

Kontrowersje wokół pochodzenia wszechświata

Od tysięcy lat ludzie podziwiają rozgwieżdzone niebo. W bezchmurną noc przepiękne gwiazdy lśnią niby klejnoty na tle mrocznej przestrzeni kosmicznej. Księżycowa poświata nadaje Ziemi swoisty urok i czyni z niej prawdziwy cud. Widziane stamtąd jej błękitne niebo i białe obłoki pozostawiają niepowtarzalne wrażenie. Jeden z astronautów badających Kosmos wyznał: „Kiedy w iluminatorze statku kosmicznego ukazuje się ogromna kula ziemską, astronauta z zachwytem ją fotografują. Jest to najwspanialszy moment lotu w Kosmos”.

Każdy poranek to cud. Głęboko we wnętrzu wschodzącego Słońca w temperaturze milionów stopni wodór zamienia się w hel. Z jądra Słońca w kierunku zewnętrznych warstw przedzierają się promienie o niewiarygodnej energii. Gdyby Słońce było przezroczyste to promienie te dotarłyby do jego powierzchni w ciągu paru sekund. W rzeczywistości promienie tracą swą energię, na skutek zderzeń z atomami masy słonecznej. Po tysiącach lat to zabójcze niegdyś promieniowanie opuszcza powierzchnię Słońca w postaci niegroźnych, delikatnych promieni świetlnych, w których wygrzewa się nasza Ziemia.

Cudem jest także każda noc. Z ogromnych przestworzy naszej Galaktyki mrugają do nas gwiazdy różniące się od siebie kolorem, temperatura, wielkością i gęstością. Są wśród nich nadolbrzymy, jasne olbrzymy, podolbrzymy czy białe karły. Nadolbrzymy mają tak wielkie rozmiary, że gdyby środek któregoś umieszczono na miejscu Słońca, nasza planeta znalazłaby się w jego wnętrzu.

Każda gwiazda, którą można dostrzec na niebie należy do Drogi Mlecznej. Do lat dwudziestych XX wieku sądzono, że jest to w ogóle jedyna galaktyka. Dzięki obserwacjom za pomocą większych teleskopów wyszło na jaw, że we Wszechświecie jest co najmniej 50 000 000 000 (50 miliardów) galaktyk, z których każda zawiera miliardy gwiazd takich jak Słońce. Droga Mleczna zawiera przeszło 100 miliardów gwiazd i ma trylion – czyli 1 000 000 000 000 000 000 – kilometrów średnicy! Droga Mleczna i inne galaktyki (ponad 20) np. Mgławica Andromedy, powiązane są siłami grawitacyjnymi w małą gromadę galaktyk. Takich gromad galaktyk jest bez liku i są nierównomiernie rozmieszczone w przestrzeni kosmicznej. Każda gwiazda, którą możemy dostrzec na niebie, należy do Drogi Mlecznej.

ROZWÓJ POJĘĆ KOSMOLOGICZNYCH

Przed wiekami panował pogląd, że Wszechświat składa się z kilku tysięcy gwiazd widocznych gołym okiem. Opowiadano o potworach morskich i walkach bogów, o smokach, żółwiach i słoniach lub o śpiących bogach i kwiatach lotosu. W miarę jak rozszerzały się horyzonty poznawcze człowieka, nasze poglądy na świat ulegały zmianom i pogłębieniu. W poprzednich stuleciach rozważania kosmologiczne miały charakter spekulacji filozoficznej, natomiast nowoczesna kosmologia znalazła silne oparcie w fizyce teoretycznej i wykorzystwała jej teorie do badań całego obszaru Wszechświata. Strukturę i mechanizm przemian Wszechświata jako pierwsi próbowali wytłumaczyć zwolennicy jońskiej filozofii przyrody: Tales z Miletu (ok. 620- 540 p.n.e.) oraz jego uczeń Anaksymander z Miletu (ok. 610- 547 p.n.e.). Tales za początek Wszechrzeczy, z której wyłoniły się wszystkie postacie bytu uznał wodę. Zaobserwował, że wilgoć to z jednej strony warunek wszelkiego życia, a z drugiej, że pod wpływem temperatury woda może występować w trzech stanach skupienia.

Pierwsze myśli naukowe na temat budowy świata wypowiedzieli również filozofowie greccy: Leukipp (ok. 500-447p.n.e.) i Demokryt (ok. 460-371p.n.e.). Uważali, że Wszechświat zawiera nieskończoną liczbę niepodzielnych cząstek, które poruszają się we wszystkich kierunkach, a Ziemia podobnie jak inne ciała niebieskie byłaby przypadkowym skupiskiem atomów, nie zajmując w nim stanowiska centralnego. Również pitagorejczycy (V wiek p.n.e.) uczyli o ruchu Ziemi, np. Arystarch z Samos wypowiadał się zdecydowanie o ruchu Ziemi dookoła Słońca. Jednakże myśli te, zbliżone do obecnych, nie uzyskały akceptacji i trwałego obywatelstwa w nauce, gdyż u greckich myślicieli od IV w. p. n.e. panował pogląd o geocentrycznej budowie.

Eudoksos z Knidu(ok. 408-355 p.n.e.) podał schemat budowy świata w postaci sfer homocentrycznych. Na powierzchni tych sfer miały być rozmieszczone planety, natomiast Ziemia zajmowałaby środek świata. Podobnych hipotez było wiele, dopiero Mikołaj Kopernik przedstawił nowy pogląd na temat budowy świata. Zasadniczym postulatem kosmologii kopernikańskiej było to, że Ziemia nie zajmuje wyróżnionego położenia we Wszechświecie, natomiast Słońce stanowi jego centrum. Przy takim założeniu uzyskał bardziej harmonijną budowę niż Ptolemeusz.

Na nową drogę wkroczyła kosmologia po zaakceptowaniu w nauce praw grawitacji Newtona, w których znalazły zastosowanie geometria euklidesowa przestrzeni i jednorodny czas płynący jednostajnie.

MODELE KOSMOLOGICZNE WSZECHŚWIATA

Historycznie pierwszy model kosmologiczny, opisujący Wszechświat w ramach ogólnej teorii względności, skonstruował sam Einstein już w 1917r. Model ten nosi nazwę modelu sferycznego Einsteina i przedstawia świat jednorodny przestrzennie oraz niezmienny w czasie. Model ten od początku sprawiał twórcy kłopoty, gdyż jako normalny układ równań ogólnej teorii względności dawał rozwiązanie grawitacyjne niestabilne tzn. siły ciężenia nie były w stanie utrzymać niezmiennego Wszechświata. Dopiero po dodaniu do równań członu kosmologicznego za stałą A (stałą kosmologiczną) Einstein wyznaczył model stabilny. Dziś to kryterium nie znajduje uzasadnienia, bowiem obowiązuje niestatyczny model rozszerzającego Wszechświata.

Błąd Einsteina polegał na tym, że w swych założeniach przyjmował jego niezmiennosc. Inne rozwiązanie równań Einsteina stanowi model holenderskiego astronoma Willema de Sittera, który opisał pustą czasoprzestrzeń z członem kosmologicznym. Gdyby do tej czasoprzestrzeni wprowadzić cząstki próbne, wówczas model ten spełniłby oczekiwania, gdyż cząstki zaczęłyby się oddalać i model ten byłby w istocie modelem rozszerzającego się Wszechświata. Jednak de Sitter od początku przyjął pustą przestrzeń. Dopiero leningradzki matematyk A. A. Friedmann wykazał, że modele Einsteina i Sittera można połączyć. Wszechświat wypełniony materią i będący w ruchu jest tym, czego dotąd brakowało, a wypełniającego lukę pomiędzy powyżej opisanymi modelami.

Właśnie od prac Friedmanna zaczyna się współczesna kosmologia a najczęściej używane do dziś modele izotropowego i jednorodnego, rozszerzającego się Wszechświata noszą nazwę **modeli friedmannowskich**.

Jednak naukowców interesuje fakt, jak to się wszystko zaczęło. Wielu z nich z niechęcią odnosi się do koncepcji stworzenia świata przez jakąś wyższą inteligencję, i snuje różne teorie co do tego, jakie mechanizmy mogłyby doprowadzić do samoistnego powstania Wszechświata. Bardzo często przytacza się teorię fizyka Alana Gutha modelu inflacyjnego. Teoria ta opisuje to, co działo się w ciągu ułamka sekundy po narodzinach Wszechświata, natomiast nie tłumaczy jak powstał z niczego. Wyjaśnienie tej początkowej osobliwości nadal pozostaje najtrudniejszym problemem współczesnej kosmologii. Naukowcy doszukują się wyjaśnienia w precyzyjnym doborze sił czterech podstawowych oddziaływań, które decydują o wszelkich własnościach i przemianach materii. Mowa tu o oddziaływaniach: grawitacyjnym, elektromagnetycznym, jądrowym silnym i jądrowym słabym.

Największym natężeniem odznacza się oddziaływanie silne, będące najpotężniejszym ze wszystkich oddziaływań. Występuje pomiędzy nukleonami w jądrach atomowych i warunkuje ich trwałość. Oddziaływanie to często nazywane jest jądrowym. Mniejszym natężeniem odznaczają się oddziaływania

elektromagnetyczne powodujące przyciąganie się protonów i elektronów i umożliwiające tworzenie się cząstek chemicznych, jednym z dowodów jego potęgi są pioruny. Jeszcze słabsze są oddziaływania słabe, warunkujące przede wszystkim rozpady cząstek i jąder np. rozpady pierwiastków promieniotwórczych. Wreszcie oddziaływanie grawitacyjne, bardzo słabe na poziomie atomów, natomiast wywiera ogromny wpływ na wielkie obiekty: planety, gwiazdy, galaktyki. Procesy zachodzące we Wszechświecie zależne są od poszczególnych rodzajów oddziaływań różnią i się między sobą charakterystycznymi czasami przebiegu. Typowe czasy przebiegu procesów szybkich są rzędu 10^{-20} – 10^{-24} s; analogiczne wartości dla procesów elektromagnetycznych są rzędu 10^{-15} s, dla słabych zaś rzędu 10^{-8} s. Te cztery oddziaływania są ze sobą tak powiązane i dostrojone, że mogą istnieć i spełniać swe funkcje: Słońce i nasza cudowna planeta, a na niej życiodajna woda, i inne pierwiastki chemiczne.

TEORIA BIG - BANG

Jakkolwiek by się zaczęła historia Wszechświata pewne jest, że następowała ekspansja, i że im dalej wstecz, tym większa była średnia gęstość materii we Wszechświecie. Każdy centymetr sześcienny ważył około stu milionów ton, a wszystkie istniejące dziś galaktyki, gwiazdy i planety zmieściłyby się w kuli trzydzieści razy większej niż Słońce. Ekspansję zapoczątkował „Wielki Wybuch”(BIG BANG). W momencie Wielkiego Wybuchu cztery siły natury: grawitacja, elektromagnetyzm, oddziaływania jądrowe słabe i oddziaływania jądrowe silne, były jednością. Po upływie 10^{-43} sekundy zaczęły się przejawiać jako odrębne zjawiska. Wszechświat po Wielkim Wybuchu błyskawicznie się rozszerzał. Już po upływie jednej miliardowej części sekundy był prawie 250 tys. razy większy od Ziemi, a zatem miał wielkość Układu Słonecznego. Kiedy osiągnął wiek jednej sekundy, ostygł do temperatury 10 mld K. Atomy pojawiły się prawdopodobnie dopiero milion lat po powstaniu Wszechświata. To, że cała przestrzeń otaczającego nas Wszechświata rozszerza się we wszystkich kierunkach potwierdza amerykański astronom E. HUBBLE. Na podstawie własnych obserwacji widm odległych galaktyk stwierdził, że wykazują przesunięcia w stronę czerwieni (efekt Dopplera).

Po uznaniu teorii Wielkiego Wybuchu za prawdopodobną, zaczęto badać teoretycznie jego strukturę, cofając się aż do chwili tuż przed początkiem ekspansji. Obliczono, że promieniowanie wczesnego Wszechświata powinno przenikać cały czas kosmos i temperatura tego promieniowania powinna wynosić obecnie 5 K. Naukowcy wysunęli przypuszczenie, iż takie szczątkowe promieniowanie nadal istnieje i jest możliwe do wykrycia. W 1965 r. dwaj

amerykańscy fizycy: Arno Allan Penzias i Robert Woodrow Wilson podczas wypróbowywania bardzo czułego detektora mikrofalowego zarejestrowali coś, co potwierdziło teorię W.W. Zarejestrowali dziwny szum, który nie pochodził z żadnego konkretnego kierunku, nie potrafili wykryć też źródła tego szumu, ani w małej odległości, ani w dużej. Nie znaleźli niczego, co można by obarczyć za ten szum. Jak się później okazało, szum był reliktywnym mikrofalowym promieniowaniem kosmicznym, będącym pozostałością po kosmicznym wydarzeniu, które w opinii wielu kosmologów dało początek Wszechświatowi. W.W. nie należy wyobrażać sobie jako eksplozji z błyskiem światła i hukem pędzącego powietrza. Nie istniały wtedy fale akustyczne ani świetlne, nie było również ani czasu ani przestrzeni. Powstały one dopiero w czasie W.W. Nasuwa się pytanie: czy Wszechświat będzie się rozszerzał wiecznie? Uczni uważają, że po ogromnie długim czasie rozszerzanie się skończy. Szybkość rozbiegania się będzie maleć, aż ustanie zupełnie. Wezmą wtedy górę siły grawitacyjne, które zaczną przyciągać materię z powrotem, zmierzając do jej zagęszczenia. Wszechświat zacznie się kurczyć najpierw pomału, potem prędzej, aż za miliardy lat znów cała materia zbiegnie się do stanu pierwotnego. Wtedy te same siły, które były przyczyną poprzedniej eksplozji, spowodują następną. Wszechświat znów zacznie się rozszerzać. Niektórzy astronomowie szacują, że taka jedna pulsacja może trwać ok. 80 miliardów lat. Przez pierwszych 40 mld. lat Wszechświat rozszerza się(i w tej fazie się znajdujemy), a przez następne będzie się kurczył.

Co do prawdziwości tej hipotezy nie ma żadnej pewności. Jest ona wprawdzie przyjmowana przez większość uczonych, ale jednak pozostawia wiele wątpliwości i nie daje odpowiedzi na szereg pytań: jeżeli na początku był Wielki Wybuch, to co było przed nim? Co mogło być przyczyną samego W.W? Jak wyglądał tamten świat? W czasopiśmie Discover ukazał się niedawno artykuł, w którym dobitnie zaakcentowano, że żaden rozsądny kosmolog nie będzie twierdzić, iż W.W. jest ostateczną teorią.

OPRACOWANIE: Zofia Gołębska

CZTEY ERY W EWOLUCJI WSZECHŚWIATA według E.R. Harrisona

CZAS	ERA	GĘSTOŚĆ [g/cm³]	TEMPERATURA [K]
10 ¹⁰ lat	gwiazdowa	10 ⁻³⁰	3
10 ⁶ lat		radiacyjna	10 ⁴
10 s	leptonowa	10 ⁴	10 ¹⁰
10 ⁻⁴ s	hadronowa	10 ¹⁴	10 ¹²
10 ⁻⁴¹ s		10 ⁹⁴	10 ²²

W erze hadronowej, trwającej ok. jednej dziesięciotysięcznej części sekundy, dominowały cząstki silnie oddziałujące zwane hadronami. Uległy one zagładzie niemal w całości pod koniec ery hadronowej, gdy średnia gęstość materii zmalała do wartości 10¹⁴g/cm³, a pozostałością po nich są do dziś nukleony.

W następnej erze, leptonowej, która trwała już 10 sekund, dominowały leptony; skamieliną tej ery są elektrony i promieniowanie neutrinowe. W erze promieniowania, trwającej ok. miliona lat nastąpiło oderwanie się promieniowania elektromagnetycznego od reszty materii; promieniowanie to istnieje do chwili obecnej jako promieniowanie szczątkowe (reliktowe). W erze tej zakończył się rozpad neutronów i nastąpiły reakcje kosmicznej syntezy deuteru i helu. W ostatniej erze, gwiazdowej, trwającej po dzień dzisiejszy, powstały obiekty makroskopowe: galaktyki i gwiazdy.

E.R. Harrison w swej wizji Wszechświata określa pierwszy etap ewolucji chaosem. Jednakże Wszechświatowi daleko do chaosu, na co zwrócił uwagę prof. Roger Penrose, analizując stan nieuporządkowania Wszechświata dostępnego obserwacji. Z analizy tej wyciągnął logiczny wniosek, że w chwili początkowej Wszechświat był uporządkowany i w dalszym ciągu panuje w nim bardzo duży porządek. Nasuwają się pytania: czy ten ład i porządek zapanował samoistnie? Czy istnienie Wszechświata to dzieło przypadku? Skoro Wszechświat jest taki jakim go widzimy, kwestii stwarzania po prostu nie da się pominąć.

Literatura:

1. Rybka E.(1983), *Astronomia ogólna*, PWN.W-wa.
2. Stodółkiewicz J.S.(1982), *Astrofizyka ogólna z elementami geofizyki*, PWN W-wa.
3. Oster L.(1986), *Astronomia współczesna*, PWN, W-wa.
4. Kuchowicz B. Szymczak J.T.(1978), *Dzieje materii przez fizyków odczytane*, Wiedza Powszechna, W-wa.
5. Ugarow W.A.(1985), *Szczególna teoria względności*, PWN, W-wa.
6. Donimirski A.(1986), *Na krawędzi niepoznanego*, Krajowa Agencja Wydawnicza. Katowice.