

Gdy przyjmie się hipotezę Wielkiego Wybuchu, można na podstawie tempa rozbiegania się galaktyk obliczyć wiek Wszechświata. Uzyska się wtedy 15–20 mld lat. Daje to oczywiście oszacowanie rozmiaru Wszechświata – jest on nie większy niż 15–20 mld lat świetlnych, czyli ma objętość co najwyżej rzędu trzeciej potęgi tej wartości. Tyle jest Wszechświata „na objętość”.

A ile jest „na wagę”? Najpierw trzeba oszacować liczbę galaktyk. I to się robi. Nie jest może istotne, ile ostatecznie uzyskuje się „sztuk galaktyk”, bo są to oszacowania bardzo przybliżone. Dość że mnożąc te sztuki przez (również oszacowaną) średnią masę galaktyki, otrzymuje się nie mniej niż 10^{51} kg. Dotyczy to jednak tylko materii widocznej.

Ilość materii niewidocznej jest szacowana już zupełnie arbitralnie przez poszczególnych badaczy. No bo jak można realistycznie wypowiadać się na temat ilości czegoś, czego zaobserwować nie umiemy?

Wszelkie oszacowania wynikają z ogólnych założeń dotyczących fizyki Wszechświata, fizyki, którą naprawdę znamy tylko w obszarach parametrów odpowiadających naszemu najbliższemu otoczeniu.

A sprawa jest istotna. Wiadomo bowiem, że od średniej gęstości Wszechświata zależy, czy dalsza jego ewolucja będzie polegała na nieograniczonym rozszerzaniu (co tak czy inaczej zakończy się śmiercią cieplną, całkowitym bezruchem), czy też po ekspansji nastąpi coraz szybszy kolaps zakończony likwidującą Wszechświat Wielką Implozją. Graniczna gęstość Wszechświata oddzielająca te możliwości to $5 \cdot 10^{-27}$ kg/m³.

Widoczna materia daje najwyżej 10% tej gęstości. A z niewiadomych przyczyn większość badaczy stara się tak oszacować ilość niewidocznej masy, by wskazywało to na perspektywę kolapsu (czyli wołał oni, by „ciemnej materii” było dużo). Ale naprawdę to nic pewnego obecnie nie wiadomo na ten temat.

Klasyfikacja różnorodności

Jaka jest otaczająca nas przestrzeń? Pozornie odpowiedź jest prosta. Dowolny punkt może się swobodnie poruszać w trzech niezależnych kierunkach: przód–tył, lewo–prawy, góra–dół. Można by stąd wnosić, że żyjemy w trójwymiarowej przestrzeni kartezjańskiej R^3 .

Otóż, taki wniosek jest zbyt pochopny, gdyż został wysnuty z obserwacji zaledwie niewielkiego (lub zbyt wielkiego) wycinka otaczającej nas przestrzeni. Zauważmy, że podobne rozumowanie w dwóch wymiarach prowadzi do konkluzji, że Ziemia jest płaska! Wolno nam jedynie twierdzić na podstawie obserwacji, że nasza przestrzeń wygląda lokalnie jak przestrzeń kartezjańska R^3 .

Prowadzi nas to do pojęcia *n*-wymiarowej różnorodności topologicznej. Jest to przestrzeń M^n o następującej własności: każdy punkt $x \in M^n$ ma otoczenie, które jest homeomorficzne (tj. topologicznie identyczne) z *n*-wymiarową przestrzenią kartezjańską R^n . To, że nie ograniczamy się do przypadku $n = 3$, wynika z powodów czysto praktycznych. Sytuacja w wymiarach $n = 1, 2$ pozwala wyrobić sobie właściwe intuicje, różnorodności zaś wymiaru $n > 3$ pojawiają się w mechanice, układach dynamicznych, teorii foliacji, teorii względności itd.

Oczywiście, samo R^n jest różnorodnością, podobnie jak sfera S^2 (powierzchnia piłki) i torus T^2 (powierzchnia dętki). A jakie są inne? Sporządzenie listy–odpowiedzi na to pytanie to jedno z głównych zadań topologii.

Najważniejsze w zastosowaniach są różnorodności *spójne* (czyli w jednym kawałku) i *zwarte* (czyli dające się umieścić w jakiejś przestrzeni kartezjańskiej jako podzbiór domknięty i ograniczony). Co wiemy o klasyfikacji takich różnorodności?

Przypadek n = 1. Jest tylko jeden taki obiekt – okrąg.

Przypadek n = 2. Są to dwie serie: sfery „z uchami” i sfery z wklejonymi wstęgami Möbiusa.

Przypadek n = 3: Kompletna lista nie jest znana do dnia dzisiejszego. Znamy natomiast liczne przykłady różnorodności trójwymiarowych oraz sposoby konstruowania następujących. Trwają intensywne prace badawcze.

Przypadek n ≥ 4: Tu pełnej listy nie ma i, co ważniejsze, **nie** nigdy nie będzie! Markow udowodnił, że nie istnieje algorytm, który by w skończonym czasie potrafił dla każdej pary różnorodności (spójnych i zwartych) rozstrzygnąć, czy są one homeomorficzne (takie same).

Unifikacja

W Starożytności popularny był pogląd, że materia składa się z czterech elementów: wody, ziemi, powietrza i ognia, pomiędzy którymi działają dwie siły: miłość i nienawiść. Podobną wizję roztacza współczesna fizyka: istnieje niewielka liczba elementarnych składników materii (trzy *leptony* – elektron, mion, taon, odpowiadające im trzy *neutrino* oraz sześć *kwarków* i sześć *antykwarów*, z których zbudowane są wszystkie cząstki cięższe) połączonych przez kilka oddziaływań.

Od chwili, gdy elektryczność i magnetyzm połączone zostały w jedno *oddziaływanie elektromagnetyczne*, istnieje silna pokusa, by wszelkie inne oddziaływania też przedstawiać jako szczególną postać jednego fundamentalnego oddziaływania.

Do połączenia są (poza elektromagnetycznymi odpowiadającymi za budowę atomu, cząsteczki chemicznej, kryształu) *oddziaływania grawitacyjne* (odpowiadające za budowę Wszechświata jako całości) oraz *silne i słabe* (odpowiadające za budowę jądra atomowego i cząstek elementarnych).

W latach sześćdziesiątych (Weinberg, Glashow, Salam) udało się wspólnie opisać – jako *elektrosłabe* – oddziaływania elektromagnetyczne i słabe jądrowe. Trwają prace nad połączeniem oddziaływań elektrosłabych i silnych jądrowych. Wygląda na to, że i tu będzie odniesiony sukces. Nie ma jednak na razie powszechnie akceptowanego pomysłu, jak można by próbować łączyć te oddziaływania z grawitacyjnymi.