

Geometria trąbki może być istotna dla wczesnej ewolucji Wszechświata

29 października 2016

Opisując gwałtowne „pęcznienie” Wszechświata tuż po Wielkim Wybuchu być może powinniśmy uwzględnić efekty podobne do tych, które powodują rozchodzenie się ścieżek mrówek podróżujących po powierzchni trąbki – przekonują naukowcy z Polski i z Francji.

Pracę opublikowano we wrześniu w prestiżowym czasopiśmie „Physical Review Letters”. Wyniki mogą mieć znaczenie dla oceny możliwości wykrycia fal grawitacyjnych pochodzących z epoki kosmologicznej inflacji. O badaniach poinformowali przedstawiciele Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w przesłanym PAP komunikacie.

Od lat trzydziestych ubiegłego wieku wiemy, że Wszechświat się rozszerza – galaktyki rozbiegają się w tempie, które jest tym większe, im bardziej są one od siebie odległe. Naukowcy szacują, że to rozszerzanie rozpoczęło się ok. 14 miliardów lat temu w Wielkim Wybuchu, który dał początek czasowi i przestrzeni. Najdalsze, najstarsze dostępne naszym obserwacjom obszary Wszechświata wyglądają bardzo podobnie niezależnie od tego, gdzie się znajdują.

Ta jednorodność wczesnego Wszechświata jest dla naukowców zagadką. Gdyby Wszechświat zawsze rozszerzał się według znanych praw rządzących materią, to jego odległe obszary nie miałyby szansy „porozumieć się” co do tego, jak powinny wyglądać. Odpowiedzią na tę i kilka powiązanych zagadek jest hipoteza kosmologicznej inflacji. Mówi ona, że w początkowych chwilach po Wielkim Wybuchu Wszechświat dostatecznie długo był dostatecznie mały, by różne jego obszary zdążyły się ze sobą

skomunikować. Później nastąpiła krótka faza niewyobrażalnie intensywnego rozszerzania się Wszechświata, zwana fazą inflacji. Gdy się zakończyła – a było to w ułamku sekundy po Wielkim Wybuchu – tempo rozszerzania się Wszechświata zwolniło i dziś dostrzegamy je jedynie dzięki precyzyjnym pomiarom astronomicznym.

Na razie nie wiadomo, co mogło spowodować początkowe gwałtowne rozszerzanie się Wszechświata. Znane nam oddziaływania i znana nam materia nie są w stanie wywołać takiego efektu – przeciwnie, ich obecność ma raczej wpływ hamujący tempo rozszerzania. Dlatego fizycy postulują, że oprócz znanych nam pól oddziaływań takich jak pole elektromagnetyczne czy grawitacyjne, powinny istnieć w przyrodzie inne, niezbadane jeszcze pola odpowiedzialne za inflację. Nie istnieje jeden uniwersalny schemat teoretyczny opisujący inflację, ale można rozważać cechy wspólne wielu modeli, których przewidywania pasują do obserwacji.

Analizując taką uniwersalną klasę schematów, Krzysztof Turzyński (WF UW) i Sebastien Renaux-Petel (Institut d'Astrophysique de Paris i Sorbona) zwrócili uwagę na fakt, że jeśli ewolucja inflacyjna pól zachodzi w przestrzeni z ujemną krzywizną, to może to prowadzić do istotnych efektów, które trzeba uwzględnić przy ocenie poprawności teorii opisujących wczesną ekspansję Wszechświata.

„Przede wszystkim trzeba zdać sobie sprawę, czym jest ujemna krzywizna” – komentuje dr Turzyński i wyjaśnia: „Dwie mrówki rozpoczynające wędrówkę po powierzchni pomarańczy w równoległych kierunkach będą nieuchronnie się do siebie zbliżać. Dzieje się tak, ponieważ powierzchnia pomarańczy ma dodatnią krzywiznę”. Zwraca uwagę, że gdyby mrówki te znajdowały się na powierzchni o ujemnej krzywiznie, takiej jak hiperboloida lub powierzchnia czary trąbki, to ich drogi by się rozchodziły. „Zasada rozbiegania się torów w przestrzeni o ujemnej krzywiznie stosuje się nie tylko do mrówek i innych małych obiektów, ale także do bardziej abstrakcyjnych bytów,

takich jak pola związane z inflacją” – opowiada dr Turzyński.

Modelując przebieg inflacji, zwykle zakłada się, że wartości pól, które ją wywołują, są ustalone lub nie podlegają zbyt gwałtownym zmianom. Jeśli jednak przestrzeń, w której lokujemy wartości tych pól, nie jest płaska i ma ujemną krzywiznę, to w trakcie ewolucji pola, które początkowo były bliskie ustalonej wartości, z czasem mogą znacznie od niej odbiegać. „Może to prowadzić do poważnych niestabilności podczas inflacji” – wyjaśnia dr Turzyński. „Jeżeli niestabilności te są dostatecznie duże, mogą nawet przerwać inflację, co wymusza nową interpretację danych obserwacyjnych dotyczących wczesnego Wszechświata. Wynika stąd w szczególności, że pierwotne fale grawitacyjne powstałe podczas inflacji mogą być jeszcze trudniejsze do wykrycia niż dotąd sądzono” – mówi.

Praca Sebastiena Renaux-Petel i Krzysztofa Turzyńskiego zatytułowana „Geometrical Destabilization of Inflation” została opublikowana pod koniec września w prestiżowym czasopiśmie Physical Review Letters.

Źródło: NaukawPolsce.PAP.pl