

STRESZCZENIE POPULARNONAUKOWE

Światło optyczne źródeł astronomicznych jest badane od stuleci za pomocą klasycznych teleskopów. Niemniej jednak cząstki światła (fotony) o wyższych energiach nie docierają do instrumentów naziemnych. Promienie rentgenowskie i gamma o energiach od milionów do miliardów razy wyższych niż światło widzialne są pochłaniane przez atmosferę ziemską. Taka absorpcja w atmosferze daje nam jednak unikalną możliwość badania promieni gamma o najwyższych energiach (ponad 30 miliardów razy bardziej energetycznych niż światło widzialne). Foton promieniowania gamma wchodzący w ziemską atmosferę oddziałuje z jądrami atmosfery, wytwarzając tysiące wtórnych elektronów i pozytonów w tak zwanym pęku atmosferycznym. Cząsteczki te poruszają się szybciej niż światło w atmosferze, powodując emisję słabych, nanosekundowych błysków niebieskawego światła Czerenkowa. Teleskopy naziemne mogą wykryć to światło i uzyskać za pomocą swoich kamer obrazy poszczególnych pęków. W ciągu ostatnich 20 lat obecna generacja teleskopów czerenkowskich okazała się skuteczna i pozwoliła nam wykryć i zbadać emisję tego rodzaju energetycznych promieni gamma z setek obiektów.

W miarę jak wzrasta nasza wiedza na temat procesów zachodzących w obiektach astrofizycznych, zaczynamy wykorzystywać je jako pozaziemskie laboratoria do badań problemów podstawowych fizyki. Jednym z nich jest poszukiwanie tak zwanego naruszenia niezmienności Lorentza (ang. *Lorentz Invariance Violation*, LIV), które mogłoby objawiać się zależnością prędkości światła od jego energii. O ile stałość tej prędkości jest jednym z filarów ogólnej teorii względności Einsteina, o tyle współczesne teorie próbujące pogodzić ją z fizyką kwantową (i uzyskać ujednoczoną teorię kwantowej grawitacji) często wymagają rezygnacji z tego wymogu stałości prędkości światła. Takie efekty mogą stać się duże jedynie przy ekstremalnych energiach, 28 rzędów wielkości większych niż światło widzialne, nieosiągalnych ani w skonstruowanych przez człowieka, ani w znanych naturalnych akceleratorach cząstek. Jednak nawet przy znacznie mniejszych energiach, dostępnych do badań przez teleskopy Czerenkowa, możliwe jest poszukiwanie takich efektów. Kluczową kwestią jest to, że nawet najmniejsze odchylenia są wzmacniane przez kosmologiczne odległości do źródeł kosmicznych. Promieniowanie emitowane o różnych energiach może powodować mierzalne opóźnienia rzędu sekund lub minut podczas swojej podróży do Ziemi trwającej miliardy lat.

W tym projekcie proponujemy nowatorskie podejście do poszukiwania takich efektów. Planujemy wykorzystanie teleskopów czerenkowskich nowej generacji, Large-Sized Telescope (LST), będących częścią przyszłego Obserwatorium Cherenkov Telescope Array. Zastosujemy najnowocześniejsze metody analizy i nowo opracowane metody kalibracji danych, aby poprawić czułość LST na takie efekty. Opracujemy modele teoretyczne pozwalające przewidzieć i uwzględnić oczekiwaną energetyczną zależną ewolucję emisji ze źródeł kosmicznych. Łącząc te trzy elementy, spodziewamy się wykryć lub znacząco poprawić limity na efekty LIV.