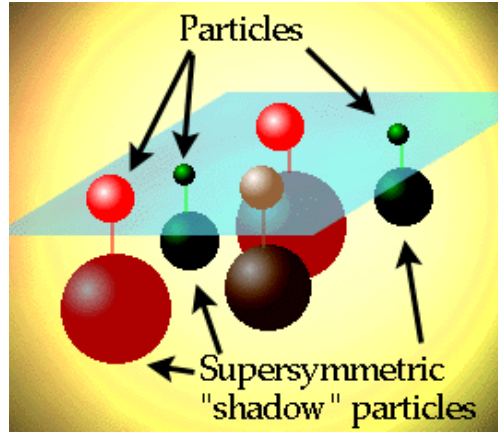


نظرية التناظر الفائق

تُعتبر نظرية النموذج القياسي أحد أهم نظريات عالم الفيزياء التطبيقية، حيث وضحت الفرق بين الجسيمات (الفيرميونات) وحوامل القوى (البوزونات). من ناحية هندسية، فإن الفرق الجوهرى هو أن الفيرميون يجب أن يُكمل دورتين (٧٢٠ درجة) ليعود لوضعه الابتدائي، أما البوزون فيكفي أن يدور دورة واحدة (٣٦٠ درجة) ليعود لوضعه الابتدائي. وهذا شجع علماء الفيزياء النظرية للبحث عن نظرية تناظر هندسية موحدة لوصف نمط هذين السلوكين الهندسيين على اختلافهما. في سبعينات القرن الماضي (١٩٧٠)، حدث التقدم المفاجئ المتمثل في اكتشاف نظرية تناظر سُميت بنظرية "التناظر الفائق". تفترض هذه النظرية أنه لكل جسيم مُشاهد يوجد جسيم ذا كتلة هائلة مناظر (يبدو كظل للجسيم المشاهد) يُسمى "نظير فائق" كما في الشكل أدناه، ويختلف الجسيم عن نظيره الفائق في قيمة الدوران المغزلي (أو الغزل) بمقدار النصف.



تعمل نظرية التناظر الفائق على ربط أبعاد الزمكان الأربعة بأربعة أبعاد أخرى، وبالتالي فهي توفر الحيز الذي يحتاجه الفيرميون لعمل الدورة الإضافية ليعود لحالته الأصلية أو وضعه الابتدائي، مع ملاحظة أن هذه الأبعاد الإضافية ليست زمانية ولا مكانية. في رياضيات التناظر الفائق، هناك عملية تصف دوران الفيرميون في الأبعاد الثمانية، وهذه العملية مكافئة لعملية الدوران الاعتيادية في أبعاد الزمكان الأربعة، وعليه يمكن تحويل الفيرميون إلى بوزون أو العكس وبتعبير آخر، لم يعد هناك فروقات بين الفيرميون والبوزون، وما نراه من أنواع متعددة من الجسيمات هو مجرد تصور تخيلي بسبب الاختلاف الهندسي.

عملية الدوران المذكورة أعلاه لا تعني أنه يمكن تحويل البوزون لفيرميون أو العكس بعملية دوران، وإنما لكل فيرميون معروف يوجد بوزون جديد، وكذلك لكل بوزون معروف يوجد فيرميون جديد كجسيمات مناظرة تنشأ عن دوران فيرميون معروف أو بوزون معروف. اعتمدت طريقة تسمية البوزونات والفيرميونات الناشئة عن عملية الدوران كالتالي:

- البوزون الجديد له نفس اسم الفيرميون المناظر له مع إضافة "s" في البداية، فمثلاً: نظير الإلكترون يُسمى selectron
- الفيرميون الجديد يُسمى باسم البوزون المناظر له بعد تعديله وإضافة "ino" لآخر الكلمة، مثلاً: نظير الفوتون يسمى photino

الفرق الاساسي بين كل جُسيم ونظيره الفائق هو مقدار الغزل والكتلة. فالفيرميونات ذات الغزل ٢/١ يكون غزل نظائرها صفر، أما البوزونات ذات الغزل ١ يكون غزل نظائرها ٢/١، كما أن النظائر الفائقة ذات كتل هائلة مقارنةً بالجسيمات الأولية المعروفة.

في الجدول التالي توضيح للجسيمات الأولية ونظائرها الفائقة بأسمائها ومقادير الغزل لكل منها:

Particle	Symbol	Spin	Superpartner	Symbol	Spin
quark	Q	1/2	Squark	\tilde{q}	0
Electron	e	1/2	Selectron	\tilde{e}	0
Muon	μ	1/2	Smuon	$\tilde{\mu}$	0
Tauon	τ	1/2	Stauon	$\tilde{\tau}$	0
W	W	1	Wino	\tilde{W}	1/2
Z	Z	1	Zino	\tilde{Z}	1/2
Photon	γ	1	Photino	$\tilde{\gamma}$	1/2
Gluon	g	1	Gluino	\tilde{g}	1/2
Higgs	H	0	Higgsino	\tilde{H}	1/2

لتضمين نظرية التناظر الفائق في الفيزياء التطبيقية، يجب أن تُعدل نظرية النموذج القياسي لتضم على الأقل ضعف العدد الحالي من الجسيمات (نظير فائق لكل جسيم أولي معروف)، مما يعني إمكانية وجود مزيد من التفاعلات الفيزيائية. بما أنه لم يتم رصد أي من النظائر الفائقة، إلى الآن، فهذا يعني أننا نتحدث عن "تناظر محطم".

إذا كان أي نظام متناظرًا عند طاقات عالية جدًا، فإن تناظره يتحطم تلقائيًا عندما يعود لطاقته الدنيا أو الأرضية. وبتطبيق هذا على الكون، يُعتقد أنه كان متناظرًا تحت الشروط العالية التي رافقت ولادته، وكان هذا التناظر كاملاً، حيث يوجد نظير فائق لكل جسيم، ولكن مع انخفاض درجة حرارة الكون تحطم هذا التناظر تلقائيًا. بُني هذا الافتراض لأن الجسيمات الفائقة ذات كتل هائلة، مما يجعل إمكانية وجودها منحصرة فقط عند طاقات عالية جدًا. ولكن هناك إمكانية لرصد النظير الفائق الأقل كتلةً، والذي تضمحل له النظائر الفائقة ذات الكتل العالية، وإلى أن يتم رصد هذا الجسيم، تُعتبر نظرية التناظر الفائق غير مثبتة عمليًا.

مترجم بتصرف من البحث الموجود في الرابط:

http://haljawhari.kau.edu.sa/Files/0002631/files/3326_LHC.pdf