Какво физиката и философията ни казват за физическия свят?

Веселин Петков
Минковски Институт
(Институт за фундаментални изследвания "Херман Минковски")
Монреал, Канада

MINKOWSKI INSTITUTE

За да са тези slides от по-голяма полза при самостоятелна употреба, добавих links към страници с повече обяснения и литература, а също така и два slides с повече разяснения към отговорите ми на някои въпроси в края на презентацията.

MINKOWSKI INSTITUTE

Фактът, че досега няма общоприет възглед за света (т.е., за физическата реалност), може да се изтълкува като доказателство, че нито физиката, нито философията ни казват нещо сигурно за това, което съществува.

В действителност, обаче, този факт разкрива една безпрецедентна ситуация както във физиката, така и във философията — за повече от век не е ясно осъзнато (за да стане общоприето), че:

(а) същността на революционното откритие на Херман Минковски (резюмирано в неговата лекция от 1908 г.) е, че реалността е четиримерен свят, чието четвърто измерение е времето;

(б) *неговите аргументи за реалността на този четиримерен свят изглеждат неопровержими, защото експерименти биха били невъзможни, ако тези аргументи бяха грешни*.

MINKOWSKI INSTITUTE

Целта на лекцията е да разясни тази безпрецедентна ситуация и да отговори на въпроса в заглавието на доклада

Какво физиката и философията ни казват за физическия свят?

Всъщност отговорът на този въпрос не е толкова лесен колкото може да изглежда на пръв поглед. Проблемите стават ясни, когато изясним фразата “ни казват” - на кого физиката и философията казват какво представлява физическия свят. Има три възможности:

Физици, философи и всички останали.

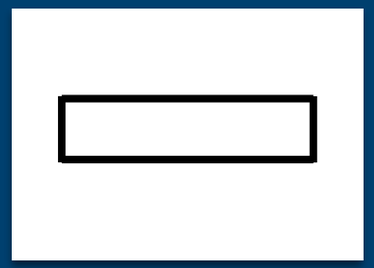
MINKOWSKI INSTITUTE

Колкото и парадоксално да звучи, изглежда нито физиците, нито философите, нито “всички останали” вярват, че физиката и философията им казват нещо неоспоримо за физическия свят.

Оказва се, че повечето физици разглеждат физическите теории само като ***описания*** на физически явления, които нищо конкретно не ни казват за физическия свят. Причината за този широко-разпространен възглед е, че според физиците дадено явление може да има ***различни*** описания (обяснения), които предполагат ***различни*** физически реалности.

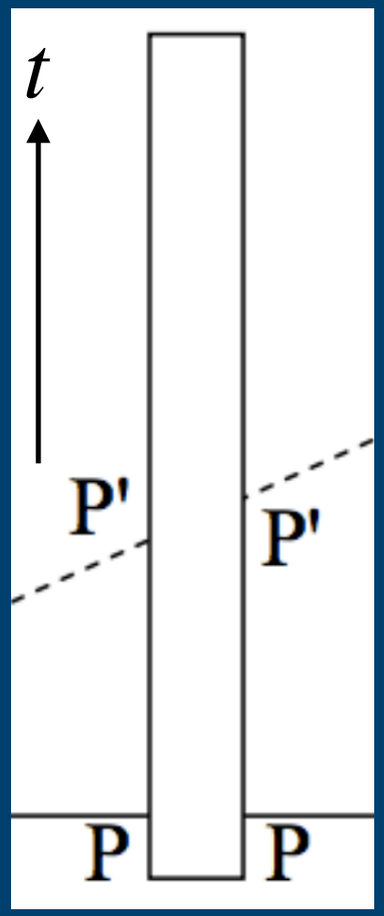
Нека като пример разгледаме обяснението на релативистичното скъсяване на дължината на обекти по посока на тяхното движение:

$$L = L_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$$



Има само две възможни обяснения (тримерно и четиримерно):

1. Първоначалното обяснение - като деформация - преди и след статията на Айнщайн от 1905 г.
2. Обяснението на Херман Минковски дадено в лекцията му “Пространство и време” (1908).



MINKOWSKI INSTITUTE

Когато попитат физици-релативисти дали откритото от Минковски пространство-време (той го нарече die Welt, т.е., светът) е просто математическо понятие или е модел на реален четиримерен свят с времето като четвърто измерение, най-вероятно отговорът е или

Това е въпрос на ***описание*** - тримерно или четиримерно - и нищо не ни казва за физическия свят.

Когато, обаче, такива физици са директно попитани как размерността на света (която е толкова фундаментална колкото и самото съществуване на света) може да е въпрос на описание, отиват дори до там да заявят: “Разбира се, че е въпрос на описание.”

Тогава им се задава очевидния въпрос:

“Искате да кажете, че размерността на обектите “квадрат” и “куб” е въпрос на описание,” след който вече не правят такива твърдения.

или

С въпроса за реалността на пространство-времето се занимава философията.

Този отговор е толкова неадекватен колкото и първия:

Фундаменталният проблем за размерността на света се решава ***експериментално*** от физиката, не от философията.

Когато попитат философи какво представлява физическия свят, най-вероятният конкретен отговор от “общи” философи (не философи на науката) е, че само настоящето съществува.

Философите, които се придържат към този възглед, парадоксално не се притесняват, че той директно противоречи на ***експериментите***, които потвърдиха кинематичните предсказания на теорията на относителността, защото публикациите на статии и книги, че светът = настояще продължават…

MINKOWSKI INSTITUTE

Философски твърдения, игнориращи експериментални факти водят до съответни реакции от физици:

- Steven Weinberg, *Dreams of a Final Theory,* Chapter VII*:* “Against Philosophy”.

- The Feynman Lectures on Physics, Vol. 1, Chap. 16, Section 16-1: *Relativity and the philosophers*:

"These philosophers are always with us, struggling in the periphery to try to tell us something, but they never really understand the subtleties and depths of the problem.”

И един пример от моя личен опит - отговора на известен релативист (Bryce Dewitt) на поканата ми (юни 2022) да участва (заедно с други физици и философи) в сборник от статии "The Ontology of Spacetime":

"I am always uncomfortable in a group of philosophers. What interests them does not interest me. I would have nothing useful to contribute to your volume. Sorry."

Вероятен (напълно объркан) отговор от философи, чиито изследвания са в областта на физиката на пространство-времето, е, че светът е четиримерен (пространство-време), но в него има или глобално, или локално течение на времето (global or local flow of time = global or local becoming).

Такъв отговор е не само объркан, а е пример за противоречие в термини (contradiction in terms):

Самата дефиниция на пространство-времето (четиримерния свят с времето като четвърто измерение) е, че всички моменти от времето съществуват (защото формират четвъртото измерение), докато течение на времето в пространство-времето означава, че ***само*** момента (или моментите) “сега” съществува(т) (защото е безсмислено да се се говори за “по-съществуващи”).

Липсата на ясен и общоприет възглед за физическата реалност се дължи на необяснимо и систематично игнориране на аргументи, които разкриват неоспорими факти за света.

Игнорирането на аргументи, еднозначно базирани на експериментални факти, е не само главната причина за липсата на научно-обоснован възглед за света, но изглежда е и основно отговорно и за застоя в развитието на фундаменталната физика.

Вече почти 100 години няма революционни открития от типа на квантовата механика и теорията на относителността въпреки наличието на талантливи физици и невероятното развитие на технологията (= изключително точни експерименти).

За да се опита да промени тази ситуация, една амбициозна изследователска стратегия, основана на революционните открития в науката, се развива и прилага в Минковски Институт.

MINKOWSKI INSTITUTE

Ще анализираме двата може би най-сериозни примера за такова игнориране на аргументи:

1. Древните ***логически*** аргументи, показващи, че чувството ни за течение на времето (че само сегашният момент съществува) е вътрешно противоречиво - Елейската школа (Ксенофан, Парменид, Зенон и Мелис) и Аристотел.

2. Аргументите на Херман Минковски (професорът по математика на Алберт Айнщайн) за реалността на пространство-времето (базирани на ***експериментални*** факти).

MINKOWSKI INSTITUTE

Първи пример за игнориране на аргументи

Мислители още в древността са подозирали, че представи за света, които ни изглеждат очевидни, всъщност са илюзии (най-тъмно е под фенера…).

Например, представителите на Елейската школа са твърдели, както Парменид го представя в поемата си “За Природата” (“Περί φύσεως”), че наблюдаваните от нас промяна и многообразие (множественост) са само илюзия и че истинската реалност е едно монолитно непроменливо битие (нещо като вечно съществуващо замръзнало настояще):

“По този път има много знаци, че съществуващото е неродено и неунищожимо; защото то е цяло, неподвижно и несвършено. То никога не е било, нито ще бъде, понеже е сега — наведнъж, едно, непрекъснато.”

(ταύτῃ δ' ἐπὶ σήματ' ἔασι πολλὰ μάλ', ὡς ἀγένητον ἐὸν καὶ ἀνώλεθρόν ἐστιν, ἐστι γὰρ οὐλομελές τε καὶ ἀτρεμὲς ἠδ' ἀτέλεστον· οὐδέ ποτ' ἦν οὐδ' ἔσται, ἐπεὶ νῦν ἔστιν ὁμοῦ πᾶν, ἕν, συνεχές)

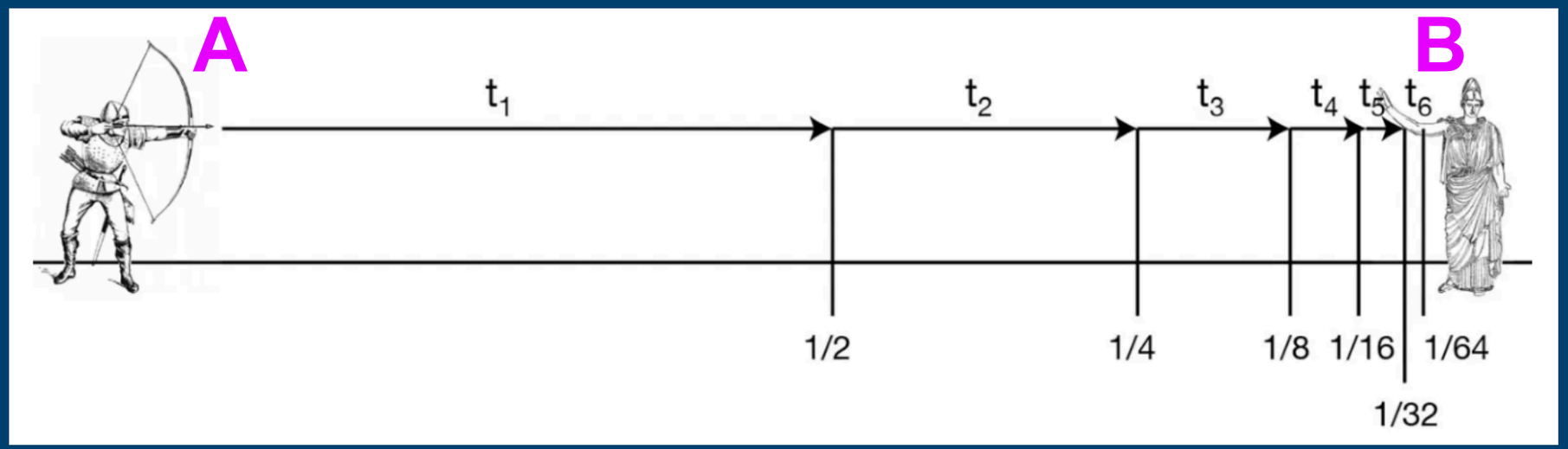
Този откъс изразява централната теза на Парменид:
съществуващото е вечно, неделимо и неподвижно,
а всяка промяна или множественост е илюзия.

MINKOWSKI INSTITUTE

Възгледът за света на Елейската школа е толкова радикален, че още тогава (около 5-ти век преди новата ера) е бил осмиван. Това кара Зенон да формулира няколко апории (логически парадокси), чиято цел е била да покаже, че картината за света, която (привидно еднозначно) се базира на сетивата ни, е логически противоречива.

Апорията Дихотомия (Διχοτομία), например, ясно показва същността на аргументите на Зенон.

(О Ζήνων διατύπωσε την απορία της Διχοτομίας)



MINKOWSKI INSTITUTE

Аристотел показва, че Зенон стига до парадокса, защото явно предполага, че пространството е делимо до безкрайност, но неявно приема, че времето не се дели безкрайно.

“А това е невярно, защото времето не е съставено от неделими „сега“, както нито една друга величина не е.”

(“τοῦτο δ’ ἐστὶ ψεῦδος· οὐ γὰρ σύγκειται ὁ χρόνος ἐκ τῶν νῦν τῶν ἀδιαιρέτων, ὥσπερ οὐδ’ ἄλλο μέγεθος οὐδέν.”)

Ако и пространството, и времето са безкрайно делими, няма парадокс - ако например разстояние от един метър се измине от обект за една секунда, обектът ще измине половин метър за половин секунда и така нататък и не е необходимо безкрайно много време, за да достигне крайната точка B.

MINKOWSKI INSTITUTE

Когато обаче Аристотел обсъжда природата на самото време - това че от всички времена (минало, настояще и бъдеще) само сегашното време (моментът „сега“) е реален – неговият логически анализ неизбежно го води до обратното заключение: че единственият реален момент от времето е “***неделимият*** момент „сега“.” Аристотел е знаел, че продължителността на „сега“ не може да бъде нула, защото тогава времето изобщо нямаше да съществува. Той е осъзнал, че няма друг избор, освен да приеме, че моментът "сега" е неделим, за да се избегне противоречие в термини - ако моментът „сега“, който по дефиниция е изцяло сегашен (наличен), би бил делим, той би съдържал минали, настоящи и бъдещи моменти:

“Освен това, настоящият момент (‘сега’) ще бъде отчасти минал, отчасти бъдещ, и не винаги едно и също ще бъде минало или бъдеще.”

(“πρὸς δὲ τούτοις τοῦ νῦν τὸ μέν τι γεγονὸς ἔσται, τὸ δὲ μέλλον, καὶ οὐκ ἀεὶ τὸ αὐτὸ γεγονὸς ἢ μέλλον.”)

MINKOWSKI INSTITUTE

Аристотел неизбежно стига до заключението, че моментът “сега” е неделим:

“Че съществува нещо неделимо във времето — което наричаме ‘сега’ — е ясно от казаното дотук.”

“ὅτι μὲν τοίνυν ἔστιν τι ἐν τῷ χρόνῳ ἀδιαίρετον, ὅ φαμεν εἶναι τὸ νῦν, δῆλόν ἐστιν ἐκ τῶν εἰρημένων.”

Но щом сегашният момент е неделим, апорията на Зенон Дихотомия остава неразрешима (опровержението на Аристотел пропада).

MINKOWSKI INSTITUTE

Самият факт, че Аристотел, един от най-великите мислители на нашата цивилизация, който собственоръчно създаде науката логиката, воден от общоприетия възглед за света (че само „сега“ е реално) стигна до неизбежното противоречие –- настоящият момент е както делим, така и неделим — показва, че този възглед е погрешен.

Аристотел изглежда се е опитал да открие причината за това противоречие и се е запитал дали то не е причинено от привидно само-очевидното предположение, че разделението на времето на минало, настояще и бъдещето отразява обективен факт в света и дали това разделение, и самата идея за времето, може да съществува само в съзнанието (душата):

“Дали ако душата не съществуваше, времето щеше да съществува или не, е въпрос, който може справедливо да бъде зададен.”

Преди шестнадесет века Свети Августин също изследва природата на времето и като Аристотел е изправен пред същата парадоксална ситуация относно продължителността на момента „сега“, но за разлика от него той явно заключава, че разделянето на времето на минало, настояще и бъдеще не отразява нищо във физическия свят (който според Августин е едно вечно настояще, подобно на вечното битие на елеатите) и следователно съществува само в душата:

“Това, което вече е очевидно и ясно е, че нито бъдещето, нито миналото съществуват и следователно е неточно да говорим за три времена – минало, настояще и бъдеще . . . В душата има такива три аспекта на времето и аз не ги виждам никъде другаде.”

Повече информация за древните логически аргументи се съдържа в

Appendix A: Ancient Logical Arguments Against the Everyday View of Time

в книгата ми *Seven Fundamental Concepts in Spacetime Physics*, SpringerBriefs in Physics, 2nd ed. (Springer, Heidelberg 2024)

Може да се download-ва от:
https://link.springer.com/content/pdf/bbm:978-3-031-49730-8/1

MINKOWSKI INSTITUTE

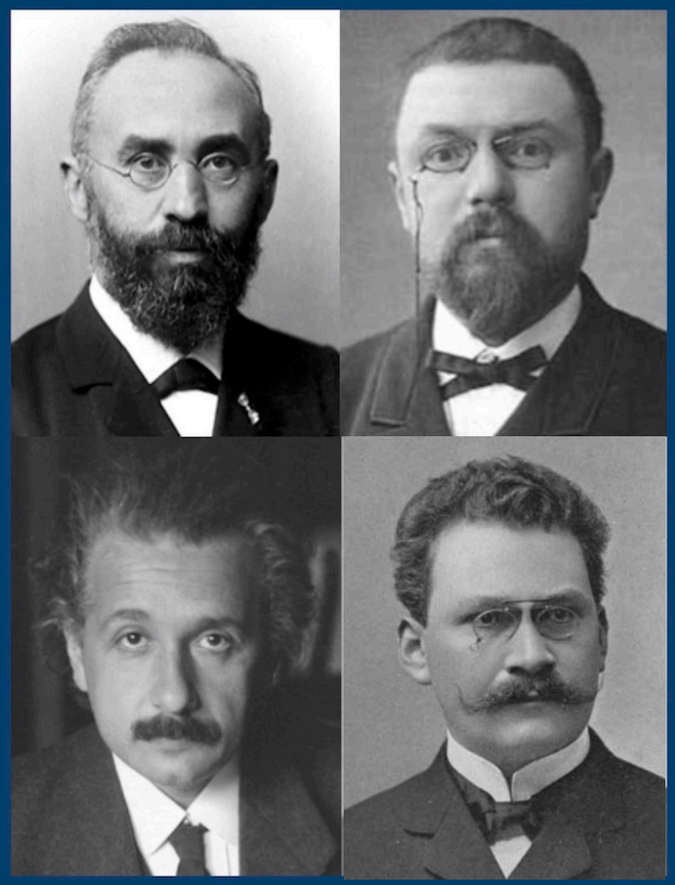
Втори пример за игнориране на аргументи

Аргументите на Херман Минковски за реалността на пространство-времето изглеждат неопровержими защото ***експериментите,*** които потвърдиха кинематичните релативистични ефекти, биха били ***невъзможни*** ако тези аргументи бяха грешни, т.е., ако физическият свят (пространство-времето) не беше четиримерен.

Editor's Epilogue: The Quadruple Scientific Tragedy involved in the Discovery of Spacetime Physics

The advent of spacetime physics came at the price of four different scientific tragedies involving Hendrik Lorentz, Henri Poincaré, Albert Einstein and Hermann Minkowski whose work essentially laid the foundations of spacetime physics. Lorentz' and Poincaré's scientific tragedies had the same cause – both Lorentz and Poincaré regarded the new theoretical entities they introduced in physics as pure mathematical abstractions that did not represent anything in the physical world. Einstein's rather subtle scientific tragedy has to do with his unclear and, in some cases, even incorrect views on a number of subjects that might have led to confusions and misconceptions some of which still persist. Minkowski's scientific tragedy is of different kind – he arrived independently at what Einstein called special relativity and at the notion of spacetime, but Einstein and Poincaré published first while Minkowski had been developing the full-blown four-dimensional formalism of spacetime physics; he did not publish his results earlier "because he wished first to work out the mathematical structure in all its splendour" (M. Born).

Vesselin Petkov (ed.)



THE ORIGIN OF SPACETIME PHYSICS

With a Foreword by Abhay Ashtekar

Second Edition

MINKOWSKI Institute Press

The Origin of Spacetime Physics, 2nd ed. (Minkowski Institute Press, Montreal 2023), 294 pages.

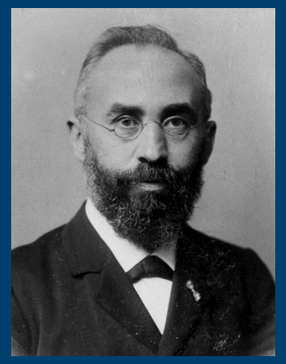
With a Foreword by Abhay Ashtekar

Edited by Vesselin Petkov

Editor's Epilogue "The Quadruple Scientific Tragedy involved in the Discovery of Spacetime Physics" може да се download-ва от страницата на книгата на сайта на Minkowski Institute Press:

https://www.minkowskiinstitute.com/mip/books/Epilogue.pdf

MINKOWSKI INSTITUTE



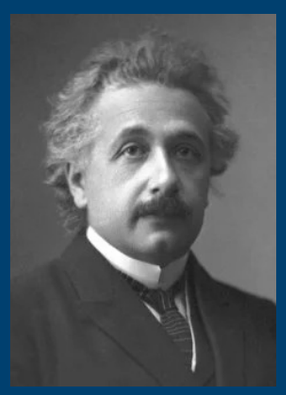
Hendrik Antoon Lorentz (18 July 1853 – 4 February 1928)

Гениална идея да въведе второ време - локално време - във физиката, но го разглежда само като удобно математическо понятие.



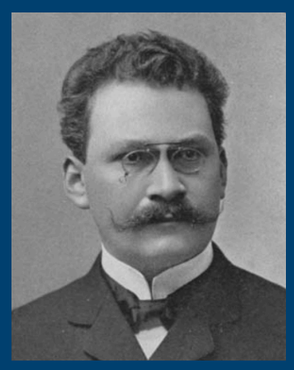
Jules Henri Poincaré (29 April 1854 – 17 July 1912)

Показва, че трансформациите на Лоренц са ротации в четиримерно пространство, с времето като четвърто измерение, но разглежда това пространство само като удобно математическо понятие (дори и след като Минковски показа, че то е реално).



Albert Einstein (14 March 1879 – 18 April 1955)

Използва постулати, което му попречи да осъзнае, че неговата СТО всъщност е теория за четиримерен свят и дори първата му реакция на откритието на Минковски е враждебна - "Since the mathematicians have invaded the relativity theory, I do not understand it myself any more."



Hermann Minkowski (22 June 1864 – 12 January 1909)

Независимо достига до това, което Айнщайн нарича СТО и до понятието пространство-време, но Айнщайн и Поанкаре публикуват първи, докато Минковски разработва математиката и физиката на пространство-времето; той не публикува резултатите си по-рано “because he wished first to work out the mathematical structure in all its splendour” (Макс Борн).

MINKOWSKI INSTITUTE

Minkowski's student Max Born, who attended the seminar in 1905, wrote [36]:

> We studied papers by Hertz, Fitzgerald, Larmor, Lorentz, Poincaré, and others but also got an inkling of Minkowski's own ideas which were published only two years later.

Born also recalled what Minkowski had specifically mentioned a number of times during the seminar in 1905 [37]:

> I remember that Minkowski occasionally alluded to the fact that he was engaged with the Lorentz transformations, and that he was on the track of new interrelationships.

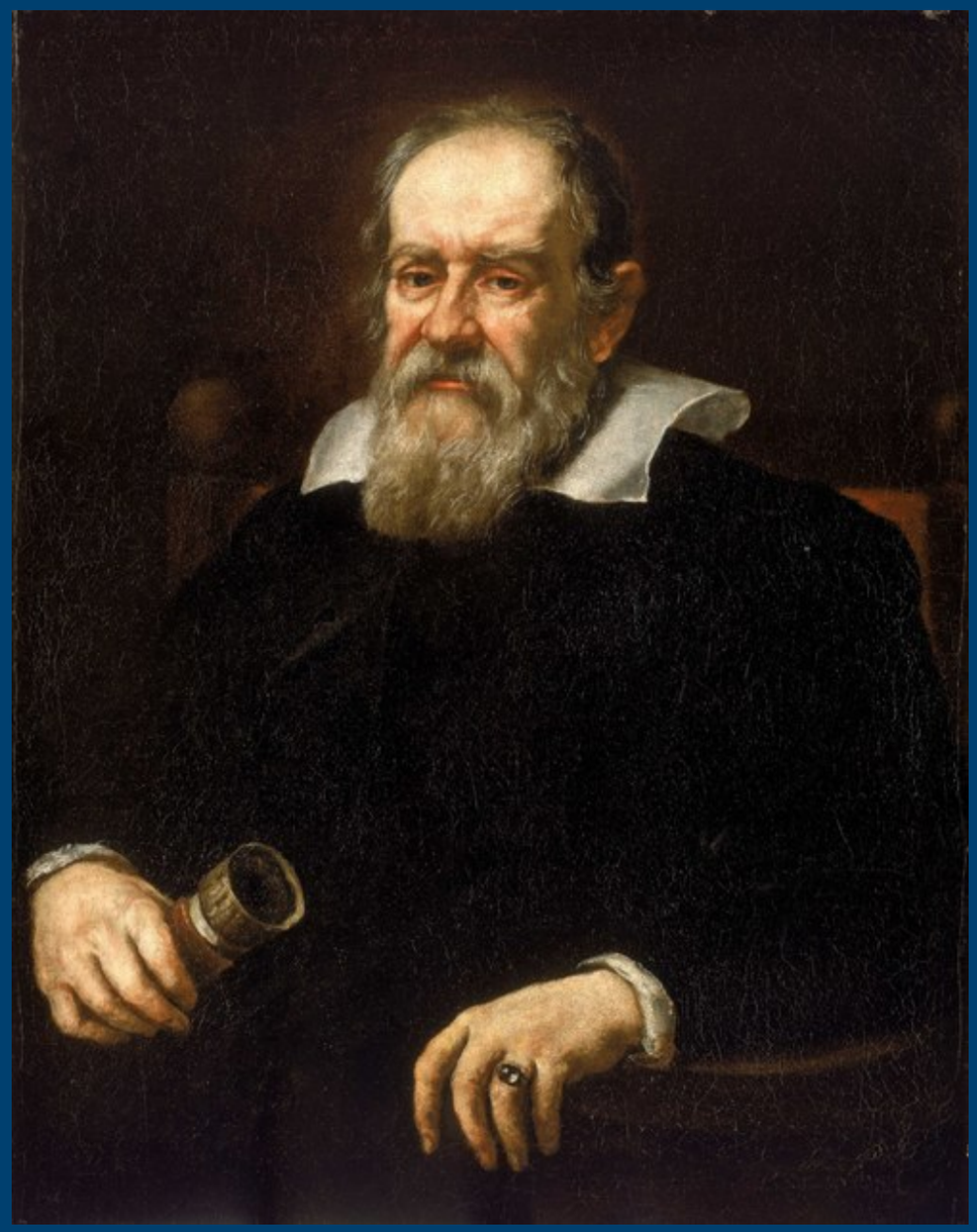
Again Born wrote in his autobiography about what he had heard from Minkowski after Minkowski's lecture "Space and Time" given on September 21, 1908 [38]:

> He told me later that it came to him as a great shock when Einstein published his paper in which the equivalence of the different local times of observers moving relative to each other were pronounced; for he had reached the same conclusions independently but did not publish them because he wished first to work out the mathematical structure in all its splendour. He never made a priority claim and always gave Einstein his full share in the great discovery.

Minkowski asked Einstein to send him the 1905 paper "On the Electrodynamics of Moving Bodies" hardly on October 9, 1907 [39].

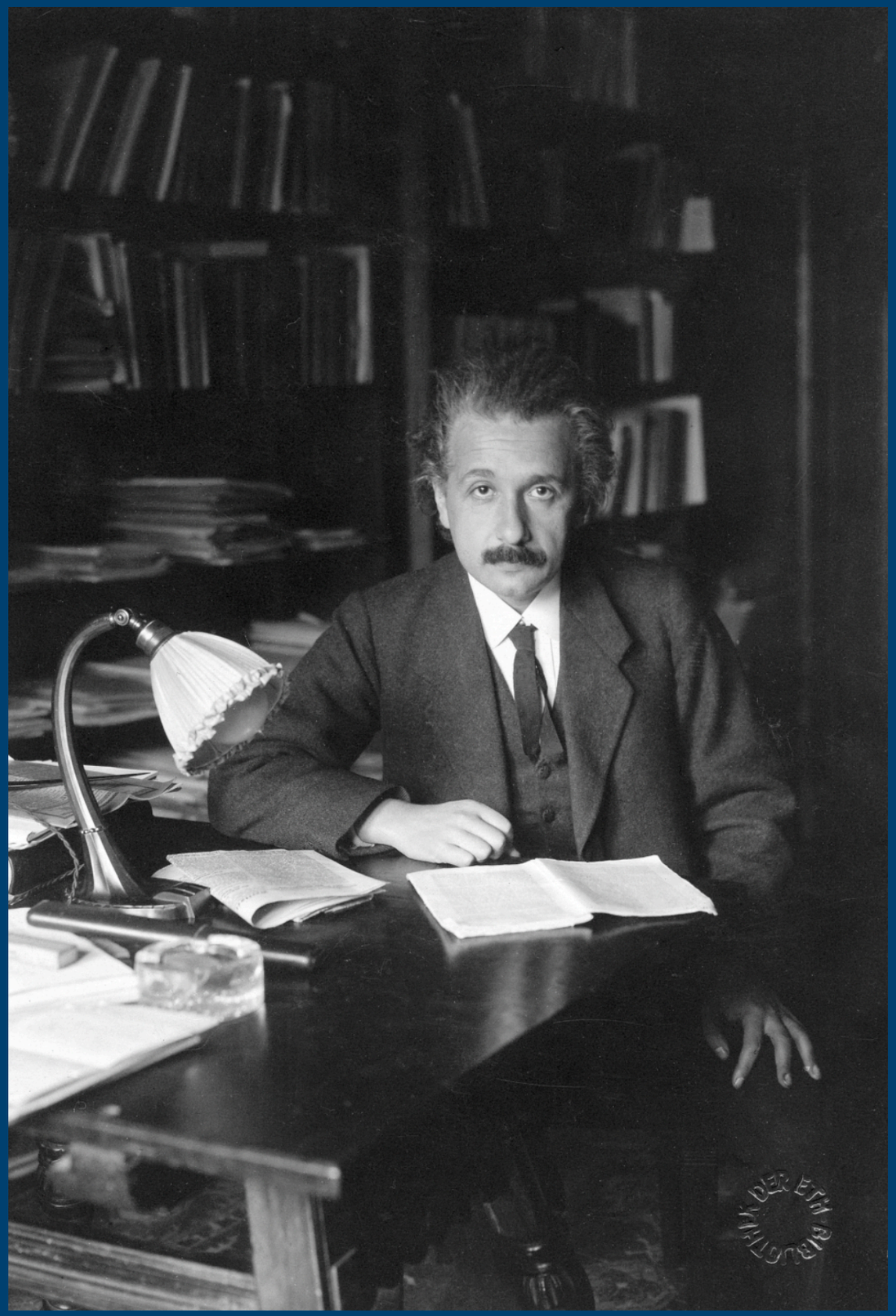
Експериментален факт:

Не можем да открием дали се движим с постоянна скорост в абсолютното пространство или сме в покой спрямо него



Галилеев принцип на относителността:

Не можем да открием ***с механични експерименти*** дали се движим с постоянна скорост в абсолютното пространство или сме в покой спрямо него



Айнщайнов принцип на относителността:

Не можем да открием ***с никакви експерименти*** дали се движим с постоянна скорост в абсолютното пространство или сме в покой спрямо него

Законите на физиката са еднакви за всички наблюдатели в състояние на равномерно движение.

Това означава, че не може да се извърши експеримент в затворена система, за да се определи дали тя е в покой или се движи с постоянна скорост.

MINKOWSKI INSTITUTE



Аргументите на Херман Минковски за реалността на пространство-времето (базирани на ***експериментални*** факти).

Лоренц - локално (математично) време

Айнщайн - времето е относително (относно инерциални наблюдатели)

Минковски - всеки инерциален наблюдател има свое време и, ***следователно***, свое пространство.

"Neither Einstein nor Lorentz disputed the concept of space"

MINKOWSKI INSTITUTE



Революционната статия “Пространство и време” на Херман Минковски, в която той резюмира откритата от него физика на пространство-времето, може да се download-ва от:

https://minkowskiinstitute.com/mip/MinkowskiFreemiumMIP2012.pdf

MINKOWSKI INSTITUTE

H. Minkowski, *Spacetime: Minkowski's Papers on Spacetime Physics*, edited by V. Petkov (Minkowski Institute Press, Montreal 2020):

"Hereafter we would then have in the world no more the space, but an infinite number of spaces analogously as there is an infinite number of planes in three-dimensional space. Three-dimensional geometry becomes a chapter in four-dimensional physics. You see why I said at the beginning that space and time will recede completely to become mere shadows and only a world in itself will exist."

Ето какво Минковски казва в началото на лекцията си:

"The views of space and time which I want to present to you arose from the domain of experimental physics, and therein lies their strength. Their tendency is radical. From now onwards space by itself and time by itself will recede completely to become mere shadows and only a type of union of the two will still stand independently on its own."

MINKOWSKI INSTITUTE

По този начин Минковски разшифрова дълбокия физически смисъл на експерименталния факт (установен от хиляди експерименти), че не можем да открием дали се движим с постоянна скорост в абсолютното пространство или сме в покой спрямо него:

Причината е, че абсолютно (т.е., **едно**) пространство не съществува в света. Всеки инерциален наблюдател (който не се ускорява) има свое пространство и свое време и когато провежда експерименти винаги установява, че е в покой в собственото си пространство.

Но много пространства и времена могат да съществуват в четиримерен свят (= пространство-време).

Много пространства и времена не могат да съществуват в тримерен свят, който по дефиниция има **едно** (= абсолютно) пространство и **едно** (= абсолютно) време.

MINKOWSKI INSTITUTE

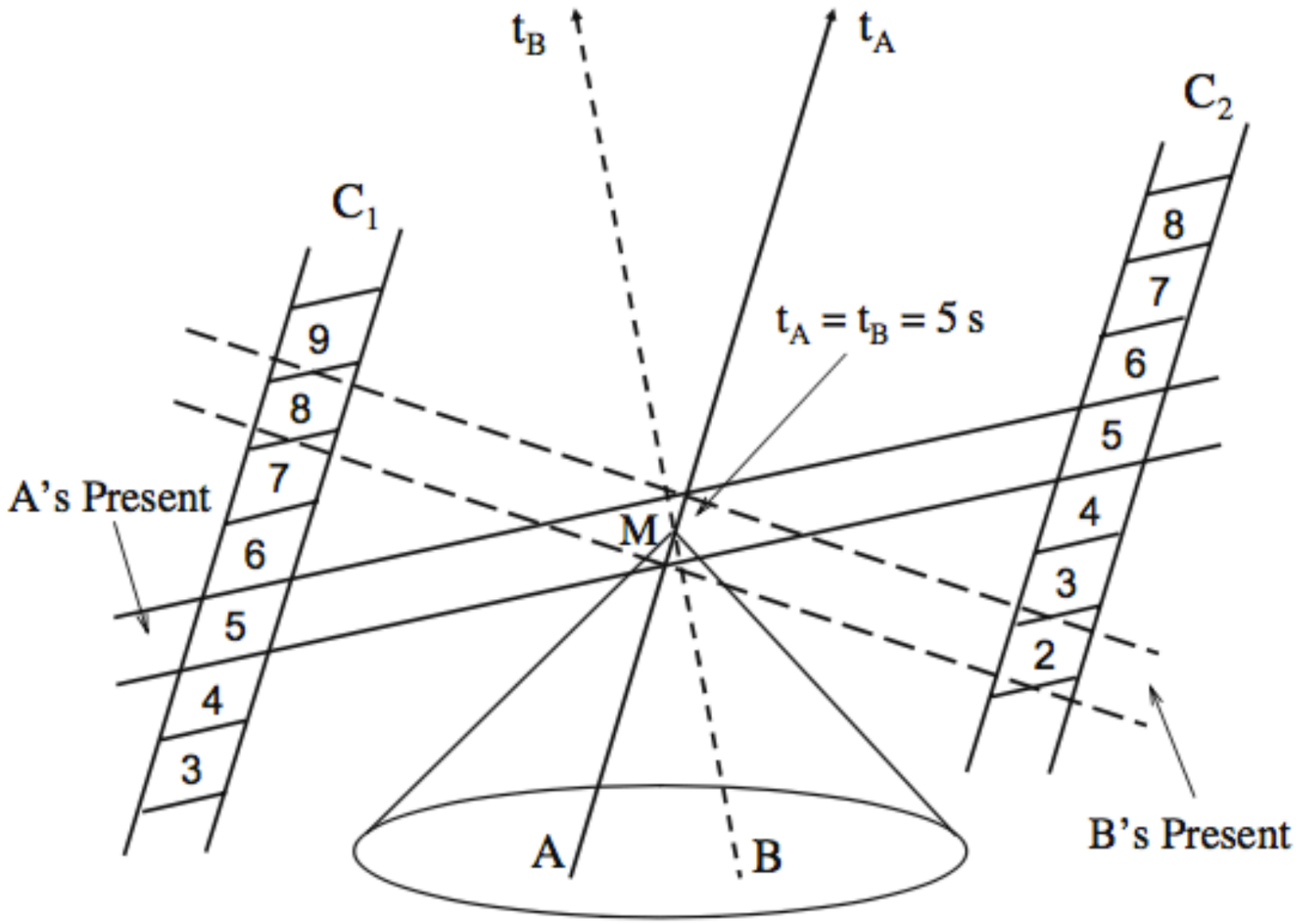


Fig. 5.3 Two clocks C_1 and C_2 represented by their worldtubes are at rest with respect to observer *A*. The relativity of simultaneity implies that observers *A* and *B*, who are in relative motion, have different pairs of three-dimensional clocks which exist in their presents. Each of the clocks must exist at two moments of its history in order for relativity of simultaneity to be possible. For instance, clock C_1 exists at the 5th second of its proper time for *A* and at the 8th second of its proper time for *B*

MINKOWSKI INSTITUTE

Основният аргумент на Минковски за реалността на пространство-времето (т.е., за четиримерността на света) сега е очевиден:

Всички експерименти, които не успяха да открият равномерно движение спрямо абсолютното пространство, биха били невъзможни (т.е., тези експерименти биха открили / измерили такова движение), ако светът не беше четиримерен, т.е., ако светът беше тримерен, защото в тримерен свят, има **едно** (= абсолютно) пространство и **едно** (= абсолютно) време и, следователно, равномерно движение спрямо абсолютното пространство би било експериментално измерено (както се измерва движение, например, на лодка спрямо водата, в която се движи).

Според Минковски отрицателните експериментални резултати да се открие абсолютно движение са ***проява на четиримерността на света*.**

MINKOWSKI INSTITUTE

Специфичен аргумент на Минковски за реалността на пространство-времето (т.е., за четиримерността на света) е релативистичното скъсяване на дължината на движещо се тяло.

Минковски показва, че този ефект е възможен само ако световната тръба на движещото се тяло е реален четиримерен обект и, следователно, също е ***проява на четиримерността на света***.

За да се разбере този аргумент, нека първо видим какво е световна тръба.

стенен часовник
(тримерен обект)



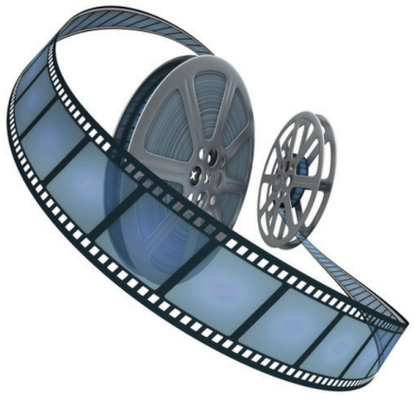


четиримерна световна
тръба на стенен часовник





електронен часовник
секундомер
(тримерен обект)





Едно уточнение, за да се избегне широко-разпространено заблуждение — тримерен обект не е това, което виждаме, а е тримерното сечение на пространството на даден наблюдател със световната тръба на обекта (напр., сечението L_A., което е собствената дължина за наблюдател A, или сечението L_B., което е скъсената дължина за наблюдател B). Това, което виждаме, е само минало, т.е., сечението на светлинния конус на миналото със световната тръба на обекта (сечението L).

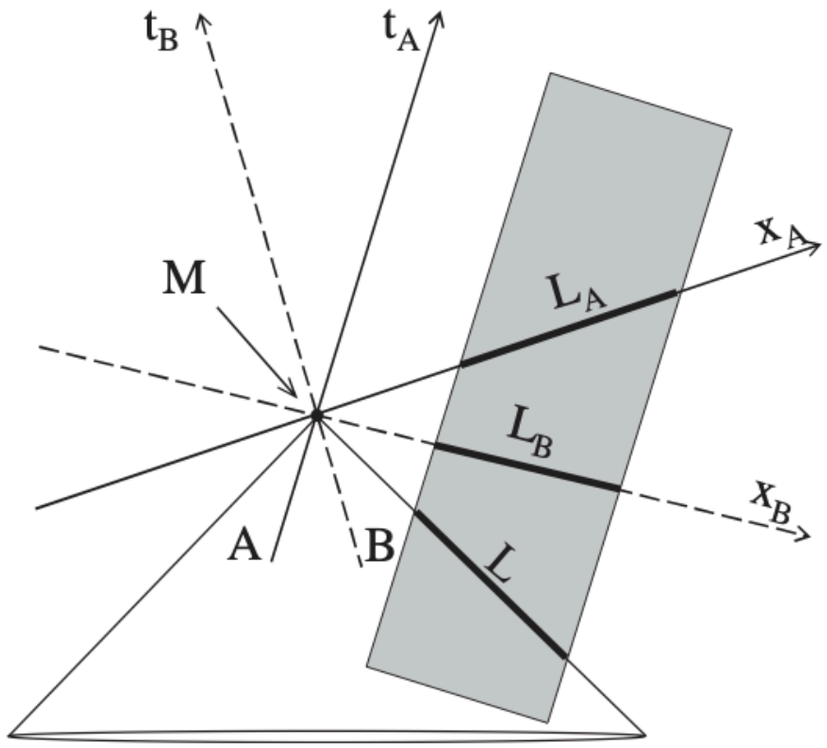


Fig. 4. What observers A and B see is the same cross-section *L* of the rod's worldtube. In general, when two observers A and B in relative motion meet at event M they see the past light cone.

Най-важната диаграма в историята на физиката, а вероятно и в цялата наука.

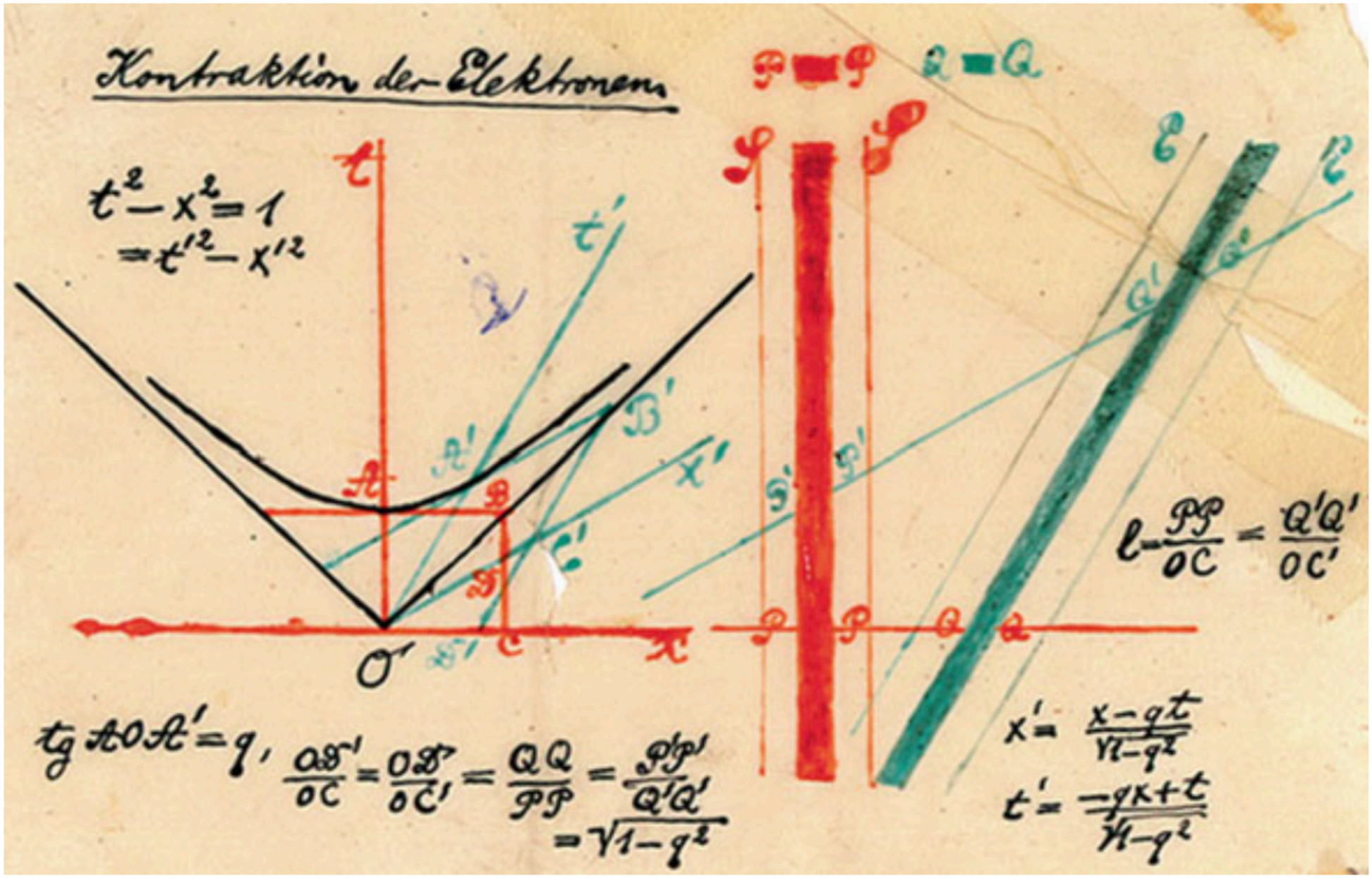


Fig. 1.1 The transparency which Minkowski used at his lecture in Cologne on September 21, 1908. It shows Fig. 1 in his paper "Space and Time." *Source* (with permission): Cover of *The Mathematical Intelligencer*, Volume 31, Number 2 (2009)

V. Petkov, *Seven Fundamental Concepts in Spacetime Physics*, SpringerBriefs in Physics, 2nd ed. (Springer, Heidelberg 2024), Ch. 1

MINKOWSKI INSTITUTE

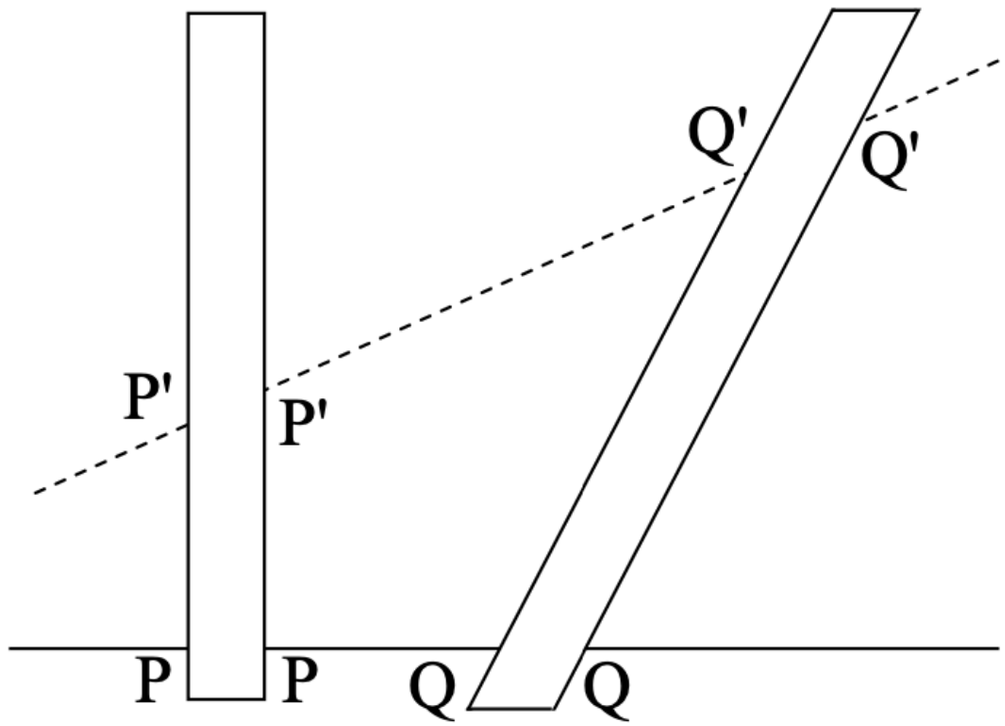


Figure 5.5: Minkowski's Fig. 1

The three-dimensional cross-section PP, resulting from the intersection of the body's worldtube and the space of an observer at rest with respect to the body, is the body's proper length. The three-dimensional cross-section $P'P'$, resulting from the intersection of the body's worldtube and the space of an observer moving with respect to the body, is the relativistically contracted length of the body measured by that observer[6]. Minkowski stressed that "This is the meaning of the Lorentzian hypothesis of the contraction of electrons in motion" [12, p.116].

Тъй като обясненията на нагледния мислен експеримент, демонстриращ релативистичното скъсяване на дължината, дадени по време на лекцията, не се съдържат тук, можете да ги намерите на сайта на Minkowski Institute:

https://www.minkowskiinstitute.com/MinkowskiProof.html

MINKOWSKI INSTITUTE



Fig. 1.2 An ordinary meter stick which we believe we see; in fact, what we see is a bit more complex because we see the past light cone

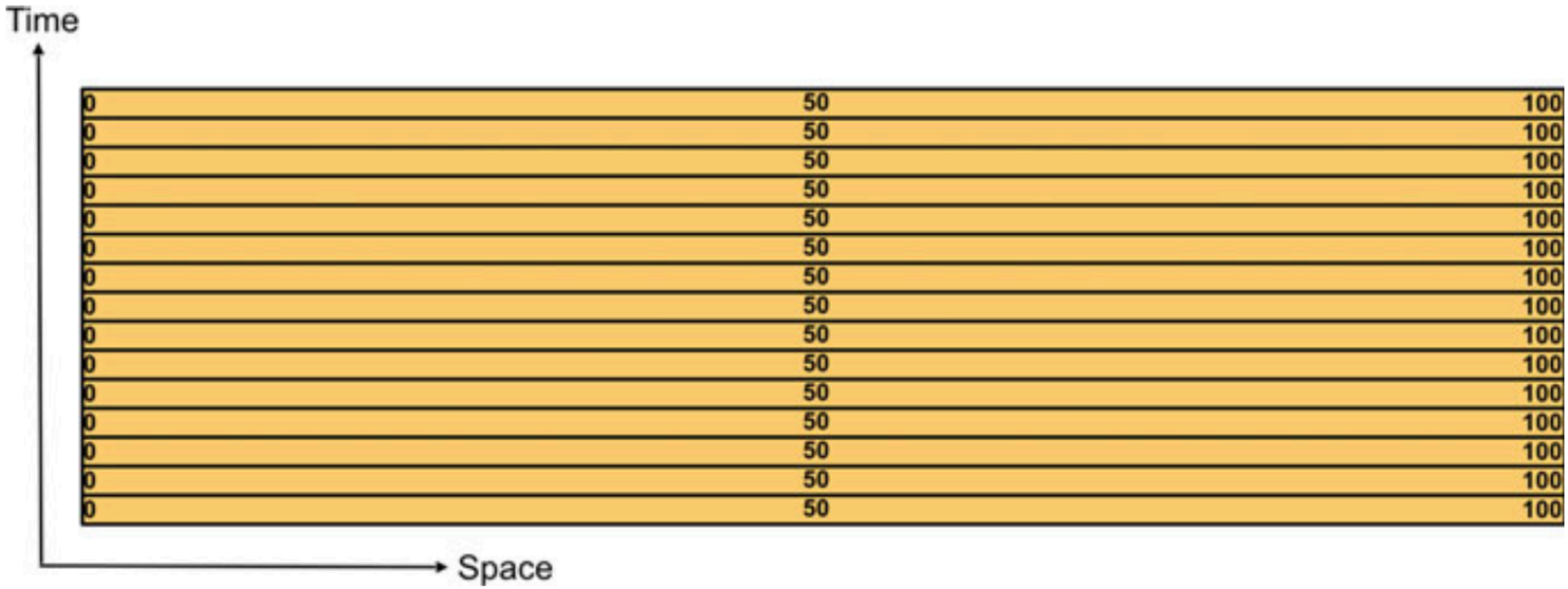


Fig. 1.3 The worldtube of the meter stick; in fact, this is a simplification of its worldtube, but it conveys the main idea—that the meter stick exits *en bloc* at all moments of its "life."

V. Petkov, *Seven Fundamental Concepts in Spacetime Physics*, SpringerBriefs in Physics, 2nd ed. (Springer, Heidelberg 2024), Ch. 1

MINKOWSKI INSTITUTE



Fig. 1.5 The worldtube of *A*'s meter stick when its color changes. Again, this is a simplification of its worldtube, but it conveys the main idea—that *A*'s meter stick exits *en bloc* at all moments of its proper time

MINKOWSKI INSTITUTE



Fig. 1.6 At event M the middle points of B's meter stick is instantaneously above the middle point of A's meter sticks



Fig. 1.7 Relativistically contracted meter stick measured by observer B at event M—its most striking feature is not that it is shorter, but the fact that it contains *at once as present for* B the green part (comprised of parts of the meter stick which existed at different moments in A's past), the red part (common present for A and B) and the blue part comprised of parts of the meter stick which will exist at different moments in A's future

MINKOWSKI INSTITUTE

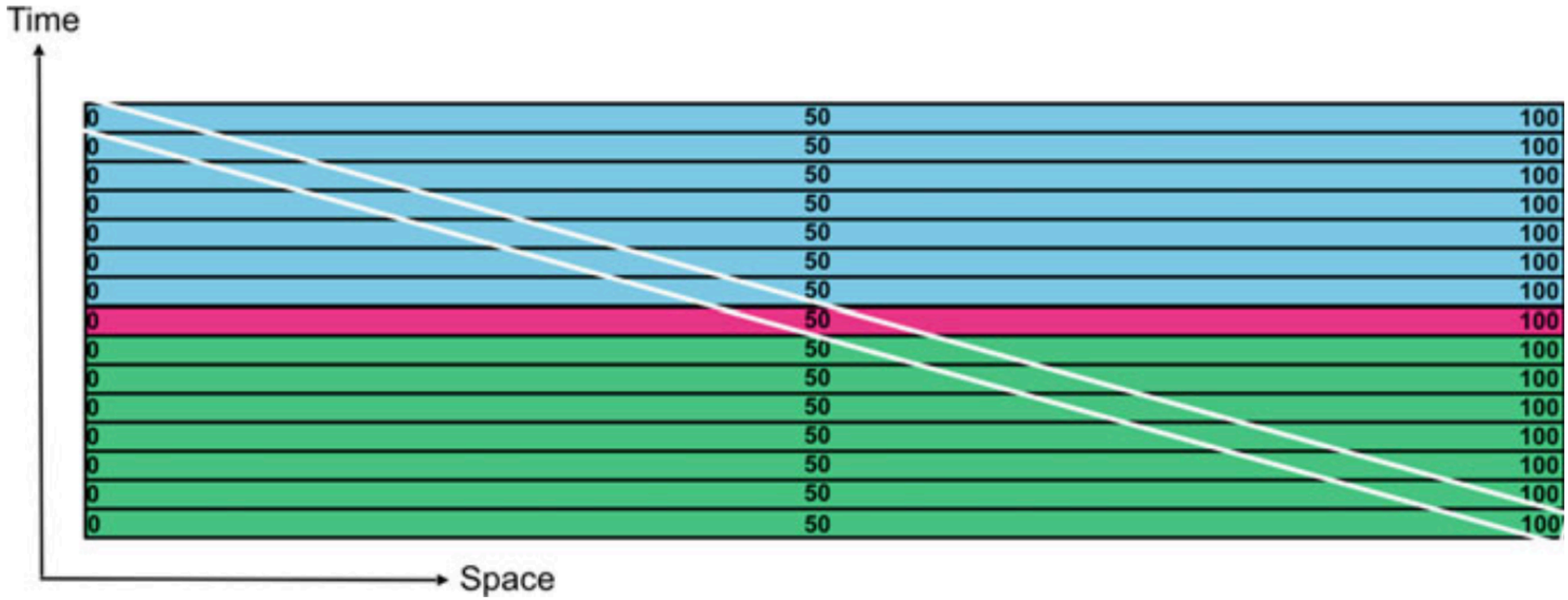
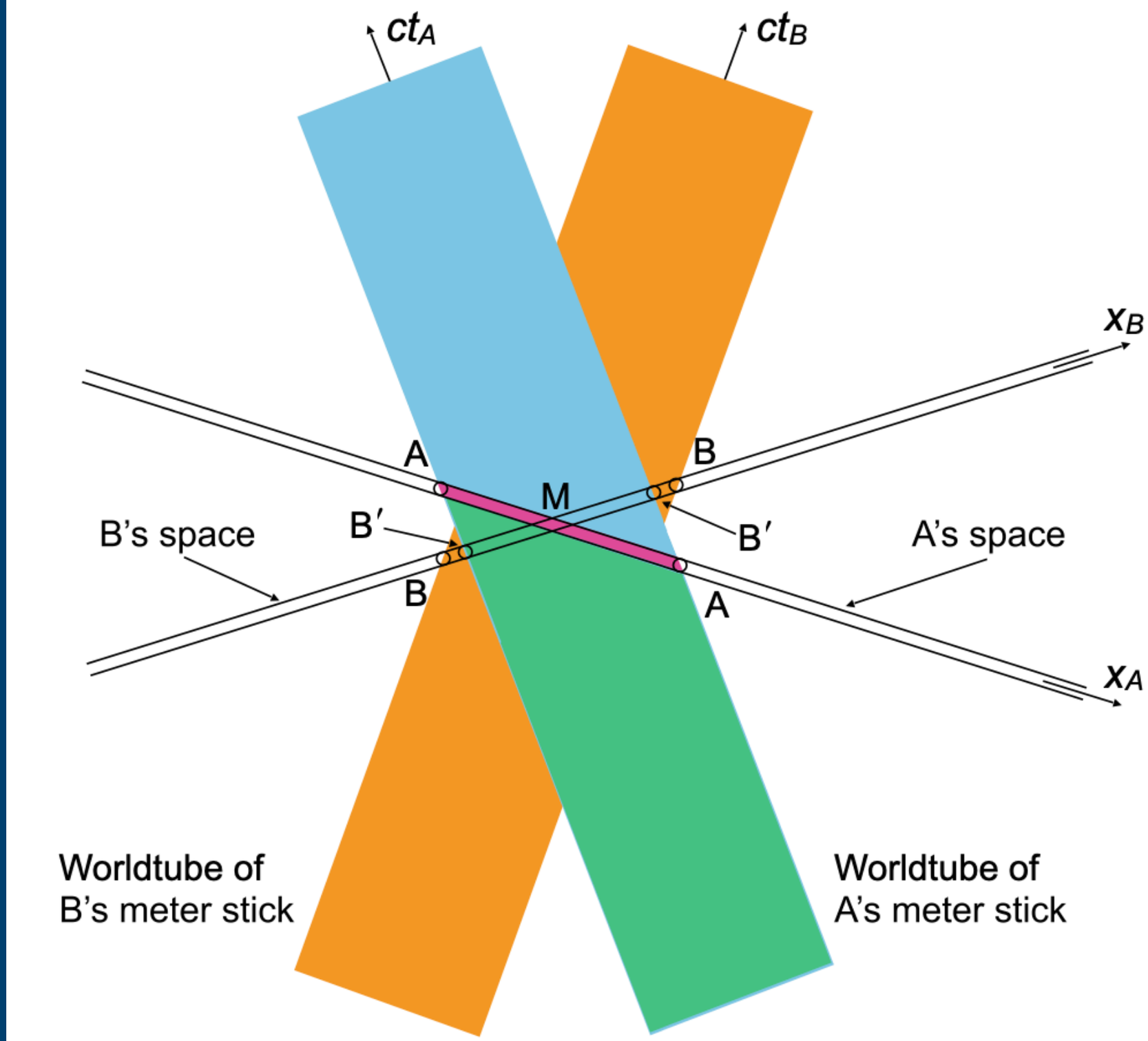


Fig. 1.8 The worldtube of *A*'s meter stick with different colors must be a *real* four-dimensional object in order that *B*'s three-dimensional space intersects it at a different angle—in the three-color cross section outlined with the white line. At event *M*, when the middle points (the mark 50 cm) of *A*'s and *B*'s meter sticks instantaneously coincide, *A*'s three-dimensional space intersects the worldtube of *A*'s meter stick in the red cross sections, whereas *B*'s three-dimensional space intersects it in the three-color cross section

MINKOWSKI INSTITUTE



MINKOWSKI INSTITUTE

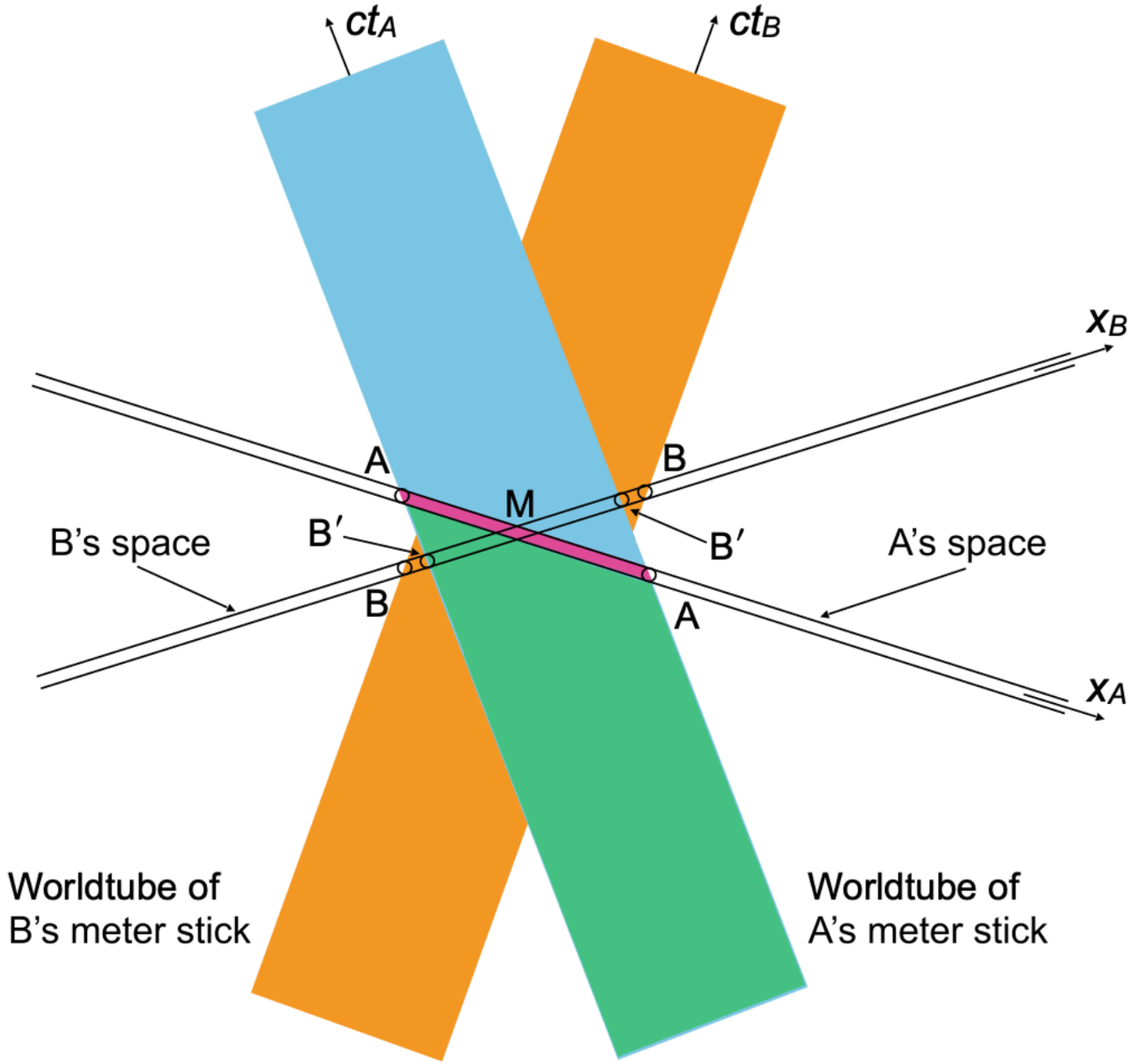


Fig. 1.9 The thought experiment schematically given in Fig. 1.8 is properly represented here in terms of the worldtubes of the A's and B's meter sticks. Observer A's instantaneous proper space at event M intersects the worldtube of A's meter stick and the resulting three-dimensional cross-section AA represents the proper length of A's meter stick (measured by A), whose color is red at event M. Observer B's instantaneous proper space at event M intersects both the worldtube of A's meter stick in the three-dimensional (three-color) cross-section $B'B'$, which is relativistically contracted (as measured by B at event M), and the worldtube of B's meter stick in the three-dimensional cross-section BB, which is the proper length of B's meter stick (measured by B at event M)

V. Petkov, *Seven Fundamental Concepts in Spacetime Physics*, SpringerBriefs in Physics, 2nd ed. (Springer, Heidelberg 2024), Ch. 1

Мисля, че отговорът на въпроса в заглавието вече е ясен:

Както физиката (чрез ***експериментите***, които *непрекъснато*, напр. чрез GPS, потвърждават кинематичните релативистични ефекти) така и философията (чрез безкомпромисно строг концептуален анализ на революционното откритие на Минковски, че ***експерименталната*** невъзможност да се открие абсолютното движение еднозначно показва, че светът е четиримерен) ни казват едно и също нещо за физическата реалност:

Това, което съществува е завинаги даден четиримерен свят с времето като четвърто измерение.

Колкото и противо-интуитивен да е този възглед, той е, *de facto*, експериментален факт, защото ***експериментите***, които *непрекъснато* потвърждават кинематичните релативистични ефекти, биха били ***невъзможни***, ако светът ***не*** беше четиримерен; тези експерименти са невъзможни в тримерен свят.

MINKOWSKI INSTITUTE

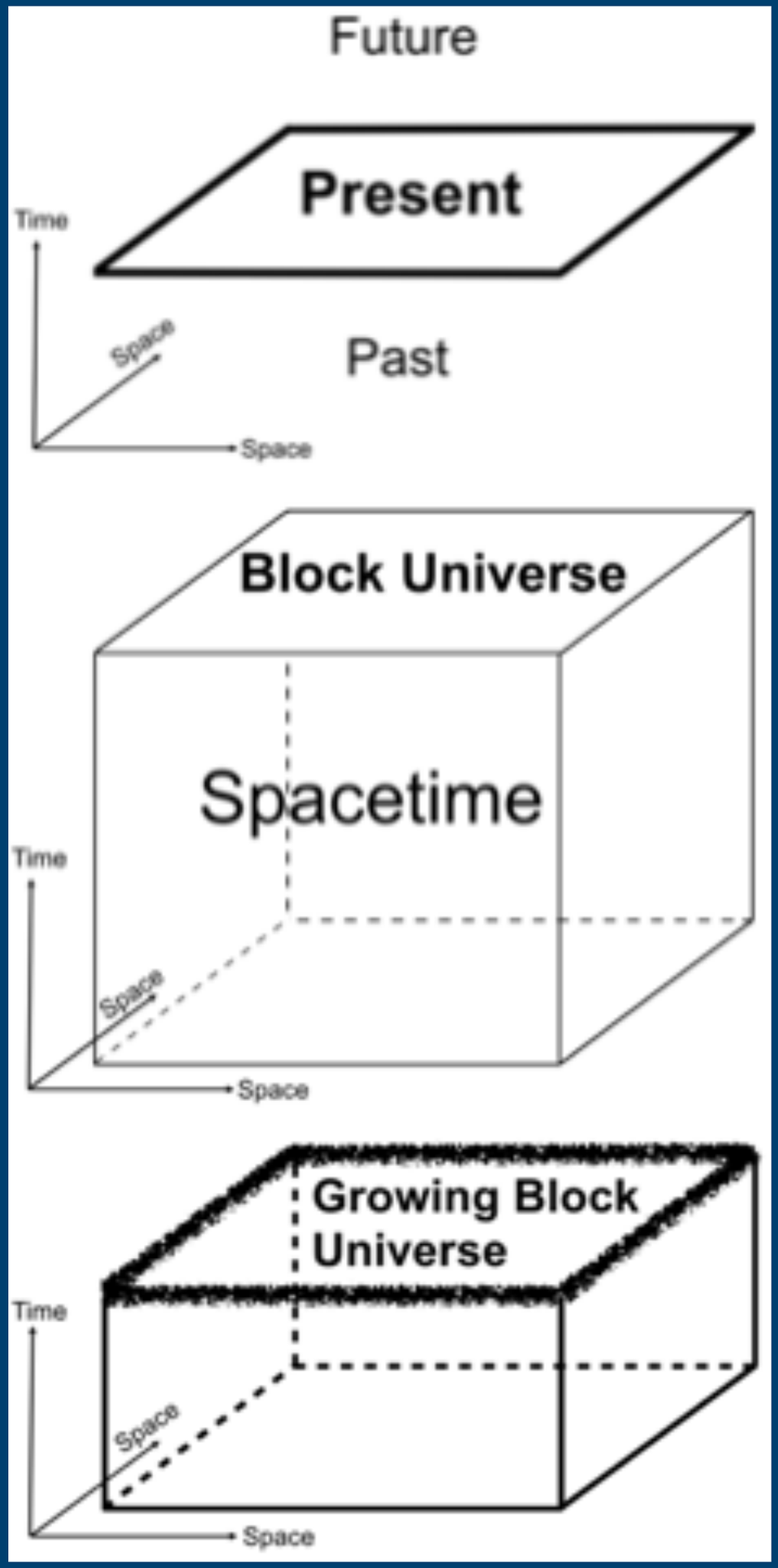
Едно от възраженията на твърдението, че четиримерността на света е експериментален факт, е, че експериментите, на които това твърдение е базирано, могат да имат други обяснения. Ние вече обсъдихме единственото предложено алтернативно обяснение на релативистичното скъсяване на дължината и видяхме, че то противоречи на теорията на относителността (ние споменахме само едно от противоречията).

Трябва ясно да се разбере, че дори и да има милиони алтернативни обяснения или милиони теории със същото предсказание (напр., скъсяване на дължината), това изобщо не засяга експерименталния факт, че светът е четиримерен, ако обсъденият експериментален резултат е:



А този експериментален резултат винаги ще е такъв, защото показва основното предсказание на теорията на относителността — относителността на едновременността; скъсяването на дължината е конкретна проява на относителността на едновременността. Всеки физик ще потвърди това. Както беше обяснено по време на лекцията и както се вижда от горната фигура, експериментът показва, че настоящето на наблюдател B съдържа ***едновременно*** части от миналото, настоящето и бъдещето на наблюдател A. Също беше обяснено, че този експеримент не е провеждан, но time dilation (което е другата проява на относителността на едновременността) непрекъснато се потвърждава експериментално (напр. в GPS).

MINKOWSKI INSTITUTE



След публикуването на Айнщайновата специална теория на относителността (1905) и особено след лекцията на Минковски (1908) “Space and Time,” някои философи, а напоследък и някои физици, започнаха да защитават един от трите възгледа за света, схематично изобразени вляво.

Философите (както винаги) си измислиха собствена терминология - нарекоха пространство-времето блок вселена (block universe), а първите два възгледа презентизъм и етернализъм.

Първият възглед противоречи на теорията на относителността, защото предполага абсолютна едновременност. Третият възглед, който няма абсолютно никакво експериментално оправдание, се оказва и противоречие в термини.

MINKOWSKI INSTITUTE

Asher Yahalom (ed.)



Hermann Minkowski and the Reality of Spacetime

MINKOWSKI
Institute Press

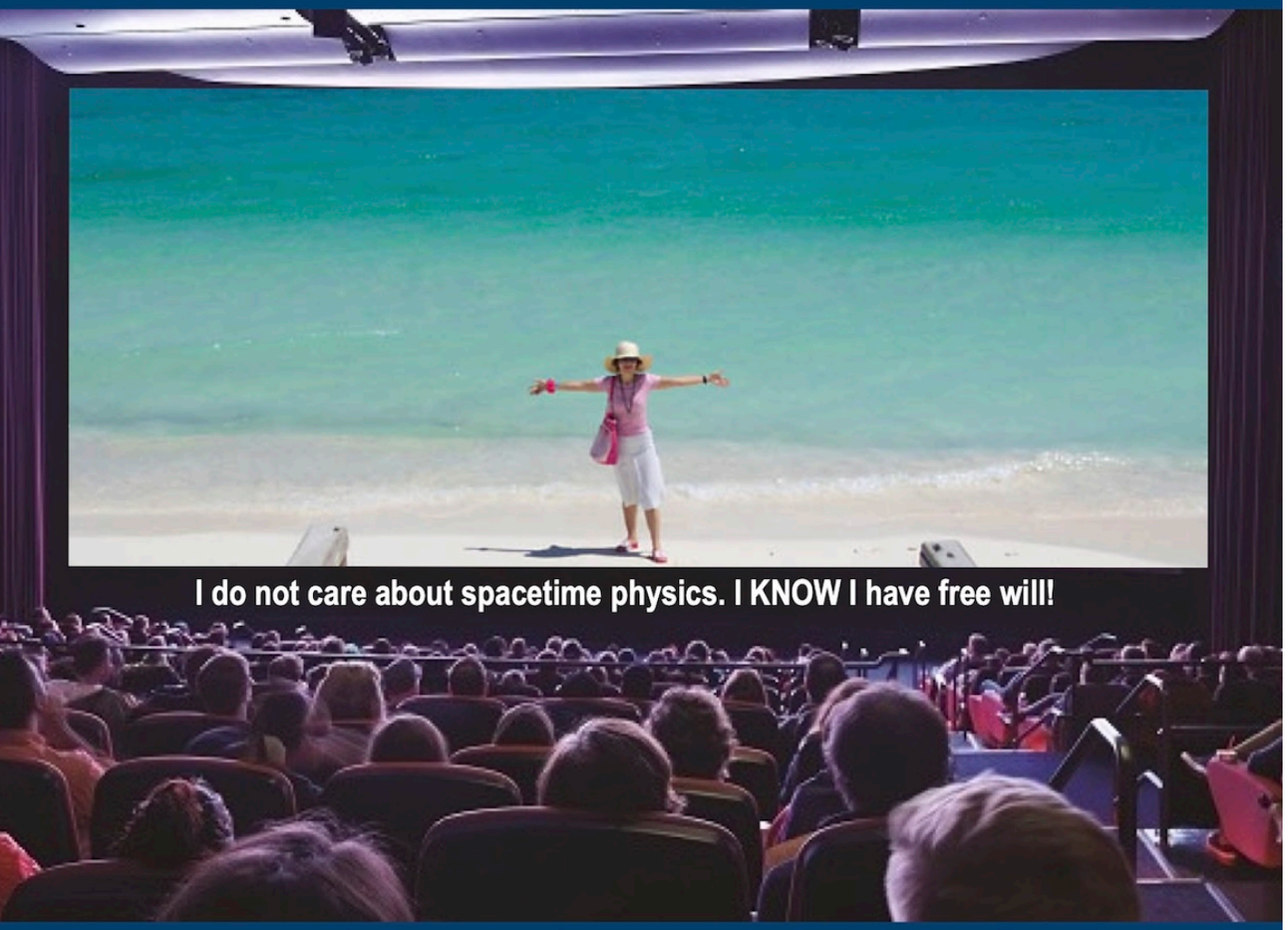
Колегите, които биха пожелали да се включат в тази дискусия, засягаща всички нас, могат да напишат статия за сборник, който ще се публикува към края на годината:

Asher Yahalom (ed.), *Hermann Minkowski and the Reality of Spacetime* (Minkowski Institute Press, Montreal).

https://www.minkowskiinstitute.com/mip/books/minkowski3.html

MINKOWSKI INSTITUTE

Fernando di Mieri (ed.)



SPACETIME PHYSICS AND FREE WILL

MINKOWSKI Institute Press

Също така, колегите, които биха пожелали да се включат в дискусията за свободата на волята, още повече засягаща всички нас, могат да напишат статия за сборник, който ще се публикува към края на годината:

Fernando di Mieri (ed.), *Spacetime Physics and Free Will* (Minkowski Institute Press, Montreal).

https://www.minkowskiinstitute.com/mip/books/FreeWill.html

MINKOWSKI INSTITUTE



Херман Минковски е роден на 22 юни 1864 г. и напусна този странен свят (както Айнщайн го нарече) на 12 януари 1909 г., едва на 44 години.

Минковски е професорът по математика на Албърт Айнщайн и близък приятел на Давид Хилберт.

Статиите на Минковски са публикувани в сборника:

H. Minkowski, *Spacetime: Minkowski's Papers on Spacetime Physics*, edited by V. Petkov (Minkowski Institute Press, Montreal 2020)

MINKOWSKI INSTITUTE