



CREDO penetruje nieznane

Od swego zarania CREDO powstawało jako rozproszony po całym świecie multidetektor łączący dane napływające z wielu bardzo różnych fizycznych detektorów i obserwatoriów rejestrujących wysokoenergetyczne cząstki i fotony promieniowania kosmicznego. Fizyczna „wielokulturowość” badań jest więc integralnie wkomponowana w projekt i wiąże się ze szczególnym znaczeniem cząstek badanego promieniowania. Jest ono istotnym, choć zwykle nieuświadomionym czynnikiem wpływającym na życie człowieka, a przy tym jego pochodzenie nie jest w pełni wyjaśnione. Wpływ cząstek promieniowania kosmicznego na kształtowanie klimatu naszej planety czy rozważane przez niektórych naukowców zagadnienia z zakresu biologii i medycyny, obejmujące m.in. jego oddziaływanie na przebieg ewolucji życia, otwierają przed CREDO unikatowe możliwości badawcze w innych niż fizyka i astronomia dziedzinach nauki.

W promieniowaniu kosmicznym co pewien czas zdarzają się pojedyncze cząstki o ekstremalnie wielkich energiach. Już sam fakt, że można je w ogóle obserwować, jest zadziwiający. Wszechświat jest bowiem wypełniony mikrofalowym promieniowaniem tła, czyli najstarszą elektromagnetyczną pozostałością po Wielkim Wybuchu. W 1966 roku fizycy K. Greisen, G. T. Zatsepin i V. A. Kuzmin wykazali, że cząstki promieniowania kosmicznego o ekstremalnie dużych energiach powinny zderzać się z fotonami mikrofalowego promieniowania tła i rozpraszać w ten sposób swą energię. W rezultacie po przebyciu odległości rzędu zaledwie 150 mln lat świetlnych ich energie nie powinny być większe od 40 miliardów miliardów elektronowoltów. W widmie promieniowania kosmicznego ograniczenie to, zwane obcięciem GZK (od nazwisk autorów) powinno być widoczne jako gwałtowna redukcja strumienia cząstek w tym zakresie energii. Faktycznie, takie obcięcie jest obserwowane, jednak przy nieco wyższych energiach niż się spodziewamy, a na dodatek różne obserwatoria podają różne wartości energii, przy których dochodzi do obcięcia GZK. Co nie mniej ciekawe, do Ziemi docierają cząstki promieniowania kosmicznego o energiach znaczenie przekraczających próg GZK – nawet dziesięciokrotnie! Mogłoby to oznaczać, że źródła tak wysoko energetycznych cząstek znajdują się w astrofizycznie niewielkiej odległości od Ziemi, tzn. bliżej niż wspomniane 150 mln lat świetlnych. Jednak w tym promieniu nie potrafimy wskazać obiektów astrofizycznych, które według naszego obecnego rozumienia fizyki mogłyby być źródłami cząstek o tak wysokich energiach.

Różnorodne dane zebrane w ramach projektu CREDO mogą dać fizykom szansę na rozwiązanie zagadki istnienia cząstek o ekstremalnie wielkich energiach i wyjaśnienia przyczyn obserwowanych rozbieżności w pomiarach obcięcia GZK. Co więcej, ponieważ obcięcie GZK jest w pewien sposób konsekwencją stosowania szczególnej teorii względności Einsteina, planowane pomiary mogą pozwolić na zweryfikowanie zakresu jej stosowalności. Badania mogłyby także rozstrzygnąć inne ciekawe kwestie. Czy brak obserwacji fotonów o energiach większych od miliarda miliardów elektronowoltów wynika z tego, że we Wszechświecie nie zachodzą procesy, w wyniku których mogłyby powstawać skrajnie wysokoenergetyczne fotony, czy też ma to związek z teoretycznie dopuszczalnymi, lecz dotąd nieobserwowanymi procesami, w których fotony o skrajnie wysokich energiach wprawdzie powstają, jednak ich czas życia jest bardzo krótki (np. rzędu jednej sekundy) z powodu przewidywanych przez niektóre teorie rozpadów fotonów? W tym ostatnim scenariuszu rozproszona infrastruktura CREDO dałaby szansę na wykrycie produktów rozpadu w kosmosie wysokoenergetycznego fotonu, dolatujących do nas w formie zespołów wtórnych promieni kosmicznych, głównie fotonów.

Interesująca do rozważenia jest hipoteza zakładająca, że przynajmniej część wysokoenergetycznych cząstek promieniowania kosmicznego pochodzi z rozpadów cząstek ciemnej materii. Na trop ciemnej materii astronomowie wpadli na początku XX wieku, analizując najpierw ruchy gwiazd w pobliskich galaktykach, a później całych galaktyk w gromadach galaktyk (warto przy tym wiedzieć, że statystyczną metodę analizy ruchów gwiazd w naszej galaktyce po raz pierwszy z powodzeniem zastosował w 1859 roku Marian Kowalski, polski astronom urodzony w Dobrzyniu nad Wisłą). Obecnie szacuje się, że ciemnej materii jest we Wszechświecie ponad pięciokrotnie więcej niż zwykłej materii. Mimo przewidywanej obfitości i licznych detektorów zbudowanych dla jej rejestracji, do dziś nie udało się zarejestrować ani jednej cząstki ciemnej materii. Obecnie trwają prace nad technikami pomiaru w CREDO, które potencjalnie pozwoliłyby na taką detekcję.

Nie mniej ciekawie rysują się możliwości CREDO w obszarze badań nad kwantową grawitacją. Z rozważań teoretycznych wynika, że jeśli czasoprzestrzeń ma strukturę nie ciągłą, lecz dyskretną (kwantową), wówczas przemieszczające się w tej przestrzeni wysokoenergetyczne cząstki promieniowania kosmicznego powinny wchodzić z nią w interakcję zależącą od ich energii i w efekcie ulegałyby rozciągnięciu w czasie. W jednym z eksperymentów w 1983 roku sieć detektorów promieniowania kosmicznego zarejestrowała nad prowincją Manitoba w Kanadzie aż 32 przypadki wielkich pęków atmosferycznych w ciągu zaledwie kilku minut, gdy spodziewano się zaledwie jednego! Czy wykryte wówczas pęki atmosferyczne to efekt wspomnianego rozmycia w czasie, a zatem dowód istnienia kwantowej struktury czasoprzestrzeni? Obecnie nie można na to pytanie odpowiedzieć z uwagi na jednostkowy charakter tej obserwacji. Detektory CREDO mogłyby jednak zarejestrować więcej potencjalnych „rozciągnięć w czasie”, co prawdopodobnie przyczyniłoby się do wyjaśnienia natury zjawiska (jeśli jego istnienie zostanie w ogóle potwierdzone). W ramach CREDO działa już eksperyment Quantum Gravity Previewer, zaprojektowany właśnie z myślą o tego typu badaniach nad kwantową grawitacją.