

Przedmowa

Szczególne teoria względności jest tradycyjnie wykładana w zwięzłej formie w ramach kursów mechaniki i elektrodynamiki jako bazowa teoria dla całej fizyki poza grawitacją. Traktowana jest czysto utylitarnie jako fundament gmachu fizyki i nauczana tylko w takim zakresie, by spełniała funkcję nośnika tej potężnie rozrośniętej budowli. Teoria względności zasługuje jednak na więcej uwagi, bowiem jest czymś więcej niż pojemnikiem na wiedzę o konkretnych zjawiskach fizycznych. Nakłada ona silne ograniczenia na nasz opis procesów fizycznych, co widać szczególnie w jaskrawej różnicy pomiędzy mechaniką klasyczną i relatywistyczną. Kładzie nacisk na precyzyjne definiowanie fundamentalnych pojęć, które w fizyce nierelatywistycznej traktowane są swobodnie jako intuicyjnie oczywiste. Sztandarowym przykładem jest układ inercjalny, stanowiący niezbędną bazę do sformułowania niemal całej fizyki; dopiero w ogólnej teorii względności zostanie on zdetronizowany, za co nasz opis świata zapłaci wysoką cenę. Czasoprzestrzeń Minkowskiego ma bogatą strukturę dającą nieoczekiwane efekty dla rozmaitych zjawisk, mimo że z punktu widzenia teorii grawitacji jest ona „tylko płaska” i niedynamiczna.

Książka ta jest zaawansowanym wykładem głównego korpusu szczególnej teorii względności, obejmującym szereg zagadnień przedstawianych zwykle skrótowo i pobieżnie jako rzekomo nieistotne. Pierwszy rozdział, najdłuższy, ma strukturę trochę hybrydową: formalnie jest elementarnym wprowadzeniem do teorii względności, pozornie niewymagającym od czytelnika uprzedniej wiedzy na jej temat, a zarazem zawiera szczegółową dyskusję podstawowych jej pojęć, znacznie wykraczającą poza standardową prezentację wprowadzenia do tej teorii. Celem tych rozważań jest możliwie ściśle uzasadnienie fundamentalnej tezy, iż czasoprzestrzeń Minkowskiego jest pojemnikiem fizycznego świata. Sens dużej części tej dyskusji będzie jasny dla czytelnika, który z teorią względności już się zetknął. Tym, co jest trudne w rozdziale pierwszym i całej książce, jest sformułowanie pojęć adekwatnych do rzeczywistego świata, natomiast aparat matematyczny nie jest zaawansowany. Dalsze rozdziały są bardziej zaawansowane matematycznie i razem tworzą monografię napisaną maksymalnie przystępnym stylem. Obszerny rozdział szósty przedstawia specyficzne własno-

ści grupy Lorentza jako grupy macierzowych przekształceń czasoprzestrzeni bez użycia teorii reprezentacji. Najbardziej specjalistyczne kwestie zostały umieszczone w dziesięciu uzupełnieniach.

Tytuł książki wskazuje, iż nie jest to kompletny wykład tej teorii, że wiele ściśle powiązanych z nią tematów zostało pominiętych. Przede wszystkim nie ma tu elektrodynamiki ani klasycznej teorii pola, a tym bardziej bujnie rozwijającej się obecnie hydrodynamiki relatywistycznej; właściwie z fizyki pozostała tylko mechanika cząstek punktowych. Nie zmieściła się również teoria czasoprzestrzeni Galileusza. Jest ona przedstawiona w miarodajnym i niestety bardzo zwięzłym wykładzie teorii względności Wojciecha Kopczyńskiego i Andrzeja Trautmana *Czasoprzestrzeń i grawitacja*. Poza problemem objętości książki zawężenie to wynika ze specyfiki szczególnej teorii względności. Wiele zagadnień można sformułować i wiele problemów można rozwiązać na kilka sposobów i znajomość ich wszystkich jest miarą umiejętności operowania tą teorią. Przy najmniej częściowo adekwatny do tego jest styl tej monografii: zawiera ona liczne powtórzenia. Są one świadome i celowe; w tekstach matematycznych uważa się je za mało eleganckie, lecz tu są dla czytelnika pożyteczne.

Szczególna teoria względności jest już poznawczo zamknięta i nie należy spodziewać się istotnych odkryć w tej dziedzinie. Tym niemniej nie wszystkie zagadnienia z jej obszaru uzyskały w pełni zadowalające i jasne przedstawienie. Dotyczy to zwłaszcza opisu zjawisk w obracających się układach odniesienia i w konsekwencji najtrudniejszego z paradoksów relatywistycznych, paradoksu Ehrenfesta wirującego dysku. Z tego powodu zagadnienia te nie zostały tu omówione. Stowarzyszony z nimi jest nierozwiązany problem obrotowego ruchu sztywnego. W trakcie prac redakcyjnych okazało się, że kontrowersje dotyczące eksperymentalnej weryfikacji podstawowych założeń tej teorii są silniejsze niż wcześniej przypuszczałem. W tej książce przedstawiam i uzasadniam określony pogląd na te kwestie, zaznaczając w szeregu miejsc istnienie poglądów odmiennych.

Komentarz osobisty. Teorii względności uczyłem się z wykładów i wypowiedzi Andrzeja Staruszkiewicza oraz z artykułów i książek Andrzeja Trautmana. To, co w tej książce jest najlepsze, od nich pochodzi. Za wszystkie błędy i słabości sam już jestem odpowiedzialny.

Pragnę podziękować Władysławowi Adamowi Majewskiemu z Uniwersytetu Gdańskiego za informacje o aksjomatyce kwantowej fizyki statystycznej, Barbarze Opozdzie z Instytutu Matematyki UJ za informacje o dyfeomorfizmach różniczkowych bez metryki i z metryką, Lorenzowi Fatibene z Dipartimento di Matematica, Università di Torino, z którym spierałem się o tożsamość punktów na różniczkowej i w czasoprzestrzeni oraz dyskutowałem o sensie fizycznym dyfeomorfizmów czasoprzestrzeni, Andrzejowi Warczakowi z Instytutu Fizyki UJ za informacje o emisji dwufotonowej z jąder atomowych oraz Henrykowi Arodziowi z Instytutu Fizyki Teoretycznej UJ, który objaśnił mi osobliwości oddziaływań słabych. Na wdzięczność za cenne

komentarze dotyczące eksperymentalnych podstaw teorii względności zasługują Henryk Arodź i Andrzej Herdegen z UJ oraz Michał Zawada z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika i w równym stopniu Thibault Damour, Domenico Giulini, Claus Lämmerzahl, Stefano Liberati, Malcolm MacCallum i Clifford Will. Na koniec pragnę docenić starania żony, która skrupulatnie i cierpliwie poprawiała styl i jasność tekstu.

Leszek M. Sokółowski

Uniwersytet Jagielloński i Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych,
Kraków, wrzesień 2022 r.