

## RUCH I CZAS

### Po Wielkim Wybuchu

Wyobraźmy sobie, że z osobliwości tej w początkowym stadium ewolucji wszechświata powstaje tylko jeden obiekt materialny z wysoko rozwiniętą na nim cywilizacją i zadajmy pytanie, czy zamieszkujący go osobnicy mogą śledzić jego zachowanie w otoczeniu (energii, przestrzeni)?

Odpowiedź musi jednoznacznie brzmieć nie, ponieważ nie mogą odnieść względem, czego badać zachowanie się zamieszkiwanego przez nich obiektu.

Niemożliwym a raczej pozbawionym sensu byłoby także twierdzić, że obiekt ich jest w ruchu, lub spoczywa.

Mogą jedynie badać zachowania i relacje zachodzące na samym obiekcie a także chronologicznie porządkować występujące na nim zdarzenia.

W tym celu wypracują wzorce pomiarowe między innymi długości i czasu.

Aby jednak prowadzone przez nich pomiary w różnych miejscach obiektu mogły być porównywalne wzorce te powinny być dodatkowo z sobą skoordynowane.

Oznacza to, że „wzorcowa” długość jednostkowa w dowolnym miejscu obiektu powinna być taka sama zaś „wzorcowe” zegary powinny być z sobą zsynchronizowane, czyli powinny nie tylko chodzić w tym samym rytmie, lecz także powinny w dowolnym miejscu w tej samej chwili wskazywać tą samą godzinę.

Budowa dowolnego zegara bazuje na powtarzalności określonego zjawiska fizycznego, jeśli warunki, w których zjawiska te zachodzą są takie same w różnych miejscach obiektu to i powtarzalność danego zjawiska będzie identyczna w każdym miejscu tego obiektu.

Do dalszych rozważań przyjmijmy, że sam obiekt jest jednorodny i symetryczny oraz znajduje się w jednorodnym otoczeniu wówczas, każdy zegar będzie pracował w identycznych warunkach.

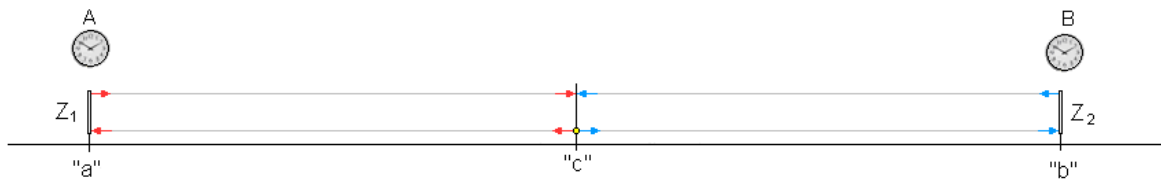
Powstaje tylko pytanie jak dokonać synchronizacji dwóch oddalonych od siebie na dużą odległość zegarów.

Otóż zadanie to nie jest aż tak trudne można wykonać go zapewne na wiele sposobów Rys. 1. Jedną z metod Rys. 1 a) może polegać na ustawieniu w punkcie „c”, który znajduje się dokładnie w połowie  $ac = bc$  odległości  $ab$  pomiędzy zegarami A i B źródła wysyłającego jednocześnie sygnał w kierunku obu zegarów. Gdy sygnały dotrą do zegarów odpowiednie czujniki bezzwłocznie uruchamiają zegary.

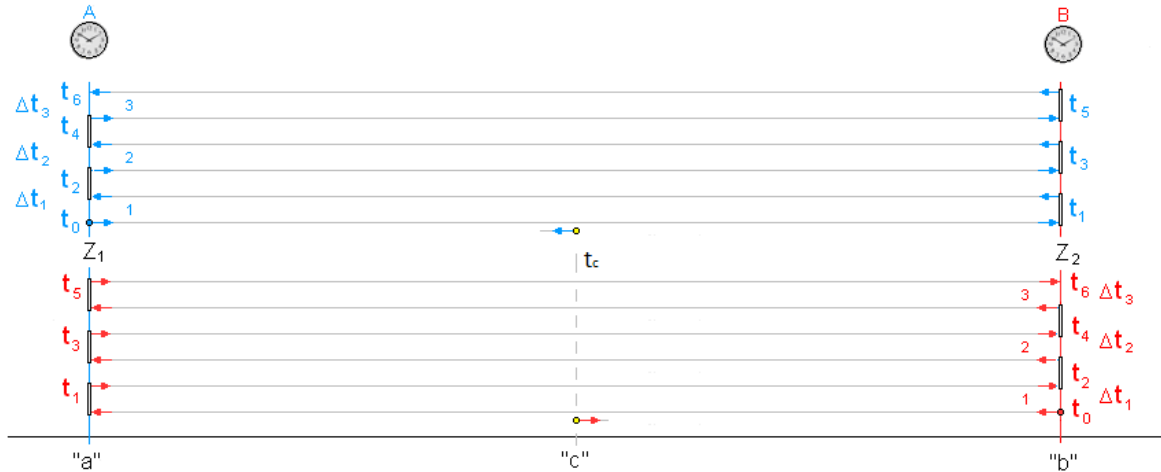
Można też sprawdzić czy synchronizacja przeprowadzona tą metodą przebiegła prawidłowo wystarczy tylko z miejsc, w których ustawione są zegary o umówionej godzinie wysłać sygnał w kierunku czujnika rejestrującego zlokalizowanego dokładnie tam gdzie źródło sygnału użyte do ich synchronizacji (może nim być uniwersalne urządzenie umożliwiające wysyłanie i odbiór sygnałów).

Jeśli sygnały z kierunku obu zegarów dotrą jednocześnie do czujnika rejestrującego otrzymają w ten sposób potwierdzenie, że zegary te są idealnie z sobą zsynchronizowane.

a) Synchronizacja zegarów z miejsca "c" zlokalizowanego w środku pomiędzy zegarami A i B



b) Synchronizacja zegarów z miejsc "a" i "b" zlokalizowanych przy zegarach



Rys. 1 Synchronizacja zegarów oddalonych od siebie na dużą odległość

Inną metodą Rys. 1 b) może być wysyłanie sygnałów pomiarowych – synchronizujących z miejsc „a” i „b” gdzie ustawione są zegary A i B oraz pomiar upływu czasu  $\Delta t$  pomiędzy chwilą  $t_0$ ,  $t_2$ ,  $t_4$  wysłania sygnału własnego, wysłanego z miejsca lokalizacji danego zegara i chwilą  $t_2$ ,  $t_4$ ,  $t_6$  jego powrotu po odbiciu od odpowiedniej przeszkody  $Z_2$  i  $Z_1$  (zwierciadła) ustawionej w miejscu zegara, z którym synchronizowany jest czas.

$$\Delta t = t_2 - t_0 = t_4 - t_2 = t_6 - t_4$$

W miejscach ustawienia zegarów dodatkowo należy także prowadzić rejestrację chwil  $t_1$ ,  $t_3$ ,  $t_5$  sygnału obcego wysłanego z miejsca lokalizacji zegara, z którym synchronizowany jest czas (chwil  $t_1$ ,  $t_3$ ,  $t_5$  sygnału własnego nie można rejestrować w miejscu skąd został wysłany i dokąd powrócił po odbiciu od odpowiedniego zwierciadła Z).

Pomińmy techniczną stronę wykonania takiej synchronizacji.

Odległe zegary będą z sobą zsynchronizowane wówczas, gdy zarejestrowane chwile czasowe  $t_1$ ,  $t_3$ ,  $t_5$  sygnałów obcych nastąpią dokładnie w połowie upływu czasu  $\Delta t$  pomiędzy chwilą  $t_0$ ,  $t_2$ ,  $t_4$  wysłania i chwilą  $t_2$ ,  $t_4$ ,  $t_6$  powrotu sygnału własnego.

Nie wnikając w techniczną stronę wykonania takiej synchronizacji opisany powyżej efekt możemy uzyskać na przykład wysyłając z punktu „c” (zlokalizowanego dokładnie w środku pomiędzy punktami „a” i „b”) jednocześnie sygnały w kierunku zwierciadeł  $Z_1$  i  $Z_2$  albo wysyłając z jednego miejsca np. „a” sygnał (własny) z określoną stałą powtarzalnością natomiast w miejscu „b” regulować powtarzalność wysyłania sygnału (obcego) aż do momentu uzyskania synchronizacji lub odwrotnie.

*Z powyższego płynie wniosek, że we wszechświecie tylko z jednym obiektem materialnym zsynchronizowane zegary chodzą w tym samym rytmie, wskazują w każdym miejscu w każdej chwili tą samą godzinę, czyli czas na obiekcie w każdym miejscu płynie tak samo.*

Spełniony jest też pierwszy postulat STW. Wszystkie zegary, których działanie oparte jest na powtarzalności określonego zjawiska w każdym miejscu chodzą tak samo, czyli podlegają tym samym regułom - prawom.

A jak płynie czas we wszechświecie z dwoma i więcej obiektami materialnymi ?

Prześledźmy kolejny myślowy model ewolucji wszechświata a mianowicie wszechświat tylko z dwoma obiektami materialnymi.

### Model wszechświata z dwoma obiektami materialnymi

Wyobraźmy sobie teraz wszechświat, który w kolejnym etapie swojego rozwoju stanowią nie jeden, lecz tylko dwa obiekty materialne z własnymi wysoko rozwiniętymi cywilizacjami.

Obserwatorzy świata nauki obu cywilizacji pilnie wsłuchują się w otoczenie z nadzieją, że dotrą do nich sygnały pochodzące z innych obiektów. Po pewnym czasie dostrzegają się wzajemnie nie bezpośrednio (wzrokowo), lecz za pomocą swoich radioteleskopów, jako odległe sąsiednie obiekty. Metodami pomiarowymi próbują określić swoje wzajemne relacje czasoprzestrzenne, jak odległy jest sąsiedni obiekt oraz czy wzajemnie zbliżają się do siebie, oddalają, czy też pozostają w stałej odległości.

Grupy naukowe każdego z obiektów, które dla uproszczenia opisu nazwiemy „obserwatorem A” dla obiektu „a” zaś dla obiektu „b” „obserwatorem B” wykonują niezależne pomiary w swoich układach odniesienia związanych z własnymi obiektami.

Obserwatorzy każdego z obiektów w swoich stacjonarnych laboratoriach - obserwatoriach ustawiają radioteleskopy w kierunku sąsiedniego obiektu tym samym niezależnie od siebie orientują swoje układy odniesienia  $O_A$  i  $O_B$  o zerowych współrzędnych związanych z obserwatorium z jedną osią skierowaną w stronę obiektu sąsiedniego Rys. 2.



Rys. 2 Zorientowane układy odniesienia  $O_A$  i  $O_B$  dwóch obiektów

Każdy obserwator ma wypracowany własny wzorzec czasu bazujący na bardzo dokładnych zegarach atomowych zsynchronizowanych z sobą na danym obiekcie w sposób opisany podczas omawiania wszechświata tylko z jednym obiektem materialnym.

Do pomiaru długości – odległości obserwatorzy obu obiektów stosują tą samą metodykę pomiaru radarowego, dla której sygnał pomiarowy  $s$  w każdym układzie ma stałą wartość prędkości  $c$ . Zakładają także, że prędkość sygnału pomiarowego w próżni  $c$  jest niezmienna w warunkach otoczenia danego obiektu jak również w przestrzeni pomiędzy obiektami.

Jak przedstawiają się relacje czasoprzestrzenne obserwatorów cd w e-booku