gar asi x , tad minētā gaismas enerģija, izmērīta sistēmā (ξ, η, ζ) , būs

.1097.

$$I^* = I \frac{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - (v/V)^2}},$$

.1098. kur V – gaismas ātrums. Tālāk mēs izmantosim šo rezultātu.

.1099. Lai sistēmā (x, y, z) atrodas mierā esošs ķermenis, kura enerģija, attiecināta uz sistēmu (x, y, z) ir vienāda ar E_0 . Tā paša ķermeņa enerģija, attiecināta uz sistēmu (ξ, η, ζ) , kura kustas, kā augstāk, ar ātrumu v , lai ir vienāda ar H_0 .

.1100. Lai šis ķermenis sūta virzienā, kurš veido leņķi φ ar x asi, plakanu gaismas vilni ar enerģiju $L/2$ [izmērītu attiecībā pret sistēmu (x, y, z)] un vienlaicīgi sūta tādu pašu gaismas vilni pretējā virzienā. Pie kam ķermenis paliek mierā attiecībā pret sistēmu (x, y, z) . Priekš šā procesa ir jāizpildās enerģijas nezūdamības likumam un pie tam (saskaņā ar relativitātes principu) attiecībā pret abām koordināšu sistēmām. Ja mēs apzīmēsim ar E_1 ķermeņa enerģiju pēc gaismas izstarošanas, mērot to attiecībā pret sistēmu (x, y, z) , un attiecīgi ar H_1 apzīmēsim enerģiju attiecībā pret sistēmu (ξ, η, ζ) , tad, izmantojot augstāk iegūtās attiecības, dabūjam

.1101.

$$E_0 = E_1 + \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{2} \right),$$

.1102.

¹⁴ Einstein A. («Zur Elektrodynamik...») franciski; tulk. M. Solovins). Gauthier, Paris, 1925.

¹⁵ Лоренц Г.А., Пуанкаре А., Эйнштейн А. и Минковский Г. «Принцип относительности». Ред. В.К. Фредерикс и Д.Д. Иваненко. ОНТИ, 1935.

¹⁶ Einstein A. «Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?». Ann. Phys., 1905, 18, 639–641.

¹⁷ Эйнштейн А. «Зависит ли инерция тела от содержащейся в нем энергии?». Собрание научных трудов. Под ред. И.Е. Тамма, Я.А. Смородинского, Б.Г. Кузнецова. Серия «Классики науки». Том I. Работы по теории относительности 1905–1920. Издательство «Наука», Москва, 1965. С.36–38.

$$H_0 = H_1 + \left[\frac{L}{2} \frac{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} + \frac{L}{2} \frac{1 + \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} \right] =$$

$$= H_1 + \frac{L}{\sqrt{1 - (v/V)^2}}.$$

.1103. Atņemot otro vienādību no pirmās, iegūstam:

.1104.

$$(H_0 - E_0) - (H_1 - E_1) = L \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} - 1 \right\}.$$

.1105. Šajā attiecībā abām $H - E$ veida starpībām ir vienkārša fizikāla jēga. Lielumi H un E ir viena un tā paša ķermeņa enerģijas vērtības, attiecinātas uz divām koordinātu sistēmām, kas kustas attiecībā viena pret otru, pie kam ķermenis atrodas miera stāvoklī vienā no sistēmām [sistēmā (x, y, z)].

.1106. Tādējādi ir skaidrs, ka starpība $H - E$ var atšķirties no ķermeņa kinētiskās enerģijas K , kas ņemta attiecībā pret citu sistēmu (ξ, η, ζ) , tikai par zināmu pievienotu konstanti C , kura ir atkarīga no brīvi izvēlētiem papildus konstantēm enerģiju H un E izteiksmēs. Tātad mēs varam pieņemt

.1107.

$$H_0 - E_0 = K_0 + C,$$

$$H_1 - E_1 = K_1 + C,$$

.1108. jo konstante C , gaismu izstarojot, nemainās.

.1109. Tādējādi dabūjam

.1110.

$$K_0 - K_1 = L \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} - 1 \right\}.$$

.1111. Ķermeņa kinētiskā enerģija attiecībā pret sistēmu (ξ, η, ζ) , gaismu izstarojot, samazinās par lielumu, kas nav atkarīgs no ķermeņa dabas. Bez tam, starpība $K_0 - K_1$ ir atkarīga no ātruma tieši tāpat, kā elektrona kinētiskā enerģija (sk. §10 augstāk citētajā darbā).

.1112. Atmetot ceturtais un augstāko kārtu lielumus, varam dabūt

.1113.

$$K_0 - K_1 = \frac{L}{V^2} \cdot \frac{v^2}{2}.$$

.1114. No šā vienādojuma tieši izriet, ka, ja ķermenis atdod enerģiju L izstarojuma veidā, tad viņa masa samazinās par L/V^2 . Pie kam acīmredzot nav būtiski, ka no ķermeņa paņemta enerģija pāriet izstarojuma gaismas enerģijā, tā ka mēs nonākam pie vispārīgāka secinājuma.

.1115. Ķermeņa masa ir viņa saturētās enerģijas mērs; ja enerģija mainās par lielumu L , tad masa mainās attiecīgi par lielumu $L/(9 \cdot 10^{20})$, pie kam šeit enerģija tiek mērīta ergos, bet masa – gramos.

.1116. Nav izslēgta iespēja, ka teoriju izdosies pārbaudīt vielām, kuru enerģija mainās stipri (piemēram, rādija sāļiem).

.1117. Ja teorija atbilst faktiem, tad izstarojums pārnēs inerci starp izstarojošo un absorbējošo ķermeni.

.1118. Ienācis 1905.g. 27.septembrī

Piezīme krievu izdevumā

.1119. Šajā darbā pirmoreiz ir formulēts sakars starp masu un enerģiju. Pie slavenās formulas $E=mc^2$ (mūsdienu apzīmējumos) Einšteins atgriežas vēl vairākas reizes.

Par Einšteina rakstiem

Par tulkojumiem un komentāriem

1999.03.04 08:06 ceturtdiena
(pēc 93 gadiem, 5 mēnešiem, 7 dienām)

.1120. Abus augstāk dotos Einšteina rakstus es pārtulkoju divos paņēmienos 1998.gada novembrī un 1999.gada februārī. Cik man zināms, tas ir pirmais šo darbu tulkojums latviski (vismaz Rīgas bibliotēku katalogos man neizdevās atrast citus tulkojumus). Spriežot pēc bibliotēku katalogiem, latviski vispār ir izdota tikai viena Einšteina grāmata 1925.gadā¹⁸, taču tā satur viņa vēlākus populārus relativitātes teorijas izklāstus, bet nevis šos pirmos, klasiskos darbus.

.1121. Tulkojumu izpildīju no krievu valodas, domājot vēlāk salīdzināt ar vācu oriģinālu, ja to izdosies dabūt Latvijas bibliotēkās (kas nebūt nav triviāli: Akadēmiskajā bibliotēkā, piemēram, arī vāciski ir tikai tie paši Einšteina populārie 1920–1921. gadu izdevumi, no kuriem taisīts minētais 1925. gada latviešu tulkojums).

.1122. Taču, par cik runa nav par beletristikas daiļdarbu, tad raksta būtisko saturu divkārtšais (vācu – krievu – latviešu) tulkojums, cerams, būtiski neietekmēs.

.1123. Tulkojumu es izpildīju ne vienkārši tāpēc, lai padarītu latviešu lasītājam pieejamus šos klasiskos darbus (kas arī, pats par sevi, protams, jau ir zināms labums), bet ar nolūku tos kādreiz komentēt Vēras teorijas gaismā (tas gan ir liels darbs, tāpēc nevar tikt veikts ātrā laikā).

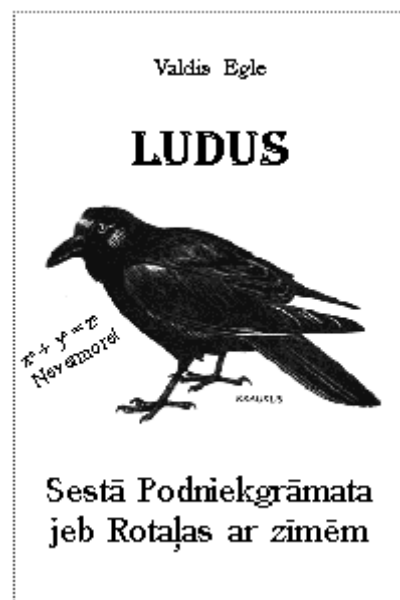
.1124. Augstāk dotie Einšteina klasiskie sacerējumi (nerunājot jau nemaz par viņu zinātnisko nozīmi) arī tīri estētiskā plāksnē ir viens no visspilgtākajiem loģiskā skaistuma paraugiem pasaules vēsturē. Katram, kas tos uzmanīgi lasīs, būs uzreiz redzama Eiklīda parauga ietekme. Tiek izvirzīti divi postulāti, un uz to pamata izvērstā nepretrunīga teorija...

.1125. Lai apstrīdētu šo teoriju, ir jāapstrīd kāds no postulātiem (vai abi). Bet kompetentā līmenī tas nav iespējams, jo postulāti (un sevišķi otrais: par gaismas ātruma nemainību jebkurā mērījumā) ir gluži vienkārši eksperimentu rezultāts. Tāpēc arī ir tikai dabiski, ka visi fizikālie eksperimenti dod rezultātus, kas saskan ar šo teoriju.

.1126. Tādā gadījumā var rasties jautājums, ko tad es taisos šeit vēl komentēt. Ir tomēr vismaz divi virzieni, kuros būtu iespējama šāda komentēšana.

.1127. Pirmais ir: izvirzīt tādu postulātu sistēmu, kurā abi Einšteina postulāti kļūtu par teorēmām, kas no tās izriet (un tas tad nozīmētu, ka ir radīta fundamentālāka teorija). Man šķiet, ka tas principā ir iespējams, un varbūt pat tie apsvērumi, kurus es minēju 1978.gadā krieviski {[ROAD.220](#)} un 1997.gadā latviski {[REVIS.413](#)} (vai kaut kas līdzīgs) varētu būt pirmais solis šajā virzienā. Taču pats es nejūtos pietiekoši stiprs, lai ietu pa šo ceļu.

.1128. Un otrais virziens – kurā es arī gatavojos doties – ir sekojošs. Einšteins viscaur runā par «novērotāju», kurš atrodas tajā vai citā «koordināšu sistēmā» un tur kaut ko mēra (laiku, garumu) un rēķina (vesels lērums formulu un diferenciālvienādojumu). Taču Einšteinam (un visiem viņa sekotājiem) šis «novērotājs» ir «vienkārši cilvēks» bez detalizētas viņa iekšējās uzbūves un darbības izskatīšanas. Turpretī Vēras teorija aplūko šo «novērotāju» kā bioloģisku kompjuтеру, kā informācijas apstrādes sistēmu, iedziļinoties jautājumā, kādā tieši veidā šāda sistēma var «uztvert» telpu un laiku, kādā veidā tā var nonākt pie diferenciālvienādojumiem un tamlīdzīgām lietām un tās izmantot.



Grāmatas LUDUS vāks (tajā bija ievietoti Einšteina rakstu tulkojumi)

¹⁸ Einšteins A. «Relativitātes teorija» ar J. Strauberga ievadu. I. Apgādniecība «*Mathesis*». Rīgā, 1925. Matemātiski-Fizikālā Biblioteka. Vairumā Latvijas skolotāju kooperatīvā.

.1129. Lūk, šo jautājumu detalizēta aplūkošana, man šķiet, var daudz ko noskaidrot, varbūt arī padarot skaidru un vienkāršu to, kas citādi liekas paradoksāls un izskatās esam pretrunā ar «veselo saprātu».

.1130. Principā lielāko daļu no tiem jautājumiem, kuru dēļ es nolēmu ķerties pie šīs komentēšanas (sakars starp matemātiskajiem vienādojumiem un fizikālajiem eksperimentiem utt.), es varētu aplūkot arī piemērā ar jebkuru citu fizikas teoriju. Bet Einšteina teorijai ir divas priekšrocības: 1) tā ir milzīgi slavena un visiem zināma, ja ne citādi, tad vismaz pēc vārda, un kāpēc gan iedziļināties kādā reti kuram zināmā teorijā, ja var ķerties pie visslavenākās; 2) relativitātes teorijas «fizikālais inventārs» ir ārkārtīgi vienkāršs – tikai «pulkstenis un lineāls» – lietas, par kurām katram lasītājam ir tiešs priekšstats, un nav šeit nekādu spektroskopu vai ciklotronu, par kuriem «ierindas lasītājs» nekā nezinātu.

.1131. Tomēr vēlreiz atgādinu, ka to procesu izskatīšana, kuri norisinās Einšteina «novērotāja» smadzenēs, kad viņš darbojas ar «pulksteņiem» un «lineāliem», ar «formulām» un «vienādojumiem», ir ļoti liels darbs, jo šie procesi nebūt nav elementāri. Pagaidām mūsu nolūks ir tikai iegūt abu Einšteina darbu korektu latvisku tekstu.

Par zinātnisku noraidījumu

.1132. 1990.gadā žurnālā «Наука и Жизнь» № 3 bija rubrikā «Lasītāja tribīne» nodrukāts Maskavas Aparātu būvniecības institūta vecākā zinātniskā līdzstrādnieka inženiera G. Popandopulo raksts «Kur bija kļūda?»¹⁹. Autors iesāk tā:

.1133. «Neviena zinātniska teorija visā zinātnes attīstības vēsturē nav izsaukusi tādu “prātu apjukumu”, kādu izsauca A. Einšteina relativitātes teorija, kuru mēs tagad saucam par speciālo relativitātes teoriju (SRT). Laužot fizikas pamatkonceptijas, apgriežot ar kājām gaisā mūsu priekšstatu par telpu un laiku, tā atrisināja pretrunu kamolu, kuras bija radušās kustībā esošu ķermeņu optikā, bet nonāca pretrunā ar veselo saprātu. Pēdējais apstāklis nemulsināja gados jauno Einšteinu, kurš uzskatīja veselo saprātu par “aizspriedumu sakopojumu, kas cilvēkā tiek ielikts, kamēr viņš vēl nav sasniedzis astoņpadsmit gadu vecumu”».

.1134. Tālāk Popandopulo īsi apraksta «ētera teoriju» (kura «bija spēkā» līdz Einšteinam) un dažus ar to saistītos fizikālos eksperimentus, sevišķi t.s. «Maikelsona–Morlija» 1886.gada eksperimentu, kurš bija Fizo eksperimentu precizējums un galīgi apgāza «ētera teoriju», jo atrada, ka gaismai vienmēr ir viens un tas pats ātrums, lai kā arī kustētos mērītājs attiecībā pret gaismas avotu. Popandopulo Maikelsona rakstā par šo eksperimentu atrod kļūdu un nobeidz tā:

.1135. «Tātad Fizo eksperiments, kuru Einšteins uzskatīja par speciālajai relativitātes teorijai fundamentālu, ir izrādījies kļūdainš. Taču, ja pieļaujam, ka SRT ir bijusi kļūdaina pašos savos pamatos (bet autors par to ir pārliecināts), tad visi no SRT pozīcijām agrāk izskaidrotie eksperimenti prasa jaunus izskaidrojumus. Savos domājamo atklājumu pieteikumos № OT-11437 un № OT-11670 autors ir devis izskaidrojumus visiem kustībā esošu ķermeņu optikas eksperimentiem un novērojamajām parādībām, neizmantojot relativitātes fiziku, tajā skaitā arī tiem, kurus SRT izskaidrot nevar».

.1136. Tāds raksts, kurš mūsdienās apstrīd tādu lietu kā Relativitātes teorija, parādījās tādā žurnālā kā «Наука и Жизнь» ne tikai tāpēc, ka bija «perestroikas» laiks un nu drīkstēja «drukāt visu ko», bet vēl arī tāpēc, ka redakcijas eksperti patiešām nevarēja tikt skaidrībā ar viņiem iesniegto Maikelsona raksta kopiju un Popandopulo uzrādītajām kļūdām tajā. Tāpēc viņi Popandopulo rakstu nodrukāja, kaut arī aplikuši no visām pusēm ar norādījumiem, ka tās ir hipotēzes, «lasītāja tribīne», «gaidām atsauksmes» utt.

.1137. Tikai pēc 9 mēnešiem, žurnāla 12.numurā, parādījās «oficiālās zinātnes» atbilde²⁰, kuru bija uzrakstījis PSRS ZA korespondētājloceklis J. Aleksandrovs, S.I. Vavilova v.n. Valsts optiskā institūta direktora vietnieks. Aleksandrovs stāsta, ka viņš un vēl pieci institūta darbinieki rūpīgi izpētījuši Maikelsona rakstu un secinājuši, ka Maikelsons visu darījis un mērījis pareizi, bet pieļāvis zināmu nevērību eksperimenta aprakstā, kuras dēļ dažas lietas varēja iztulkot divdomīgi. Laikabiedri, kad šis eksperiments bijis aktuāls, tomēr viņu sapratuši pareizi un nav cēlušies iebildumus. Taču svarīgāki ir Aleksandrova vispārīgie argumenti, kurus es zemāk citēju:

¹⁹ Попандопуло Г. «В чем ошибка?». «Наука и Жизнь», 1990 № 3, с.120–121. Гипотезы, предложения, догадки. Трибуна читателя.

²⁰ Александров Е. «Была ли ошибка?». «Наука и жизнь», 1990 № 12, с.109–110. Дополнения к материалам предыдущих номеров.

.1138. «Speciālā relativitātes teorija (SRT) neapšaubāmi ir visslavenākā no fizikas teorijām. SRT popularitāte ir saistīta ar viņas pamatprincipu vienkāršību, iztēli satriecošu secinājumu paradoksālumu un viņas centrālo vietu divdesmitā gadsimta jaunajā fizikā. SRT atnesa neredzētu slavu Einšteinam, un šī slava kļuva par vienu no iemesliem pastāvīgiem teorijas revidēšanas mēģinājumiem.

.1139. Profesionāļu vidē strīdi ap SRT izbeidzās jau vairāk nekā pirms pusgadsimta. Bet līdz pat šai dienai fizikas žurnālu redakcijās atrodas pastāvīgā fiziķu-amatieru aplenkumā, kuri piedāvā SRT grozīšanas variantus (...).

.1140. Visbiežāk tiek apšaubīti pirmo relativisko eksperimentu rezultāti vai traktējums. Kritiķi uzskata, ka šie mēģinājumi sastāda SRT pamatus. Tas ir dziļi maldi: tie eksperimenti tikai uzveda uz domām par relativitāti. Tagad par SRT eksperimentālo apstiprinājumu jāuzskata viss milzum daudz ar teoriju saskanošu seku, parādību un faktu kopums visdažādākajās zinātnes un tehnikas jomās – elektrodinamikā, atomu un kodolu fizikā, astrofizikā, radiolokācijā, kosmonautikā utt. Augsto enerģiju fizikā, kur visi ātrumi ir tuvi gaismas ātrumam, neviens aprēķins nav iedomājams bez SRT, un jebkurā ikviena kodolfizikas žurnāla numurā var atrast desmitiem faktu, kas pierāda SRT pareizību. Pusgadsimtu ilgā paātrinātāju būvniecības prakse izmanto SRT formulas par tikpat ikdienišķu konstruēšanas pamatu, kāda tiltu būvniecībā ir materiālu pretestības teorija. Pie tam SRT paredzējumu precizitāte apmierina prakses visstingrākās prasības: piemēram, nosakot paātrinātāja daudzkilometru orbītas rādiusu kļūda pieļaujama ne lielāka par milimetru. Ar vārdu sakot, apgūto enerģiju jomā SRT secinājumi ir neapstrīdama patiesība, kas konstatēta galīgi (...).

.1141. Noslēgumā atkārtošu, ka jebkuras šaubas par agrīno relativisko eksperimentu korektumu nevar pat ēnu mest uz SRT, tāpat kā vēsturnieku šaubas par Magelāna precīzu maršrutu nevar izmainīt priekšstatu par Zemes formu. Kas attiecas uz neprecizitātēm Maikelsona darbos, tad tās, manuprāt, tikai padara cilvēcīgāku slavenā fiziķa tēlu, mīkstinot pēcteču greizsirdību uz viņa slavu».

.1142. (Alberts Abrahams Maikelsons piedzima 1852.12.19 Polijā ebreju ģimenē kā Mihelsons. Divu gadu vecumā vecāki viņu aizveda uz Ameriku, kur viņš pabeidza Jūras kara akadēmiju un kļuva par tās pasniedzēju. Par pētījumiem optikā un attiecīgās aparatūras radīšanu viņam 1907.gadā piešķīra Nobela prēmiju, un viņš kļuva par pirmo amerikāni, kam tā piešķirta fizikā; miris 1931.05.09).

.1143. Un tā, mēs redzam, ka «oficiālā zinātne» noraida Popandopulo pretenzijas uz SRT revidēšanu, un redzam arī tādu šī noraidījuma pamatojumu, kuru patiešām var uzskatīt par izsmeļošu. Diezin vai kādam var rasties šaubas, ka Aleksandrovš (un citi fiziķi) bez grūtībām varētu dot precīzu to eksperimentu, faktu un aprēķinu aprakstu, kuri «desmitiem» ir atrodami «katrā kodolfizikas žurnāla numurā» un kuri apstiprina relativitātes teoriju.

.1144. Tā tas izskatās, kad pretenzija uz jaunatklājumu ir patiešām nepamatota un noraidījums ir patiešām pamatots. Bet man attiecībā uz Vēras teoriju Latvijas zinātņu «spīdekļi» divdesmit gadu laikā nav varējuši dot NEKĀDU noraidījuma pamatojumu, nav bijuši spējīgi pateikt vispār NEKO.

Par Siliņa grāmatu

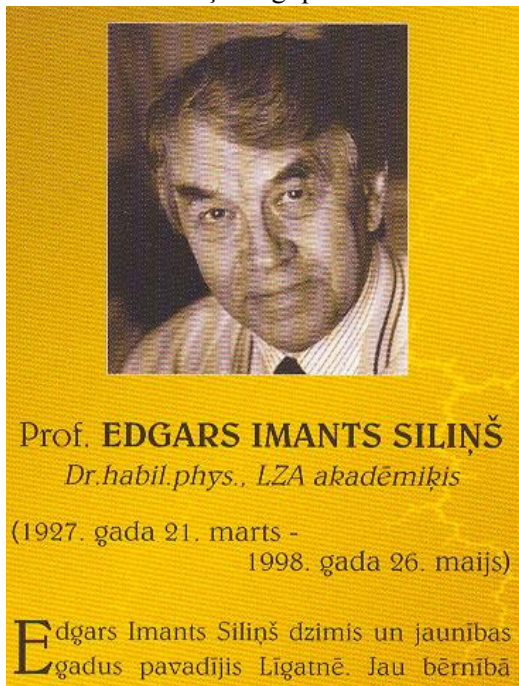
2008.07.19 09:35 sestdiena
(pēc 9 gadiem, 4 mēnešiem, 15 dienām, 1 stundas, 29 minūtēm)

Tie bija mani Einšteina rakstu tulkojumi un tos pavadošie teksti tādi, kādus es tos publicēju grāmatā LUDUS pirms daudziem gadiem. Kopš tā laika es, dabīgi, biju lietas kursā par to, kādi Einšteina raksti izskatās un kas tur ir iekšā. Tāpēc vēlāk, kad 1999.gadā pār Latviju sāka skanēt akadēmiķa Edgara Imanta Siliņa grāmata «Lielo patiesību meklējumi», un es to kādā 2000. vai 2001. gadā nopirku (Ls 7,52 samaksāju! – un vēl biezās, pirmsinflācijas latus!), tad, atvēris šo grāmatu un šur tur palasījis (visu lasīt man nebija pacietības), es tūdaļ redzēju, ka Siliņš muld mulķības un ka Einšteina rakstus viņš NAV lasījis.

Vispār Siliņa grāmata ir savā ziņā ļoti pamācošs fenomens. Tā var noderēt latvju studentiem par uzskates līdzekli un piemēru tam, cik deģenerēta ir Latvijas tā saucamā «zinātne» un tās bruņinieki-pseidozinātnieki. Šajā grāmatā Siliņš domā tikai par to, kā aiziet pēc iespējas tālāk projām no zinātnes un kā fiksāc iešmāukt tā vai cita veida mistikā.

Jau pati grāmatas pamatnostādne vien ir ko vērtā! Tur viss grozās ap ideju, kuru izsaka epigrāfā trīs valodās (dāņu, angļu un latviešu) ieliktais citāts no Bora: «Liela Patiesība ir Patiesība, kuras pretmets arī ir liela Patiesība».

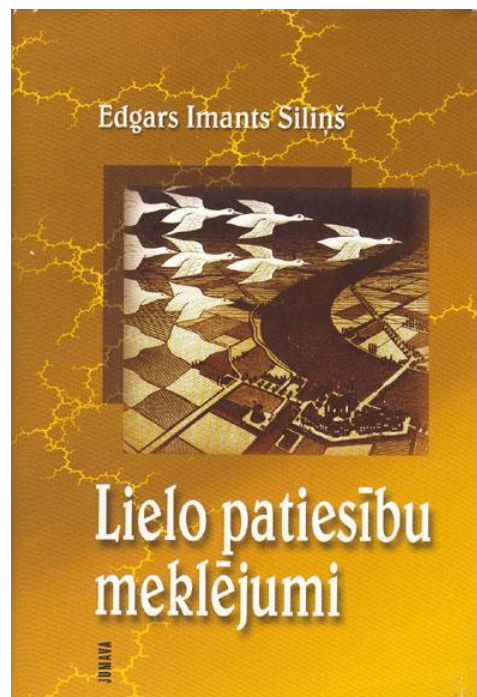
Nilss Bors bija liels jokdaris ar brīnišķīgu humora izjūtu. Vairākas ar viņu saistītas anekdotes jau kopš 1980. gadiem ir iepītas arī manos rakstos. Viena no tām ir tāda. Reiz pie Nilsa Bora vasarnīcā atnākuši draugi un ieraudzījuši pie durvīm pienaglotu pakavu. Viens no paziņām pārsteigts jautājis: «Kā, vai tiešām jūs, TĀDS zinātnieks, ticat, ka pakavi nes laimi!?» Nilss Bors atbildējis: «Nē, nu protams, neticu». Un tad šķelmīgi piebūdis: «Bet stāsta, ka pakavi nesot laimi arī tiem, kas netic».



Prof. **EDGARS IMANTS SILIŅŠ**
Dr.habil.phys., LZA akadēmiķis

(1927. gada 21. marts –
1998. gada 26. maijs)

Edgars Imants Siliņš dzimis un jaunības gadus pavadījis Līgatnē. Jau bērnībā No viņa grāmatas vāka...



Edgara Imanta Siliņa grāmatas vāks

Varu iedomāties, kā viņš ar tādu pašu šķelmīgu smaīdu saka: «Liela Patiesība ir Patiesība, kuras pretmets arī ir liela Patiesība»... Bet Siliņš to visu ņem nopietni – jau bez kāda humora – un izvērš ap to veselu Filozofiju.

Siliņš savā grāmatā atkārtο vecu vecās blēņas par to, ka Einšteins esot ticējis Dievam un kā apstiprinājumu min to pašu viņa slaveno telegrammu. Kāds ASV kardināls reiz izteicās, ka Relativitātes teoriju esot radījis bezdievis, un tad viens amerikāņu rabīns nosūtīja Einšteinam telegrammu, prasīdams, vai viņš tic Dievam vai nē. Einšteins tāpat telegrammā atbildēja: «*Es ticu Spinozas dievam, kas izpaužas visa esošā harmonijā, un nevis tādām dievam, kas nodarbojas ar cilvēku likteņiem un rīcību*». Vēlāk, vēstulē draugam Solovīnam 1951.gada 1.janvārī Einšteins rakstīja:

«Jūsu antipātiju pret vārda “relīģija” lietošanu, kad runa ir par emocionālu dvēseles noskaņojumu, ko visskaidrāk izteicis Spinoza, es ļoti labi saprotu. Bet man nav labākas izteiksmes formas, ar ko apzīmēt uzticēšanos saprātīgajai un cilvēka prātam vismaz zināmā mērā izprotamajai īstenības būtībai. Kur šīs izjūtas trūkst, tur zinātne izvirst, ieslīgdama

virspusējā empīrismā. Es uzspļauju tam, ja melnsvārci no mana uzskata izsit kapitālu. Pret to jau tā kā tā vēl zāļu nav»²¹.

Spinoza (1632–1677) bija ebreju filozofs, kuru Amsterdamas ebreju kopiena par bezdievību izslēdza no sava sastāva un pēc tam 44 gadu vecumā (droši vien) noindēja. Spinozam «Dievs» sakrita ar Dabu, un «relīģija» sakrita ar jūsmu par Dabas ierīkojumu. Bet «melnsvārci» (un līdz ar viņiem arī Siliņš) joprojām sit un sit «kapitālu» no Einšteina «izteiksmes formas».

Siliņš vienā vietā min, ka Einšteinam uz galda esot stāvējusi Blavatskas grāmata. Jocīgas sagādīšanās dēļ brīdī, kad es lasīju Siliņa grāmatu, arī man uz galda jau ilgāku laiku stāvēja Blavatskas grāmata.²² (Interesanti, vai Siliņš šajā sakarībā arī par mani izdarītu tādas pašas secinājumus kā par Einšteinu?).

Taču šo runu par Siliņa grāmatu es te iesāku kāda cita fragmenta dēļ. Došu šo fragmentu, kā to (līdz ar savām piezīmēm un dažiem attēliem) esmu iekļāvis savā Dienasgrāmatā pirms vairākiem gadiem:

2004.10.09 20:45 svētdiena

(pirms 3 gadiem, 9 mēnešiem, 9 dienām, 12 stundām, 50 minūtēm)

No E.I. Siliņa grāmatas²³:

15. Vielas un enerģijas pretmeti

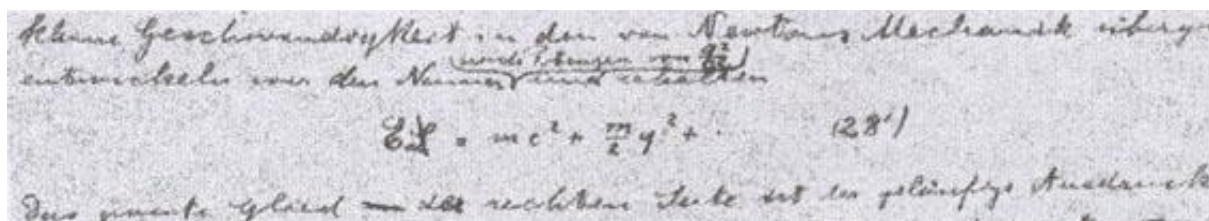
Līdz pat Einšteina darbiem relativitātes teorijā klasiskā fizika aplūkoja vielu un enerģiju kā savstarpēji atrautus matērijas atribūtus. Atsevišķi bija formulēti vielas nezūdamības (Lavuažjē, Lomonosovs) un enerģijas nezūdamības (Maiers, Helmholcs, Džouls) likums. Einšteins parādīja, ka *viela* un *enerģija* ir *komplementāri* matērijas atribūti, un postulēja universālu vielas un enerģijas nezūdamības likumu, saskaņā ar kuru viela var pārvērsties enerģijā un enerģija – vielā. Šos abus matērijas atribūtus (vielu ar masu m un enerģiju E) atkal saista paradoksāli vienkārša formula:

$$E=mc^2, \quad (3)$$

kur c ir gaismas ātrums vakuumā ($c = 3 \times 10^{10}$ cm/s), arī Visuma universāla konstante. Šai konstantei ir tikpat ievērojama loma Einšteina relativitātes teorijā kā Planka konstantei $\hbar$ kvantu teorijā.

Ļoti aizraujoša un reizē pamācoša ir šīs vienkāršās formulas tapšanas vēsture. Sākotnēji 1912.gadā relativitātes teorijai veltītajā rakstā Einšteins šo formulu, paplašinādams Ņūtona mehānikas priekšstatus, bija uzrakstījis šādā vispārīgā formā:

$$EL = mc^2 + (m/2) q^2 + \dots \quad (3a)$$



34. att. Fragments no Einšteina rokraksta, kurā redzams, kā Einšteins 1912.gadā izvedis slaveno vielas un enerģijas ekvivalences formulu (3): $E = mc^2$. Kopija no žurnāla «Scientific American» 1996.gada maija numura. Manuskripta oriģināls glabājas Izraēlas muzejā Jeruzalemē.

Kā redzams no manuskripta kopijas 34.att., lielumu L , kas bija domāts kā konstante, Einšteins drosmīgi nosvītrojās. Īpaša nozīme nav arī otrajam loceklim, kas apraksta ņūtonisko kinētisko enerģiju un nenoliedzami ir mazāks par pirmo locekli. Rezultātā paliek fundamentālā izteiksme (3), kas postulē enerģijas un masas ekvivalenci un pamatoti tiek uzskatīta par epohālu atklājumu. Šī formula apraksta

²¹ Herneks F. «Alberts Einšteins». Izdevniecība Liesma, Rīga, 1968., 37–38.lpp.

²² Toreiz es darīju to, kas minēts punktā {TECE.549} un tālāk.

²³ Siliņš Edgars Imants. «Lielo patiesību meklējumi». Jumava, b.v., b.g., © Izdevums latviešu valodā, apgāds «Jumava», 1999., 75–76.lpp.

vielas pārvēršanos enerģijā un ir pamatā visām kodolreakcijām, arī tām, kuras norisinās atombumbas sprādzienā. Šīs vienkāršās formulas atklāšana bija zinātnes lielākais triumfs un reizē arī posts, kas noveda pie Hirošimas. Formulas izmantošana masu iznīcināšanas ieroču izveidē bija viena no Einšteina dzīves smagākajām traģēdijām. Nodzeltējušo manuskriptu nesen kāds ebreju bagātnieks nopirka par trim miljoniem dolāru un uzdāvināja Izraēlas muzejam Jeruzalemē. Mēs ar šā slavenā manuskripta fragmentu ilustrējam ģēnija intuitīvo atklāsmi, kad tiek atmests maznozīmīgais, nosvītrotot *L* un tālākos locekļus, un postulēts pats būtiskākais, t.i., formula (3). Austrumu filozofi un mistiķi to sauc par *satori* – Dievišķo Apgaismību.

Formulas (1–3) patiesi jāsauc par dievišķām, jo tās apraksta visuniversālākās Visuma īpašības, kas ietvertas *daļiņas – viļņa* un *vielas – enerģijas* komplementārajos pāros. Tās ir Bora pretmetu Lielās Patiesības *jan* un *in* principa interpretācija mūsdienu zinātnē. Tās ir tikpat vienkāršas un skaistas. Jo lielāka kāda Patiesība, jo vienkāršākā formā tā izsakāma.

* * *

Kad es aizlasīju šo Siliņa eseju līdz tai vietai, kur viņš dod formulu $EL = mc^2...$, manas acis aiz pārsteiguma ieplētās, un es pie sevis iesaucos: «Jo-o-ohhhaidī!!! Viņš taču nav lasījis Einšteina darbus! Viņš – fiziķis, profesors, habilitētais doktors, akadēmiķis, kurš te man un visai Latvijai stāsta garas runas par “komplementaritātes principu”, par Einšteinu un Boru un par visu ko – viņš **NAV REDZĒJIS** Einšteina klasiskos darbus, savādāk neplāpātu tādas blēņas!»

Pirmkārt, pie formulas $E = mc^2$ Einšteins nonāca ne 1912.gadā, bet jau 1905.gadā («Fizikas Annālu» redakcijā raksts iesniegts 1905.gada 27.septembrī).

Otrkārt, «drosmīgi nosvītrotais» burts *L* Einšteina manuskriptā nav vis kaut kāda tur konstante, kā to apgalvo Siliņš, bet gan Einšteins 1912.gada rakstā sākumā ir gribējis ar šo burtu apzīmēt enerģiju – t.i., lietot to pašu apzīmējumu kā 1905.gada rakstā, taču pēc tam pārdomājis, pārsvītrotis, un apzīmējis enerģiju ar *E*. (Abiem apzīmējumiem ir lingvistiska jēga: runa pirmām kārtām ir par izstarotās gaismas enerģiju – it īpaši 1905.gada rakstā – tāpēc apzīmējums *L* ir dabiski atvasināts no latīņu *Lux* – gaisma (arī pie reizes no vācu *das Licht*); 1912.gadā Einšteins ir nolēmis vispārināt un runāt jau ne tikai par izstarotās gaismas, bet par vispār jebkuru enerģiju, tāpēc arī nomaina apzīmējumus).

1905.gada rakstā formula $E = mc^2$ tieši tādā veidā un tieši tādiem burtiem nefigurē; tur enerģija ir apzīmēta ar *L*, gaismas ātrums ar *V*, un deklarēts tiek nevis ka enerģija ir vienāda (ar to un to...), bet ka «*ķermeņa masa ir viņa saturētās enerģijas mērs*» {.1115}, un «*ja ķermenis atdod enerģiju *L* izstarojuma veidā, tad viņa masa samazinās par L/V^2* »²⁴ {.1114}. Nu, bet tikai pavisam neseismīgi skolēni var nesaprast, ka tas ir tas pats...²⁵

Es apskaužu Einšteinu par to, ka viņš piedzima par ebreju un Rietumeiropā; ja viņš būtu piedzimis par latvieti Latvijā, tad nekādu Relativitātes teoriju viņš nebūtu radījis (tas ir, radījis viņš, protams, būtu, bet par to pasaulē neviens neko neuzzinātu: latvieši būtu viņu nožņauguši).

²⁴ Ja nu starp maniem lasītājiem tomēr atrastos kāds neseismīgs skolnieks, tad speciāli viņam paskaidroju: tikko kā izteiktie Einšteina vārdi no punkta {.1114} matemātiskā izteiksmē ir $m = L/V^2$; pārnesot V^2 uz otru vienādojuma pusi, dabūjam $mV^2 = L$, apmainot vienādojuma puses vietām, dabūjam $L = mV^2$. Tā ir tā pati formula $E = mc^2$, tikai enerģija ir apzīmēta ar burtu *L* un gaismas ātrums ar *V*. Un tas ir ticis publicēts nevis 1912., bet gan 1905.gadā.

²⁵ **P.S. 2008.07.19.:** Tagad, ievietojot šo tekstu Vekordijā, man nācās to vēlreiz pārlasīt, un, vēlreiz pārlasot Edgara Siliņa Piecpadsmīto eseju, man atkal mute ieplētās aiz brīnumiem un atkal izlauzās sauciens: «Joh-haidī!» (Siliņa grāmata laikiem ir tikpat neizsmeļama kā pati Daba!). Šoreiz es vienkārši nodomāju: «Labi, tas “*L*” īstenībā ir sākotnējais enerģijas apzīmējums, vispirms gribēts dot analogiski 1905.gada rakstam, bet pēc tam aizstāts ar “*E*”. Taču kādu tādu konstanti Siliņš tur domāja esam? Pie tam vēl tādu, kuru Einšteins “drosmīgi nosvītrotis”, un šī nosvītrotā bijusi “ģēnija intuitīvā atklāsmē”?!» Lieta tā, ka tāda veida vienādojumus konstante ir VIENMĒR, un šī konstante ir atkarīga no izvēlētajām mērvienībām (nevar taču būt tā, ka lai kādās vienībās – kilogramos, tonnās, mārciņās utt. – mērtu masu, – centimetros, pēdās, jardos attālumus; sekundēs, dienās, gados laiku – skaitļi abās vienādojuma pusēs vienāda paliks vienādi). Tā ka formula $E = mc^2$ vispārīgā veidā ir vai nu $aE = mc^2$ vai arī $E = bmc^2$, kur $a = 1/b$, un konstante izzudīs tikai tad, ja mērvienības būs piemērlētas tā, ka konstante pārvēršas par vieninieku. Konstantes esamība vai neesamība ir atkarīga TIKAI no mērvienību sistēmas – un ja Siliņš to nesaprot, tad taču viņam nav nekādas sajēgas par fiziku vispār!!!

Edgars Imants Siliņš ir viena no spožākajām personībām Latvijas zinātnē. E.I.Siliņa izveidotā Rīgas organisko cietvielu fizikas skola ieguvusi atzinību visā pasaulē, viņa vadībā tika attīstīts jauns virziens zinātnē. Latvijā un ārvalstīs izdotas 6 monogrāfijas, kā arī ap 290 pārskata un zinātniskās publikācijas. Autors uzstāties ar lekcijām vairāk nekā 20 starptautiskās konferencēs, kā arī ap 50 ārzemju universitātēs un zinātniskos centros. 90. gados E.I.Siliņš aktīvi darbojās, lai ievestu Latvijas Zinātņu akadēmiju starptautiskajā apritē.

Autoram tuva arī humanitāro zinātņu pasaule - psiholoģija, ētika, filozofija, reliģija, literatūra un vēsture.

Cilvēka apziņa ir tikai niecīga saliņa smadzeņu bezapziņas plašajā okeānā.

E.Siliņš

Vēl viena no akadēmiķa Siliņa aplamībām...

Parastā letiņiem raksturīgā titulu žvadināšana

VEcordia ir Valda Egles elektroniska literāra dienasgrāmata, kurā viņš ir citējis arī daudzus citu autoru tekstus. Vekordija dibināta 2006.gada 30.jūlijā un sākotnēji sastāvēja no lineāri numurētiem sējumiem, katrs apmēram 250 lappušu apjomā A4 formātā, taču vēlāk par galveno izdevuma eksistences formu kļuva «izvilkumi». Vekordijas izvilkums ir fails, kurā atkārtots viena vai vairāku Vekordijas iecirkņu teksts bez lineāras numerācijas un bez iepriekš uzdota apjoma. Izvilkums parasti reproducē kādu Valda Egles vai cita autora grāmatu vai brošūru. Izvilkuma faila nosaukumā pirmais burts «L» nozīmē, ka grāmatas pamatteksts ir dots latviski, burts «E», ka angļiski, burts «R», ka krieviski, un burts «M», ka jaukts. Burts «S» nozīmē, ka fails ir sagatave, kura vēl tiks stipri modificēta, bet burts «X» apzīmē faksimilus. Dienasgrāmatas VECordia oriģinālos un izvilkumu failus Jums **ir tiesības** kopēt, pārsūtīt pa e-pastu, ievietot WWW serveros, izdrukāt un nodot citām personām bez maksas informatīvos, estētiskos vai diskusiju nolūkos. Bet, pamatojoties uz LR un starptautiskajām autortiesībām, **ir aizliegta** šī faila jebkura veida komerciāla izmantošana bez Dienasgrāmatas autora rakstiskas atļaujas, un **ir aizliegts** šos failus jebkurā veidā modificēt. Ja attiecībā uz šeit doto tekstu bez Dienasgrāmatas autora tiesībām darbojas vēl citas autortiesības, Jums jārespektē arī tās.

Šī sējuma izdošanas brīdī (kurš titullapā apzīmēts ar vārdu «Versija:») Vekordijas galvenās pārstāvniecības Internetā bija vietnes: <http://vekordija.blogspot.com/> – latviešu grāmatām; <http://vecordija.blogspot.com/> – krievu grāmatām.

Satura rādītājs

VEcordia	1
Izvilums L-EINSTE	1
Alberts Einšteins	1
Kustībā esoši ķermeņi	1
Priekšvārds	2
Alberta Einšteina raksti	3
1. Einšteina pirmais raksts	3
Ievads	3
I. Kinemātiskā daļa	4
§1. Vienlaicīguma definīcija	4
§2. Par garumu un laika sprīžu relativitāti	5
§3. Teorija koordināšu un laika pārveidošanai no mierā esošas sistēmas uz sistēmu, kura atrodas vienmērīgā taisnvirziena kustībā attiecībā pret pirmo	6
§4. Iegūto vienādojumu fizikālā jēga kustībā esošiem cietiem ķermeņiem un kustībā esošiem pulksteņiem	10
§5. Ātrumu saskaitīšanas teorēma	11
II. Elektrodinamiskā daļa	13
§6. Maksvella–Herca vienādojumu tukšai telpai pārveidošana. Par to elektrodzinējspēku dabu, kuri rodas, kustoties magnētiskajā laukā	13
§7. Aberācijas un Doplera efekta teorija	16
§8. Gaismas staru enerģijas pārveidošana. Teorija par spiedienu, ko gaisma izdara uz ideālu spoguļi	18
§9. Maksvella–Herca vienādojumu pārveidošana, ievērojot konvekcionālās strāvas	21
§10. (Vāji paātrināta) elektrona dinamika	23
Piezīmes krievu izdevumā	26
2. Einšteina otrais raksts	27
Piezīme krievu izdevumā	28
Par Einšteina rakstiem	29
Par tulkojumiem un komentāriem	29
Par zinātnisku noraidījumu	30
Par Siliņa grāmatu	32
15. Vielas un enerģijas pretmeti	33
Satura rādītājs	36