

Paradoks Iwana

Świętujemy właśnie – i słusznie! – setną rocznicę sformułowania szczególnej teorii względności. Choć od dawna należy ona do klasyki, wciąż budzi nieporozumienia. Zbyt abstrakcyjna, zbyt odległa od codziennej rzeczywistości, nie zdażyła jeszcze zapuścić korzonków w naszych „newtonowskich” mózgach. Oto jeden z całkiem świeżych dowodów! W FIZYCE W SZKOLE, w numerze 2 z 1996 roku ukazał się dziwny artykuł Krzysztofa Iwana. Dziwny, bo jego autor bezceremonialnie stwierdził, że „**dylatację czasu powinniśmy uważać za fikcję**”. Rzecz jasna, w przedstawionym przez Autora rozumowaniu był błąd, i nie zaszkodzi go dziś właśnie wskazać palcem.

Krzysztof Iwan rozważał dwa układy odniesienia: K_1 (przyjmijmy, że to będzie rakietą) i K_0 (niech to będzie np. Ziemia). Jeśli układ K_1 porusza się względem układu K_0 z prędkością v , to „*pomiędzy czasem t' , jaki podaje zegar (..) obserwatora K_1 , a czasem t upływającym dla obserwatora w układzie K_0 (..) zachodzi związek*”

$$t = t' / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (1)$$

Jednak zegar to nie abstrakcja, lecz konkretne urządzenie zliczające pewne drgania. „*Na poprzeczny efekt Dopplera otrzymuje się wzór*

$$T = T' / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (2)$$

gdzie T' – okres wysyłania sygnału w K_1 (koniec cytatu) .

Teraz następuje rozumowanie, które przytoczę w całości.

W układzie odniesienia K_1 zegar wykonuje N' drgań w czasie T' N' , czyli $t' = T' N'$

W układzie odniesienia K_0 zegar wykonuje N drgań w czasie $T \cdot N$, a więc

$$t = T \cdot N \quad (*)$$

W oparciu o powyższe założenia możemy zapisać

$$f' = N'/t' \quad (3)$$

$$f = N/t$$

Podstawiając wyrażenia (3) do wzoru na T i uwzględniając związek $f=1/T$, po prostych przekształceniach otrzymujemy

$$N/t = N'/t.$$

Stąd mamy

$$N = N' \quad (4)$$

(..)Ale przecież „odstęp czasu pomiędzy zdarzeniami” mierzy się liczbą wahań zegara. A w tym wypadku $N=N'$ co oznacza, że ów „odstęp” w obu układach odniesienia jest taki sam. (..) Zatem różnica ($t-t'$) jest fikcyjna, pozorna. (..) Dlatego efekt spowolnienia czasu nie może być trwały, co jest sprzeczne z ustaleniami szczególnej teorii względności.

Uff, odsapnijmy nieco i spróbujmy znaleźć błąd, bo on, oczywiście, być musi! Jednak trzeba wyrażać się bardziej precyzyjnie niż Autor. W ogóle Krzysztof Iwan wyraża się niejasno. Jak możemy wyrażenie (3) wstawić do wzoru na T ? Jego końcowy wniosek (4) wynika bezpośrednio z równań (1), (2) i (*). Po co dalsze komplikacje z częstotliwościami?

Kluczowy dla powyższego rozumowania jest poprzeczny efekt Dopplera. Chodzi o to, że skutek dylatacji czasu okres fali odbieranej w układzie K_0 jest większy od okresu tej samej fali wysyłanej w układzie K_1 . Zatem we wzorze (2) T' oznacza okres drgań wahadła z układu rakiety (K_1) zmierzony w tym układzie, a T – okres **tego samego**

wahadła zmierzony w układzie Ziemi (K_0). Tymczasem Autor stwierdza, że we wzorze (*) **to samo T** oznacza już okres drgań wahadła z układu K_0 ! Ot, **szkolny** błąd! Zatem w istocie Krzysztof Iwan stwierdził, że jeśli wahadło w rakiecie wykonało N wahań (i np. zostało potem zatrzymane), to z Ziemi również zobaczymy N wahań! Jednak bynajmniej nie w tym samym czasie!

Rozważmy jeszcze **dwa** jednakowe wahadła, które obserwatorzy na Ziemi (układ K_0) i w rakiecie (układ K_1) jednocześnie „puszczają” i to akurat w momencie, gdy się mijają i równocześnie włączają stopery. Mamy trzy wydarzenia:

A – jednoczesne rozpoczęcie wahań w obu układach w tym samym miejscu

B – wahadło w rakiecie kończy N wahań

C – wahadło na Ziemi kończy N wahań

Rzecz jasna czas między A i B zarejestrowany w rakiecie jest równy czasowi między A i C zarejestrowanemu na Ziemi, bo prawa fizyki są takie same w obu układach.

Czyli [tradycyjnie z primem oznaczmy czas w rakiecie]

$$t'_{AB} = t_{AC}$$

Natomiast zdarzenie B zostanie zarejestrowane na Ziemi w innym czasie t_{AB} .

I najważniejsze:

$$t_{AB} \neq t_{AC}$$

a konkretnie

$$t_{AB} > t_{AC}$$

Zgodnie ze wzorem na dylatację czasu (1).

Jak się zdaje, Krzysztof Iwan nie zauważył różnicy między t_{AB} a t_{AC} !

Absolutnie nie jest prawdą, że **jednocześnie** oba wahadła wykonały N drgań.

Ale to nie wszystkie – niestety – zarzuty, jakie można postawić cytowanemu artykułowi! Otóż Autor prezentuje dziwną, by nie powiedzieć, skompromitowaną filozofię. „Zazwyczaj bez zastanowienia się przyjmujemy wiadomość o odkryciach naukowych”. Według Autora to źle. Bo powinniśmy inaczej. „Przeobraźmy się teraz w filozofa tzw. zaczniemy się domagać, aby poddać problem dylatacji krytycznemu badaniu, żeby sprawdzić, czy poglądy i przekonania związane z dylatacją czasu są oparte na wystarczających dowodach i czy człowiek rozsądny ma powody, by przy nich obstawać.” Oj, to bardzo nieładnie pachnie! Czy Autor postuluje, żeby każdy obdarzony zdrowym rozsądkiem fryzjer, kominiarz i sklepowy samodzielnie rozstrzygał o tym czy ma „obstawać” przy istnieniu czarnych dziur lub nadprzewodników wysokotemperaturowych? Niestety, a może raczej na szczęście, zdrowy rozsądek już dawno nie stanowi kryterium prawdy w fizyce!

Jeszcze dziwniejsze od samego tekstu jest to, jakim cudem on się ukazał w tak poważnym czasopiśmie! A muszę dodać, że wstrząśnięty jego treścią natychmiast wysłałem krótkie sprostowanie zarówno do FIZYKI W SZKOLE jak i do FOTONU. Nie tylko nie ukazały się, ale w ogóle obie redakcje mi nie odpowiedziały! Dopiero **półtora roku później** w numerze 4 FIZYKI W SZKOLE z 1998 roku Tadeusz Pniewski w dużym artykule sprostował błędne rozumowanie Iwana. Może zgodnie z powszechną w kraju tendencją należy powołać specjalną komisję śledczą? A może wystarczy po prostu wyciągnąć wnioski?

I jeszcze jedno. Może lepiej nie „przeobrażajmy się w filozofa”? Po lekturze tego tekstu lepiej widać, ile racji miał Feynman przedstawiając relację między filozofią i fizyką w następujący sposób: fizyka to samochód, a filozofia to przywiązane do niego puste puszkę - samochód jedzie naprzód, a puszkę wloką się z tyłu robiąc dużo hałasu.

Ludwik Lehman