

Wyniki dopasowania

mogą być interesujące. Znacząca część publikacji naukowych opiera się na dopasowaniu modelu teoretycznego do danych doświadczalnych. Jest tak w poniższych przykładach.

Podwójnie powabne pentakwarki o pięknym pochodzeniu

Pentakwarki to poszukiwane od pół wieku stany związane pięciu kwarków. Kilka razy wydawało się, że zostały odkryte, ale zawsze doniesienia te były weryfikowane negatywnie. Dla porządku przypomnijmy, że, standardowo, hadrony (cząstki interpretowane jako stany związane kwarków) zawierają albo parę kwark-antykwar – tzw. mezony, albo trójkę (anty)kwarków – tzw. (anty)bariony (najlżejszym barionem jest proton).

Układem doświadczalnym był detektor LHCb. Jak sama nazwa wskazuje (i jak wielokrotnie pisaliśmy), służy on do uprawiania fizyki kwarku b (jak *beauty*, jest to najmasywniejszy kwark tworzący układy związane). Tym razem jednak najlżejszy piękny barion Λ_b był tylko stanem pośrednim (duża próbka tych cząstek może być obecnie wytworzona tylko w LHC).

Jednym z kanałów jego rozpadu jest $\Lambda_b \rightarrow J/\psi + K^- + p$ (gdzie J/ψ to układ związany $c\bar{c}$ – kwarku i antykwarku powabnego). Zazwyczaj rozpad ten jest dwuciałowy, bo kaon (K^-) i proton tworzą stan rezonansowy Λ^* . Okazało się jednak, że uwzględnienie wszystkich znanych wzbudzeń barionu Λ (najlżejszego barionu zawierającego kwark dziwny s) nie wystarcza do opisu obserwowanego wielowymiarowego rozkładu kinematycznego produktów rozpadu Λ_b . Udaje się to natomiast zrobić [1] po dopuszczeniu możliwości, że rozpad zachodzi również poprzez kanał $P_c^+ K^-$, gdzie P_c^+ jest właśnie pentakwarkiem o składzie kwarkowym $\{c, \bar{c}, u, u, d\}$.

Odkryto w ten sposób od razu dwa stany (podwójnie) powabnego (zawierającego kwark c) pentakwarku (na bardzo wysokim poziomie istotności statystycznej). Wyznaczono ich masy, szerokości (są to stany rezonansowe, czyli natychmiast się rozpadające) i liczby kwantowe.

Czy ciemna materia oddziałuje?

Tak, grawitacyjnie, o ile oczywiście istnieje. Praca [2] nie tylko dostarcza kolejnego na to dowodu, ale również pokazuje, jak można by było określić jej siłę samooddziaływania innego niż grawitacyjne.

Pomysł jest w zasadzie ten sam, co dekadę temu w przypadku gromady (zderzających się gromad) galaktyk *Bullet* (*Delta* 7/2001). Świecąca materia w gromadach galaktyk to przede wszystkim gorący gaz, świetnie widoczny w zakresie rentgenowskim. Gwiazdy w galaktykach to tylko kilkuprocentowy dodatek. Natomiast większość masy powinna przypadać na ciemną materię, oddziałującą głównie grawitacyjnie.

Zderzenie gromad galaktyk powinno wpłynąć wyłącznie na rozkład gazu, bo on samooddziaływa elektromagnetycznie, a galaktyki i gwiazdy w galaktykach są w tak dużych odległościach, że zderzenia praktycznie nie zachodzą.

Podobnie rozkłady ciemnej materii nie powinny ulec zaburzeniu, ze względu na słabość oddziaływania.

Widać to „jak na dłoni” właśnie w gromadzie *Bullet*, ale obrazy niektórych układów zderzających się gromad galaktyk są mniej oczywiste. Jest to częściowo związane z różnymi fazami zderzeń oraz różnymi kątami widzenia.

Autorzy pracy [2] postanowili przebadać wszystkie takie układy, pomierzone tak w zakresie rentgenowskim, jak w optycznym. W tym drugim przypadku chodzi nie tylko o rozkład galaktyk, lecz, przede wszystkim, o wykorzystanie soczewkowania grawitacyjnego do określenia rozkładu masy. Po odrzuceniu tych z jednodomałymi rozkładami gazu pozostało 30 zderzających się układów zawierających łącznie 72 gromady galaktyk.

Najpierw odrzucono hipotezę całkowitego braku ciemnej materii na poziomie istotności odpowiadającym $7,6\sigma$. Następnie zmierzono wartość „pozostawiania w tyle za gromadą” halo ciemnej materii względem takiego „pozostawiania” obłoku gazu. Pozwoliło to na oszacowanie przekroju czynnego na samooddziaływanie ciemnej materii $\sigma_{DM}/m = -0,25^{+0,42}_{-0,43} \text{ cm}^2/\text{g}$ lub $\sigma_{DM}/m < 0,47 \text{ cm}^2/\text{g}$ na poziomie ufności 95%. Z pierwszej formy wyniku widać, jak dużo brakuje do pozytywnego pomiaru samooddziaływania (w dodatku błąd nie jest tylko statystyczny; ujemność wyniku interpretuje się jako fluktuację w granicach niepewności pomiarowej). Wystarczyło to jednak na odrzucenie kilku klas modeli z ciemną materią o niezaniebnywalnym samooddziaływaniu.

W co inwestować?

Wszyscy (prawie) zostali już przekonani do globalnego ocieplenia. Niektórzy wieszczą jednak nadejście małej epoki lodowcowej związanej ze zmniejszającą się aktywnością słoneczną. To nie są wcale tezy przeciwstawne, bo mechanizmy są w zasadzie niezależne (a sumaryczny wpływ na temperaturę niepewny).

Na spotkaniu (brytyjskiego) *Royal Astronomical Society* (w lipcu 2015) Valentina Zharkova przedstawiła wyniki dopasowania modelu wnętrza Słońca do pomiarów pola magnetycznego naszej gwiazdy zebranych za pomocą *Wilcox Solar Observatory* w latach 1976–2008.

Ponoć (wyniki nie były do lipca opublikowane) model zawierający podwójne dynamo świetnie się zgadza i przewiduje destruktywną interferencję aktywności z minimum w cyklu 26. czyli około 2030 roku.

To może inwestować w opcje na średnią temperaturę za 15 lat?

Piotr ZALEWSKI

- [1] The LHCb collaboration, *Observation of $J/\psi p$ resonances consistent with pentaquark states in $\Lambda_b \rightarrow J/\psi K^- p$ decays*, arXiv:1507.03414v1; <http://lhcb-public.web.cern.ch/lhcb-public/Welcome.html#Penta>.
- [2] D. Harvey, R. Massey, T. Kitching, A. Taylor & E. Tittley, *The non-gravitational interactions of dark matter in colliding galaxy clusters*, arXiv:1503.07675v2; <http://astropix.ipac.caltech.edu/image/esahubble/heic1506h>.
- [3] <https://www.ras.org.uk/news-and-press/2680-irregular-heartbeat-of-the-sun-driven-by-double-dynamo>.