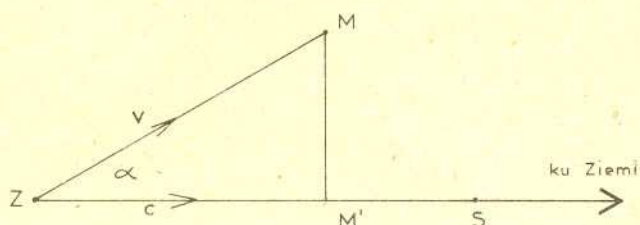


## Prędkości ponadświetlne

Prędkości ponadświetlne są zakazane przez całą współczesną fizykę. Nie przeszkadza to jednak, że są obserwowane.

Wyobraźmy sobie mianowicie (rysunek), że ze źródła  $Z$  (np. z centrum kwazara) wystrzelony zostaje z dużą prędkością  $v$  obłok świecącej materii w kierunku tworzącym kąt  $\alpha$  z promieniem widzenia.

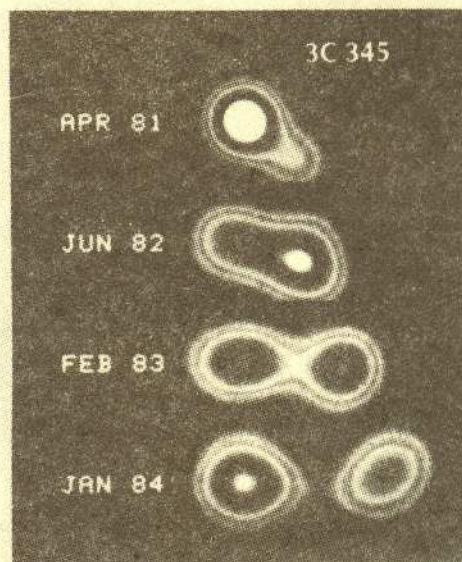


Sygnal świetlny albo radiowy, towarzyszący temu wystrzeleniu, porusza się ku Ziemi, oczywiście, z prędkością  $c = 300\,000$  km/s. Po czasie  $t$  czoło sygnału osiąga punkt  $S$ , obłok zaś punkt  $M$ . Teraz jakikolwiek sygnał wysłany z  $M$  ku Ziemi znajdzie się w tyle za pierwszym sygnałem o  $M'S$ , czyli będzie spóźniony o  $M'S/c$ . Obserwator na odległej Ziemi odniesie więc wrażenie, że obłok przebył drogę  $M'M$  w czasie  $M'S/c$ . Ta obserwowana prędkość obłoku wyniesie zatem

$$V = \frac{vt \sin \alpha}{(ct - vt \cos \alpha)/c} = c \frac{\sin \alpha}{\frac{c}{v} - \cos \alpha}$$

Łatwo zauważyć, że na wiele sposobów można tak dobrać  $\alpha$  i  $v$  (oczywiście  $v < c$ ), że ostatni ułamek będzie dowolnie większy od 1. Np. dla  $v = 0,9c$  i  $\alpha = 20^\circ$  dostajemy  $V = 2c$ . Widzimy więc, że – krótko mówiąc – prędkości ponadświetlne są zjawiskiem tylko pozornym. Całe szczęście! Mamy liczne dowody na to, że w kwazarach zachodzą niezwykle burzliwe procesy, w wyniku których wyrzucanie materii z prędkościami przyświatelnymi jest na porządku dziennym.

Niemniej jednak zaobserwowanie bezpośrednio tego zjawiska nie jest proste. Przemieszczanie się obłoków w kwazarach nawet z prędkościami „nadświetlnymi”, oglądane z bardzo daleka, zostanie zauważone dopiero po odpowiednio długim czasie albo trzeba dysponować techniką umożliwiającą uzyskanie obrazu kwazara z ogromną rozdzielczością. W praktyce idzie się na kompromis: maksymalną rozdzielczość zapewnia radioastronomia (wykorzystanie radiointerferometrów), by dostrzec zaś zmiany obrazu kwazara, trzeba i tak odczekać lata. Na zdjęciu mamy przykład takiego zjawiska.



Widzimy tu cztery obrazy radiowe kwazara 3C345 na fali 14 cm, pochodzące z kwietnia 1981, czerwca 1982, lutego 1983 i stycznia 1984. Obłok prawy oddalił się od lewego (centrum kwazara) w ciągu trzech lat o  $0,00086''$ , co w rzucie na sferę niebieską, przy znanej odległości kwazara od Ziemi, stanowi 23 lata świetlne! Wynik jest imponujący; szkoda, że nie da się stąd wyznaczyć osobno  $\alpha$  i osobno  $v$ .

*Małą Deltę przygotował Tomasz KWAST*