

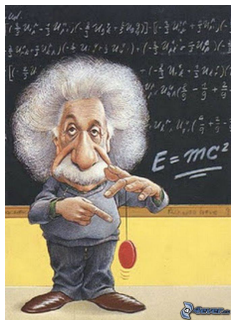
# Czy unifikacja fizyki jest możliwa?

Na podstawie artykułu Stevena Weinberga



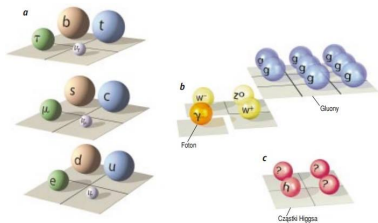
Dzięki eksperymentom prowadzonym w ośrodkach fizyki wysokich energii, naukowcy uzupełnili Model Standardowy o nowe cząstki, lecz unifikacja teorii wszelkich oddziaływań wymaga nowych pomysłów i jest kwestią przyszłości.

# Czy unifikacja fizyki jest możliwa?



Obecna teoria cząstek elementarnych i sił, znana jako Model Standardowy, zunifikowała elektromagnetyzm z oddziaływaniami słabymi, czyli siłami odpowiedzialnymi za wzajemne przekształcanie się protonów i neutronów w przemianach promieniotwórczych i w gwiazdach. Naukowcy mają wyobrażenie o tym, jak oddziaływania silne można połączyć z teorią oddziaływań słabych i elektromagnetycznych (Wielka Unifikacja), ale możliwe to będzie tylko wtedy, gdy zostaną również uwzględnione siły grawitacyjne, co stwarza duże trudności.

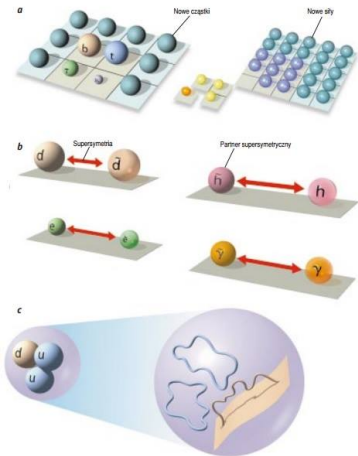
# Elementy modelu standardowego



W Modelu Standardowym każdej cząstce materii i każdej sile odpowiada pewne pole kwantowe. Podstawowe cząstki materii są fermionami tworzącymi trzy generacje (a). Fundamentalne siły są przenoszone przez bozony (b), które grupują się zgodnie z trzema pokrewnymi symetriami. Prócz tego jedna lub kilka cząstek Higgsa albo pól (c) nadaje masy cząstkom innych pól.

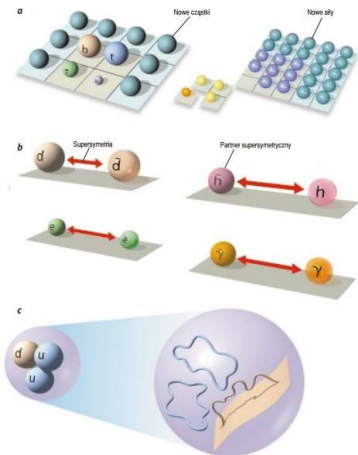
Model Standardowy nie zawiera żadnego mechanizmu nadawania mas tym cząstkom dopóty, dopóki nie wprowadzimy dodatkowych pól, zwanych polami skalarnymi. Pola takie nie wyróżniają żadnego kierunku - pozwala to polom przenikać całą przestrzeń, o oddziaływania innych pól z Modelem Standardowego z polami skalarnymi nadają występującym w nim cząstkom masę.

# Dalsze działania



Istnieje kilka możliwości zunifikowania fizyki, które wykraczają poza Model Standardowy. Modele technicolorowe (a) wprowadzają nowe oddziaływanie podobne do oddziaływania „kolorowego”, wiążącego kwarki. Supersymetria (b) kojarzy fermiony z bozonami i dodaje każdej znanej cząstce supersymetrycznego partnera. M-teoria i teoria strun (c) korzystają z nowych tworów, takich jak maleńkie struny, pętle i membrany, które przy małych energiach zachowują się jak cząstki.

# Dalsze działania



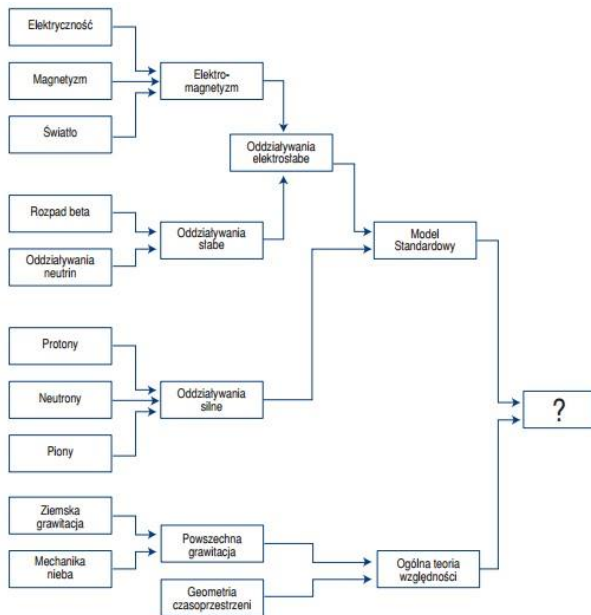
Grawitacja jest stłumionym nierenormalizowalnym oddziaływaniem. To na podstawie siły tego oddziaływania (a raczej jego słabości) w obszarze niskich energii naukowcy sądzą, że jego fundamentalna skala energii jest rzędu  $10^{18}$  GeV. Inne stłumione nierenormalizowalne oddziaływanie mogłoby powodować rozpad protonu z połowicznym czasem rozpadu od  $10^{31}$  do  $10^{34}$  lat, co może być procesem zbyt powolnym do zaobserwowania, nawet do roku 2050. Obserwacje tego typu dostarczą cennych wskazówek, jak należy skonstruować zunifikowaną teorię wszystkich oddziaływań, ale ostateczne jej dopracowanie najprawdopodobniej nie będzie możliwe bez radykalnie nowych pomysłów.

## Co poza czasoprzestrzenią?

W ostatnich kilku latach pojawiły się przypuszczenia, że pięć teorii strun (oraz kwantowa teoria pola w 11 wymiarach) to jedynie różne przybliżenia jednej fundamentalnej teorii, zwanej niekiedy M-teorią. Nikt jednak nie wie, jak wyglądają równania tej teorii. Po pierwsze, nie są znane fizyczne prawa rządzące tą teorią, ale prawdopodobnie nie będzie ona w ogóle korzystała z czasoprzestrzeni. Po drugie, gdybyśmy nawet potrafili sformułować tę fundamentalną teorię, moglibyśmy nie wiedzieć, jak ją wykorzystać do przewidywań, które by ją potwierdziły. W większości udanych przewidywań Modelu Standardowego wykorzystano metody obliczeń zwane teorią zaburzeń.

Niestety, siły w tej fundamentalnej teorii najprawdopodobniej nie są ani bardzo silne, ani bardzo słabe, co wyklucza możliwość zastosowania teorii zaburzeń.

# Podsumowanie



Odkrycie zunifikowanej teorii, opisującej zjawiska przy dowolnej energii, pozwoli nam odpowiedzieć na najistotniejsze kosmologiczne pytania. Czy rozszerzająca się chmura galaktyk, którą nazywamy Wielkim Wybuchem, miała początek w określonej chwili w przeszłości? Czy był to jedynie epizod w znacznie większym wszechświecie, w którym duże i małe wybuchy zachodzą nieustannie? A jeśli tak, to czy stałe przyrody, a nawet jej prawa, zmieniają się od wybuchu do wybuchu?



# Dziękujemy za uwagę

## **Źródło:**

*Czy uda się do roku 2050 zunifikować fizykę?* Steven Weinberg

## **Opracowanie:**

*Daniel Szura i Kacper Popiołek*