

Warszawa, 26 października 2016

Geometria trąbki może być istotna dla wczesnej ewolucji Wszechświata

*Czy opisując gwałtowne „pęcznienie” Wszechświata tuż po Wielkim Wybuchu powinniśmy uwzględnić efekty podobne do tych, które powodują rozchodzenie się ścieżek mrówek podróżujących po powierzchni trąbki? Przekonują o tym naukowcy z Polski i z Francji w pracy opublikowanej we wrześniu w prestiżowym czasopiśmie *Physical Review Letters*. Uczeni dowodzą, że ich wyniki mogą mieć znaczenie dla oceny możliwości wykrycia fal grawitacyjnych pochodzących z epoki kosmologicznej inflacji.*

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. Sądymy, że to rozszerzanie rozpoczęło się ok. 14 miliardów lat temu w Wielkim Wybuchu dającym 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.

Nie wiemy, co mogło spowodować początkowe gwałtowne rozszerzanie się Wszechświata. Znanie 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” tłumaczy dr Turzyński. „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. Gdyby mrówki te znajdowały się na powierzchni o ujemnej krzywiznie, takiej jak hiperboloida (na rysunku) lub powierzchnia czary trątki, 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.”

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.”

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

Fizyka i astronomia na Uniwersytecie Warszawskim pojawiły się w 1816 roku w ramach ówczesnego Wydziału Filozofii. W roku 1825 powstało Obserwatorium Astronomiczne. Obecnie w skład Wydziału Fizyki UW wchodzi Instytut: Fizyki Doświadczalnej, Fizyki Teoretycznej, Geofizyki, Katedra Metod Matematycznych oraz Obserwatorium Astronomiczne. Badania pokrywają niemal wszystkie dziedziny współczesnej fizyki, w skalach od kwantowej do kosmologicznej. Kadra naukowo-dydaktyczna Wydziału składa się z ok. 200 nauczycieli akademickich, wśród których jest 88 pracowników z tytułem profesora. Na Wydziale Fizyki UW studiuje ok. 1000 studentów i ponad 170 doktorantów.

PUBLIKACJE NAUKOWE:

Geometrical Destabilization of Inflation
S. Renaux-Petel and K. Turzyński
Phys. Rev. Lett. 117,141301 (27 September 2016)
doi:10.1103/PhysRevLett.117.141301
<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.117.141301>

KONTAKTY:

dr hab. Krzysztof Turzyński
Instytut Fizyki Teoretycznej Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
tel. +48 22 5532507
email: krzysztof.turzynski@fuw.edu.pl

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.fuw.edu.pl/>
Strona Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

<http://www.fuw.edu.pl/informacje-prasowe.html>
Serwis prasowy Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

FUW161026b_fot01s.jpg HR: http://www.fuw.edu.pl/press/images/2016/FUW161026b_fot01.jpg

Mrówki poruszające się po torach na powierzchni o ujemnej krzywiznie (hiperboloidy). (Źródło: FUW, K. Turzyński)