Tajemnice kosmologii

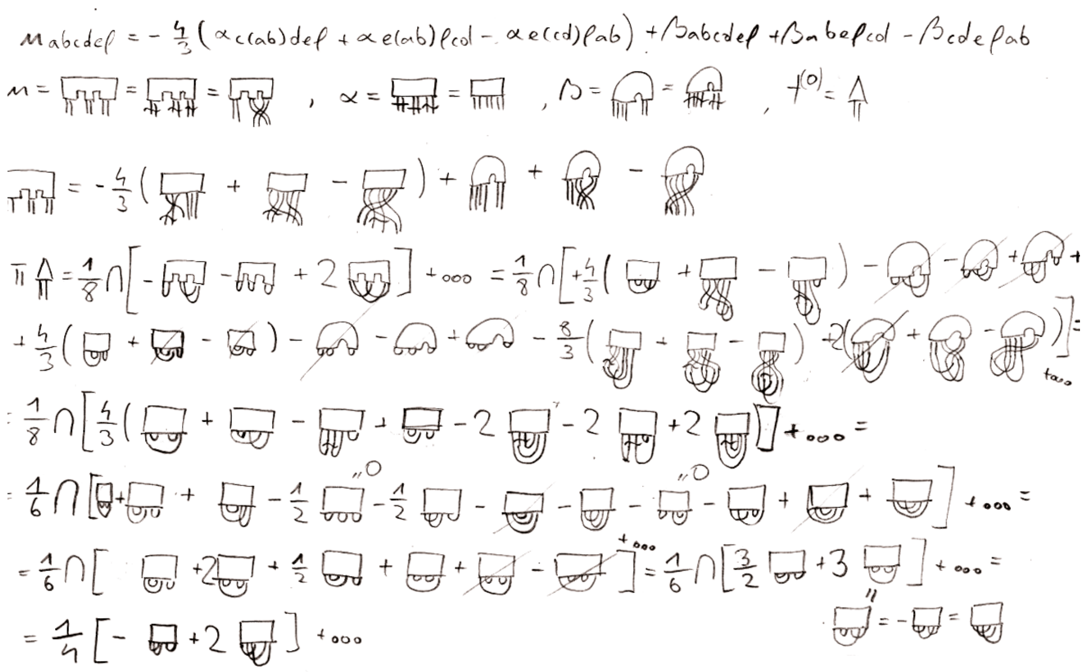
Dr Sebastian Szybka pracuje w Zakładzie Astrofizyki Relatywistycznej i Kosmologii w Obserwatorium Astronomicznym UJ. Jego główne zainteresowania dotyczą teorii grawitacji Einsteina, a w szczególności czarnych dziur oraz kosmologii.

sebastian.szybka@uj.edu.pl

W 1922 roku prof. Aleksander Friedmann z Petersburga opublikował artykuł otwierający nowy rozdział w historii kosmologii. Formuły matematyczne, które się pojawiły w tej pracy, niosły ze sobą treści przełomowe. Po raz pierwszy w historii kosmologii dopuszczono myśl, na razie tylko jako jedną z matematycznie niesprzecznych możliwości, że budowla Wszechświata nie jest niezmienna. Ta i kolejna praca Friedmanna pozostawały niezauważone przez parę lat. Jakiś czas później okazało się, że obserwacje galaktyk sugerują, iż Wszechświat jest opisywany właśnie przez jedno z tego typu dynamicznych, ekspandujących rozwiązań. Skąpe dane obserwacyjne przez długie dziesięciolecia nie pozwalały dokładnie wyznaczyć parametrów charakteryzujących kosmologiczną czasoprzestrzeń. Obecnie sytuacja ta uległa zmianie. Żyjemy w epoce, o której twórcy kosmologii: Friedmann, Lemaître, Einstein mogli tylko marzyć. Postęp technologiczny wprowadził nas w erę kosmologii niemal precyzyjnej. To, co było snem jeszcze w połowie lat dziewięćdziesiątych, dziś staje się rzeczywistością.

Jak dotychczas prosty model matematyczny, którego podstawy stworzono prawie 100 lat temu, wytrzymał próbę czasu. Jest on zgodny ze wszystkimi danymi docierającymi do nas z odległych zakątków Wszechświata. Pojawiły się jednak tajemnicze koincydencje. Dane obserwacyjne zinterpretowane w ramach tego modelu implikują, że żyjemy w bardzo szczególnym momencie istnienia Wszechświata, a on sam w dominującej części wypełniony jest egzotyczną, jak na ziemskie warunki, formą energii. Nowa era kosmologii rzuciła nowe wyzwania teoretykom.

Czy tajemnicze właściwości modelu kosmologicznego nie są skutkiem przyjętych upraszczających założeń? Może pozwolą się one wytłumaczyć za pomocą subtelnych efektów związanych z teorią grawitacji Einsteina – efektów, które nie zostały dotychczas uwzględnione w rachunkach. Na przykład wiadomo, że drobne niejednorodności rozłożenia materii mogłyby zmienić globalną dynamikę Wszechświata. Istotnie, niejednorodności takie są obserwowane, bo przecież istnieją gwiazdy, galaktyki i struktury znacznie od nich większe. Te zaburzenia gęstości mają również wpływ na trajektorie fotonów docierających do nas z odległych obiektów, a tym samym na nasze



Notacja diagramatyczna w zastosowaniu do analizy tensorowej wymyślona przez Rogera Penrosa

oszacowania parametrów kosmologicznych. Obecnie w środowisku naukowym nie ma zgody co do skali efektów związanych z niejednorodnościami. Jest tak z powodu trudności rachunkowych i koncepcyjnych przy uwzględnianiu ich w ramach teorii grawitacji Einsteina. Właśnie tutaj pojawia się pole do popisu dla teoretyków, którzy konstruują różne matematyczne formalizmy umożliwiające efektywny opis niejednorodności i ich wpływu na strukturę czasoprzestrzeni. Jednym z tego typu podejść zajmujemy się w Zakładzie Astrofizyki Relatywistycznej i Kosmologii.

Prostota i piękno koncepcyjne teorii Einsteina idą w parze z nieintuicyjnością i złożonością rachunkową. Dlatego postęp i zrozumienie odlicza się tutaj nie dniami i miesiącami, ale dziesiątkami lat. Większość ważnych, nierozwiązanych zagadnień w teorii grawitacji Einsteina pozostaje nierozwikłanych, ponieważ obroniły one swoje tajemnice przed największymi umysłami naszej planety. Jednak względem dawnych mistrzów jesteśmy na pozycji uprzywilejowanej. Wspierają nas potężne superkomputery i dokonania tych, co pracowali przed nami. Niedługo nagromadzona wiedza powinna przekroczyć próg graniczny, po którym obecne zagadki modelu kosmologicznego zostaną rozwikłane. Wtedy zapewne Wszechświat objawi przed nami nowe i jeszcze bardziej ekscytujące tajemnice.