
Streszczenie

W niniejszej rozprawie rozważany jest Minimalny Supersymetryczny Model Standardowy (MSSM) jako niskoenergetyczna teoria efektywna wynikająca z Teorii Wielkiej Unifikacji (GUT) opartej o symetrię $SU(5)$. Dobrze znana unifikacja sprzężeń cechowania w MSSM jest uważana za jedną z głównych zalet tego modelu. Podobnie, także stałe Yukawy kwarku bottom i leptonu tau mają zbliżone wartości przy skali GUT, $M_{\text{GUT}} \simeq 2 \times 10^{16}$ GeV. Nie ma to jednak miejsca w przypadku pierwszej i drugiej generacji, o ile duże poprawki progowe nie wystąpią przy skali odprzegania superpartnerów μ_{sp} . W niniejszej pracy analizowana jest możliwość spełnienia w ten sposób minimalnych warunków brzegowych $SU(5)$ przy skali GUT $\mathbf{Y}^d = \mathbf{Y}^{eT}$ dla pełnej (3×3) macierzy Yukawy kwarków dolnych i leptonów w ramach MSSM zachowującego R-parzystość.

W pracy zaprezentowane są numeryczne argumenty przemawiające za następującą tezą:

Istnieją obszary przestrzeni parametrów zachowującego R-parzystość MSSM, w których zachodzi unifikacja macierzy Yukawy kwarków dolnych i leptonów, a przewidywane przez model wartości obserwabli zapachowych, elektrosłabych oraz innych kluczowych pomiarów dokonanych przy zderzaczach cząstek są zgodne z ograniczeniami doświadczalnymi.

Pokazujemy również, że unifikacja stałych Yukawy kwarku bottom i leptonu tau oraz kwarku dziwnego i mionu jest możliwa bez naruszenia warunku stabilności standardowej próżni MSSM, w której tylko nienaładowane pola Higgsa przyjmują próżniowe wartości oczekiwane. Jeśli żąda się także równości stałych Yukawy kwarku dolnego i elektronu przy M_{GUT} , pozostają tylko przypadki, w których standardowa próżnia MSSM jest metastabilna, ale dostatecznie długo żyjąca.

Rozważamy dwa odrębne scenariusze dla członów miękko łamiących supersymetrię przy skali M_{GUT} . W pierwszym z nich zakładamy, że człony miękkie są nieuniwersalne, ale diagonalne w przestrzeni zapachu w bazie super-CKM. W takim wypadku, trójliniowe sprzężenia Higgs-skwarek-skwarek (człony A) mogą wygenerować duże poprawki progowe do macierzy Yukawy $\mathbf{Y}^d$ przy skali odprzegania superpartnerów μ_{sp} . Jednocześnie nie pojawiają się żadne nowe znaczące wkłady do procesów z prądami neutralnymi zmieniającymi zapach. W rezultacie, warunek brzegowy $\mathbf{Y}^d = \mathbf{Y}^{eT}$ może być spełniony przy skali GUT. Jednakże, duże człony trójliniowe czynią zwyczajną próżnię Higgsa metastabilną (choć o czasie życia dłuższym niż historia Wszechświata). Niniejsza praca poszerza uprzednie wyniki tego scenariusza poprzez uwzględnienie wyników z pierwszej fazy działania LHC, zwłaszcza pomiaru masy bozonu Higgsa, jak też ilościowo rozważając istotne obserwabli zapachowe.

W drugim scenariuszu rozważamy nieznikające pozadiagonalne w zapachu elementy macierzy mas miękko łamiących supersymetrię. W celu uniknięcia problemu metastabilności założone diagonalne człony A są proporcjonalne do odpowiednich sprzężeń Yukawy. Wykazujemy, iż nietrywialna struktura zapachowa członów miękko łamiących supersymetrię pozwala na precyzyjną unifikację stałych Yukawy kwarku bottom i leptonu tau oraz kwarku dziwnego i mionu, przy spełnieniu wszystkich ograniczeń fenomenologicznych.