



## Czy mechanika jest geometrią czasoprzestrzeni?

*Jan Czerniawski*

*Instytut Filozofii UJ*

Mogę tylko przyklasnąć przesłaniu listu do Redakcji [1] kol. Danuty Czyżewskiej, z którą miałem kiedyś przyjemność wspólnie studiować fizykę, że w nauczaniu tego pięknego przedmiotu przydałoby się więcej historii. Z dydaktycznego punktu widzenia nie jest jednak obojętne, jaka to będzie historia. Aby najlepiej wyrazić intencję tego zastrzeżenia, posłużę się cytatem:

„Od dawna myślę, że gdybym miał okazję nauczać w tym zakresie, podkreślałbym ciągłość z wcześniejszymi ideami. Tym, na co zwykle kładzie się nacisk, jest radykalne zerwanie z bardziej pierwotnymi wyobrażeniami czasu i przestrzeni. Rezultatem jest często kompletne zniszczenie zaufania ucznia do całkowicie rozsądnych i użytecznych pojęć, których już nabył” [2].

Powyższe słowa John S. Bell, ten od nierówności, wypowiedział w związku z nauczaniem szczególnej teorii względności, ale mają one walor ogólny. Niepowetowane szkody w dydaktyce fizyki wyrządziła „rewolucjonistyczna” historiografia. W rezultacie wśród względnie dobrze poinformowanych laików panuje obecnie opinia, że wyobrażenia starej, XIX-wiecznej fizyki całkowicie się zdezaktualizowały, natomiast tzw. fizyka współczesna jest niezrozumiała, tj. sprzeczna z najbardziej podstawowymi i trudnymi do wykorzenienia intuicjami. Nic dziwnego, że do nauki fizyki braknie często motywacji, a pogłębionej wiedzy o przyrodzie szuka się u różnych szarlatanów, niejednokrotnie zresztą żerujących na strzępach wypowiedzi autorytetów z dziedziny fizyki.

W jaki sposób jednak przywrócić ową ciągłość? Można to zrobić na dwa sposoby: albo spróbować ją znaleźć w historii nauki, wprowadzając nowe wyobrażenia stopniowo i unikając akcentowania rzekomych „rewolucyjnych” przełomów; albo wykład „starej” fizyki ahistorycznie spreparować pod kątem przygotowania ucznia do przyswojenia sobie współczesnego punktu widzenia. Prof. Andrzej Staruszkiewicz [3] w nauczaniu mechaniki niutonowskiej zaleca to drugie podejście. Aby przygotować uczniów do opanowania w przyszłości szczególnej teorii względności, proponuje od początku przyzwyczajając ich do poglądu, że mechanika w swojej istocie jest geometrią czasoprzestrzeni.

Czy jednak pogląd ten jest uzasadniony? Z całą pewnością nie jest on sam w sobie oczywisty. Co więcej, na pierwszy rzut oka wydaje się on w oczywisty sposób fałszywy. Wprawdzie z treści mechaniki wypreparować można hipotezę o geometrii czasoprzestrzeni, lecz jako taka nie jest ona teorią geometryczną i w pierwszym

rzędzie dotyczy ruchów ciał i pól fizycznych. Może jednak, jak twierdzi prof. Staruszkiewicz, w jakiś sposób wynika on z refleksji nad szczególną teorią względności, która według niego ma być właśnie hipotezą tego rodzaju.

Zastanówmy się wobec tego, czy szczególna teoria względności jest hipotezą o geometrii czasoprzestrzeni? Jeśli nawet zgodzić się, że jej istota sprowadza się do kinematyki relatywistycznej, to i tak jako taka nie dotyczy ona wprost geometrii czasoprzestrzeni, lecz związków między opisami przebiegu zjawisk fizycznych w różnych inercjalnych układach odniesienia. Geometria czasoprzestrzeni jest wprawdzie użytecznym, ale jednak tylko matematycznym narzędziem do opisu tych związków i jakkolwiek sens fizyczny ma wyłącznie dzięki nim.

Geometryczne sformułowanie szczególnej teorii względności odegrało określoną rolę w odkryciu ogólnej teorii względności. Teorii tej rzeczywiście nie sposób uprawiać inaczej niż za pomocą środków geometrii czasoprzestrzeni. Również ona jednak nie jest teorią geometryczną, lecz opisuje wpływ pola grawitacyjnego na przebieg zjawisk fizycznych. Niech mi wolno będzie znów posłużyć się cytatem:

„Dopóki można było mieć nadzieję, jak Einstein, że materię można będzie ostatecznie zrozumieć w terminach geometrii, miało sens przypisywanie geometrii riemannowskiej podstawowej roli w opisie teorii grawitacji. Obecnie jednak czas nauczył nas nie spodziewać się, że oddziaływania silne, słabe i elektromagnetyczne można zrozumieć w terminach geometrii i nadmierny nacisk na geometrię może tylko zaciemniać głębokie związki między grawitacją a resztą fizyki” [4].

Powiem więcej: nadmierny nacisk na geometrię zaciemnia również fizyczny sens samej ogólnej teorii względności, nie mówiąc już o teorii szczególnej. Nic dziwnego, że ludzie wyedukowani w geometrycznym paradygmacie, nawet wybitni specjaliści, popełniają czasem szkolne błędy w rodzaju tego, o którym pisze J. Bell [2]. Zadał on kiedyś bardzo kompetentnemu gronu pytanie o wynik następującego eksperymentu pomyślanego: Niech dwie identyczne rakiety, ustawione jedna za drugą i połączone nierozciągliwym sznurkiem, wystartują równocześnie i zostaną na podstawie identycznego programu przyspieszania rozpędzone do prędkości bliskiej prędkości światła. Czy sznurek ulegnie zerwaniu? Ku swojemu zaskoczeniu uzyskał jednomyślną odpowiedź... negatywną! Nic dziwnego, że przygoda ta skłoniła go do refleksji kończącej przytoczony wyżej cytat.

Zamiast podsumowania posłużę się jeszcze jednym cytatem:

„Nie ma tu intencji czynienia jakichkolwiek zastrzeżeń co do siły i precyzji podejścia Einsteina. Jednakże moim zdaniem można też coś powiedzieć na rzecz poprowadzenia uczniów drogą przebytą przez Fitzgeralda, Larmora, Lorentza i Poincarégo. Dłuższa droga pozwala czasem lepiej zapoznać się z krajobrazem” [2].

## Literatura:

- [1] D. Czyżewska, *Więcej historii fizyki w nauczaniu*, Foton 72
- [2] J. S. Bell, *How to teach special relativity*, w: *Speakable and Unspeakable in Special Relativity*, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1987
- [3] A. Staruszkiewicz, *Mechanika podstawą elementarnej fizyki*, Foton 67
- [4] S. Weinberg, *Gravitation and Cosmology*, Wiley, New York 1972, s. vii

## Odpowiedź Panu Czerniawskiemu

*Andrzej Staruszkiewicz*

Pan Czerniawski broni przede mną historii fizyki, nie chcąc jednocześnie dostrzec, że ja zaczynam swój artykuł właśnie od historii fizyki, a mianowicie od przypomnienia fatalnych nieporozumień na temat podstaw mechaniki, związanych z nazwiskami Kanta, Macha i Poincarégo. Jestem za podkreśleniem ciągłości rozwoju naukowego, ale nie tam, gdzie rozwój ten doprowadził do istotnego, a nawet definitywnego postępu. Nie można uczyć analizy matematycznej bez pojęcia granicy, które wprowadził Cauchy, lub teorii funkcji analitycznych bez pojęcia przedłużenia analitycznego, które wprowadził Weierstrass. **Zupełnie tak samo nie można uczyć mechaniki bez tego całościowego oglądu problematyki, który wprowadziła szczególna teoria względności.**

Pan Czerniawski wspomina (za J. S. Bellem) nieszczęsnych profesorów CERN-u, nie potrafiących rozwiązać pozornie prostego problemu z zakresu szczególnej teorii względności. Ludzie ci byli zapewne uczeni tej teorii metodą preferowaną przez Pana Czerniawskiego. Ja sam polecam Panu Czerniawskiemu pod rozważę znacznie poważniejszy przypadek Henryka Poincarégo, który, mając w rękach całą szczególną teorię względności, nie zauważył tego, właśnie z powodu wyznawanej przez siebie FAŁSZYWEJ filozofii czasu i przestrzeni. Brak jasności w ważnych sprawach nie jest bezkarny!