

## Początek Wszechświata

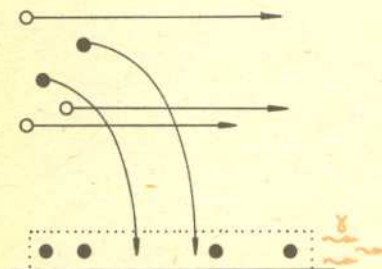
Odkryte w 1965 roku termiczne promieniowanie elektromagnetyczne odpowiadające temperaturze 3K, które wypełnia cały Wszechświat, jest jednym z głównych obserwacyjnych faktów przemawiających za teorią wielkiego wybuchu. Według tej teorii Wszechświat rozpoczął swoją ewolucję od wielkiego wybuchu — materia o nieskończenie dużej gęstości i nieskończenie wysokiej temperaturze zaczęła gwałtownie rozpręczać się, dając początek tym wszystkim strukturom, które obecnie obserwujemy. Do takiego wniosku prowadzi też ekstrapolacja równań ogólnej teorii względności, opisujących własności jednorodnego i izotropowego rozkładu materii. Wiadomo, że ekstrapolacji takiej nie można prowadzić aż do nieskończonych wartości gęstości. Po drodze bowiem mijamy granicę gęstości, powyżej której klasycznej ogólnej teorii względności stosować już nie można. Dla większych gęstości dominującą rolę odgrywają efekty kwantowe. Czasoprzestrzeń, którą uważamy za rozmaitość ciągłą, w bardzo silnych polach grawitacyjnych, jakie występowały w pierwszych etapach ewolucji Wszechświata, też może ujawnić dyskretną — kwantową strukturę. Kwantowa teoria grawitacji dopiero powstaje. Obecnie wydaje się, że jesteśmy jeszcze bardzo daleko od zbudowania jej fundamentów. Zatem, tak naprawdę, nic nie jesteśmy w stanie powiedzieć o tym początkowym, „kwantowym” etapie ewolucji Wszechświata. Nawet jeżeli zdecydujemy się zapomnieć o tej trudności, to i tak pozostają jeszcze dwie możliwości. Nie jest wykluczone, że początkowy, już „klasyczny”, Wszechświat był układem bardzo nieregularnym, obrazowo mówiąc znajdował się w stanie totalnego chaosu. Nieregularności uległy jednak bardzo szybkiemu wygładzeniu. Możliwa jest też sytuacja odwrotna. Początkowy Wszechświat mógł być prawie doskonale jednorodny i izotropowy, a obecnie obserwowana struktura powstała w wyniku powolnego narastania niewielkich początkowych niejednorodności. Istniejące obecnie dane obserwacyjne nie pozwalają na jednoznaczną odpowiedź, który z tych dwu wariantów był realizowany.

Marek DEMIAŃSKI

## Laser promieni $\gamma$ — marzenie czy rzeczywistość?

Podstawowa trudność w poznaniu molekularnych podstaw życia wynika stąd, że nie możemy obserwować oddzielnych molekuł w żywej tkance. Wszystkie obecnie dostępne informacje o makromolekułach typu DNA czy RNA pochodzą z chemicznych i rentgenowskich analiz kryształów tych substancji. Jeśli możliwa będzie w przyszłości obserwacja poszczególnych makromolekuł w żywym organizmie, to wiele procesów związanych na przykład z tworzeniem białek czy podziałem DNA przestanie być tajemnicą. Największe nadzieje w tej trudnej dziedzinie wiąże się z konstrukcją laserów promieniowania Roentgena i promieniowania  $\gamma$ . W badaniach, o których mowa, nie można posłużyć się obecnie istniejącymi laserami, gdyż za ich pomocą możemy obserwować tylko struktury o rozmiarach większych niż długość fali świetlnej czyli około  $1 \mu\text{m}$ . Laser promieniowania  $\gamma$  emitujący spójną wiązkę o długości fali rzędu  $1 \text{ \AA}$  ( $10^{-10} \text{ m}$ ) czy mniejszej pozwoli na określenie struktury każdej cząsteczki. Teoretycznie możliwe będzie przynajmniej wykonanie trójwymiarowej fotografii (hologramu) cząsteczki i wyznaczenie położenia poszczególnych atomów w przestrzeni.

Akcja laserowa wymaga przygotowania materiału z odpowiednio dużą liczbą atomów wzbudzonych (dla światła) bądź wzbudzonych jąder atomowych (dla promieni  $\gamma$ ). Przechodzące przez taki ośrodek promieniowanie zmusza atomy (jądra) wzbudzone do szybkiego pozbywania się nadmiaru energii w postaci kwantów promieniowania. W efekcie następuje wzmocnienie promieniowania w czasie przejścia przez ośrodek. Jedynym nie rozwiązany dla laserów  $\gamma$  problemem jest przygotowanie takiego materiału aktywnego, by wzmocnienie promieniowania  $\gamma$  było w nim większe niż jego pochłanianie. Ośrodkiem aktywnym może być na przykład kryształ. Jądra atomów zawartych w kryształach mogą się znaleźć w określonym stanie wzbudzonym. Przejściu jądra do stanu podstawowego lub innego stanu niż wzbudzonego często towarzyszy emisja fotonu  $\gamma$ . Elektromagnetyczna natura tego promieniowania pozwala oczekiwać, że możliwa jest również emisja wymuszona fotonu  $\gamma$ , podobnie jak możliwa jest emisja wymuszona światła. Nigdy jeszcze nie obserwowano takiego procesu, wierzymy jednak, że prawa rządzące emisją promieniowania są i tu słuszne. Wzmocnienie promieniowania jest tym większe im większa jest gęstość jąder wzbudzonych ( $N$ ) oraz im mniejszy iloczyn szerokości spektralnej linii i czasu życia jądra w stanie wzbudzonym ( $\Gamma \cdot \tau$ ). Wzmocnienie jest też proporcjonalne do kwadratu długości fali promieniowania. Jest to zasadnicza przyczyna, dla której tak trudno zbudować laser  $\gamma$ . Jeśli założymy optymalne warunki  $\Gamma \tau = 1$  i  $N = 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ , to dla długości fali  $\lambda = 1 \text{ \AA}$  dostajemy wzmocnienie rzędu  $10^4 \text{ cm}^{-1}$ . Współczynnik pochłaniania promieniowania jest zwykle rzędu  $10-100 \text{ cm}^{-1}$ . Dlaczego więc nie istnieją takie lasery? Problem w tym, że nikt nie wie, jak uzyskać te optymalne warunki, a przy tym nie ma żadnej pewności, czy jest to w ogóle możliwe!



Rys. 1 Schemat lasera  $\gamma$  na izomerach długościowych.

- — atomy z jądrami nie wzbudzonymi,
- — atomy z jądrami wzbudzonymi.