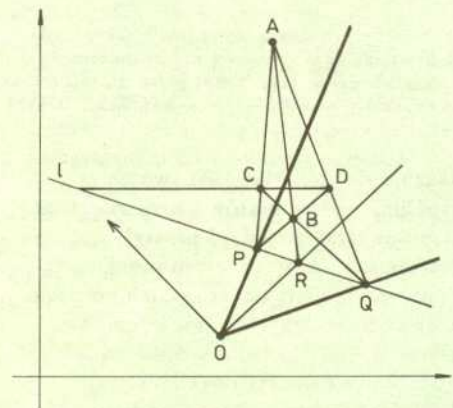
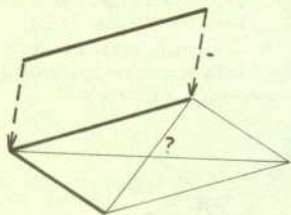


Teraz możemy bez trudu podanymi wyżej środkami rozpoznawać na czasoprzestrzeni jej kąty proste.



Przecinamy oba ramiona weryfikowanego kąta i jedną z prostych izotropowych wychodzących z jego wierzchołka O prostą l otrzymując punkty P, Q i R . Następnie wybieramy poza prostą l dowolny punkt A i łączymy go z P, Q i R . Na odcinku AR wybieramy punkt B i łączymy go prostymi z Q i P . Oznaczmy przecięcie BQ z AP przez C i BP z AQ przez D . Czytelnik bez trudu z podanych wyżej twierdzeń wyprowadzi fakt, że badany kąt jest prosty wtedy i tylko wtedy, gdy prosta CD i drugie ramię kąta przetną się na prostej l . Powinien tylko pamiętać, że dwusieczne kąta wewnętrznego i zewnętrznego są prostopadłe, a proste izotropowe w naszym modelu również są prostopadłe.

A oto ciąg dalszy. Ponieważ struktura liniowa czasoprzestrzeni jest taka sama jak płaszczyzny euklidesowej, więc pojęcia równoległobok, przesunięcie czy środek odcinka są na nich jednakowe. Aby sprawdzić, czy dane odcinki są w sensie czasoprzestrzeni tej samej długości, wystarczy przesunąć jeden z nich tak, by miały wspólny koniec, uzupełnić je do równoległoboku i przekonać się, czy jest rombem, czyli czy ma prostopadłe (w sensie czasoprzestrzeni) przekątne – a to już umiemy.



Podany dowód przenosi się praktycznie bez zmian na czasoprzestrzeń dowolnego wymiaru. Ale jaki jest z niego pożytek?

Zwróćmy uwagę, że oba pojęcia wystarczające do opisu czasoprzestrzeni mają sens fizyczny. Punkty współliniowe to punkty należące do historii jednego układu inercyjnego. Punkty należące do prostej izotropowej to punkty z historii jednego promienia światła.

przyczynowego, ilustrowanego rysunkami 3 i 4, prowadzi do sytuacji, w której wysłanie antytachionów przez obu obserwatorów staje się aktem niezależnym od ich woli. Pozostaje kwestią indywidualnego poczucia zdrowego rozsądku, czy taka sytuacja jest do zaakceptowania, czy nie.

Postulat reinterpretacji przywrócił zainteresowanie tachionami. Wykonano nawet kilka eksperymentów, w których próbowano je zarejestrować. Niestety, bez skutku. Nie udało się również skonstruować chociażby modelu poprawnego formalnie, który opisywałby oddziaływanie tachionów z bradionami, a więc z materią nas otaczającą. A może tachiony z taką materią po prostu nie oddziałują. Wówczas i paradoks przyczynowy nie zachodzi, tachiony zaś są absolutnie niewykrywalne, choć można by myśleć, że istnieje jakiś tachionowy wszechświat. Jeśli jednak coś jest absolutnie niewykrywalne, przestaje być obiektem zainteresowania fizyki, która swe teorie konfrontuje z obserwacjami. Tak czy inaczej, zajmowanie się tachionami nie jest pozbawione sensu, gdyż rozwija wyobraźnię, tak potrzebną przy studiowaniu teorii względności.



Zadania

Redaguje Jarosław KULPA

F 312. W szklanej płytce poruszającej się z relatywistyczną prędkością v biegnie światło z prędkością u zgodnie z kierunkiem ruchu płytki. Oblicz współczynnik załamania płytki.

Rozwiązanie na str. 12

F 313. Z rakiety zbliżającej się do planety wysłano czerwony sygnał o długości fali $\lambda_0=760$ nm. Zarejestrowany w rakiecie odbity sygnał miał długość fali $\lambda_1=380$ nm (fiolet). Oblicz prędkość rakiety względem planety.

Rozwiązanie na str. 12

F 314. Oblicz, o jaką wielokrotność k masy Ziemi zmniejszyła się masa Słońca w trakcie jego istnienia, tj. przez czas około 6 mld lat. Załóż, że temperatura powierzchni Słońca równa $T \approx 6000$ K nie uległa zasadniczym zmianom. (Masa Ziemi jest równa $m=6 \cdot 10^{24}$ kg, a promień Słońca $R=6,95 \cdot 10^8$ m.)

Rozwiązanie na str. 12

F 315. Neutralna cząstka rozpada się na dwa kwanty γ biegnące pod kątem 120° względem siebie i mające jednakowe częstotliwości. Oblicz prędkość rozpadającej się cząstki.

Rozwiązanie na str. 13

F 316. Oblicz minimalną energię (zw. progową) fotonu, który może wywołać produkcję pary e^+e^- na spoczywającym elektronie.

Rozwiązanie na str. 13