أنبوبة Geiger

إن الاضمحلال الإشعاعي – أو الإشعاع الناتج– يمكن أن يتم اكتشافه باستخدام جهاز يسمى أنبوبة Geiger، وهي تتكون من أنبوبة محمولة محتوية على غاز، والذي يكون موصلاً للكهرباء عندما تمر جسيمات الإشعاع من خلاله. وأن الأنبوبة بها مسامير معدنية مركزية والتي يكون بها جهد كهربي مرتفع بالنسبة للغطاء المعدني الخارجي. وأن جسيمات الإشعاع تمرر مع مسارات إلكترون في ذرة الغاز لتجعل الذرة بهذا الشكل مشحونة كهربياً، ومن ثم يعجل الجهد الكهربي المرتفع الذرة المشحونة، والذي يسبب تصادمًا مع مزيد من ذرات الغاز. الإلكترونات تضرب بقوة المسارات في هذه الذرات بسبب التصادم، والذي يجعلها مشحونة ويقود إلى تأثير "مندفع" والذي يظهر مع نبضة تدفق الكهربي عبر الغاز – وأن النبضة الكهربية يمكن تسجيلها على العداد الكهربي للأنبوبة – أو إرسالها إلى مكبر الصوت ليعطي "نقرة" مسموعة.

توحيد النظريات

نظرية كالوزا كلين

إن النسبية العامة لآينشتاين جمعت المكان والزمان معاً قي وحدة واحدة رباعية الأبعاد والتي تعرف باسم "الزمكان". وأن النقطة الجوهرية في نظريته قد كانت أن منحنى الزمان والمكان يمكن أن يفسر قوة الجاذبية. وفي عقد العشرينات من القرن العشرين، الرياضيين ثيؤدر كالوزا وأوكار كلين أضافا معادلات ماكسويل الخاصة بالكهرومغناطيسية إلى هذا الخليط، مفترضين وجود بعد خامس وهم استخدموا المنحنى الناتج من "الزمكان" خماسي الأبعاد لتكوين نظرية موحدة تصف كل من قوى الجاذبية والقوى الكهرومغناطيسية. وهم جادلوا بأننا لا نرى البعد الإضافي، لأنه يكون مدمجًا بشكل لولبي مما يجعله غائبًا عن الرؤية.

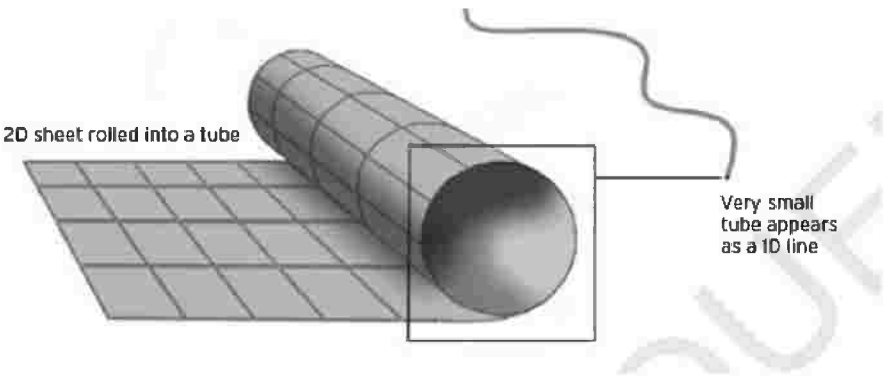
من أجل أن تعمل هذه النظرية، قام كالوزا وكلين أيضاً بتقديم مجال جديد للجسيمات والذي يسود الفراغ في المعادلات التي قدموها. بالعودة لعقد العشرينات من القرن

العشرين، فإن الفيزيائيين لم يكونوا يعتقدوا أن مجالات كهذه للجسيمات توجد حقاً. واليوم، مع ذلك، فإن جسيمات جديدة يتم التنبؤ بها على نحو روتيني- وفي بعض الحالات يتم اكتشافها تجريباً. وأن نموذج كالوزا وكلين يعترف به على إنه صاغ القاعدة للأفكار الحديثة في عملية توحيد قوى الطبيعة، مثل نظرية الوتر ونظرية -M.

الأبعاد الإضافية

إننا جميعاً نكون معتادين أن العالم يكون حيزًا ثلاثي الأبعاد يضاف إليه بعد رابع، وهو الزمن، ولكن بعض النظريات الفيزيائية تقترح المزيد من هذه الأبعاد - حيث يوجد أبعاد إضافية مختفية عن الرؤية. وأن الأبعاد الإضافية تنتج في النظريات التي تسعى لتوحيد قوى الطبيعة. والأكثر شيوعاً وجود أبعاد إضافية للحيز المكاني، رغم أن نظرية M قد أشارت إلى وجود أبعاد إضافية للزمن أيضاً.

إن السبب في أننا لا نرى الأبعاد الإضافية هو أنها تكون "أبعاد مدمجة". قم بأخذ صفحة من الورق وقم بلفها في شكل أنبوبة. كلما أصبح قطر الأنبوبة أصغر، فإن صفحة من الورق ثنائية البعد تبدأ في إظهار خط ذي بعد واحد على نحو متزايد، وهو ما يحدث عندما يتم ضغط البعد (compactified). وأن الجسيم الذي يحاول التحرك في البعد الإضافي سريعاً يعود مرة أخرى للنقطة التي بدأ منها. في 2007، علماء الفيزياء في جامعة ويسكونسين - ماديسون، اقترحوا أن دراسات إشعاع الموجات القصيرة الخلفية يمكن أن يكون في اتجاه واحد، والتي يمكن أن تستخدم في محاولة معرفة عدد الأبعاد في العالم الذي نحن نعيش فيه بالضبط.



نظرية الكهربية الضعيفة electroweak

أحد الانجازات المعروفة في القرن العشرين للفيزياء كانت الاكتشاف في 1968 بان معادلات ماكسويل تطبق على كل من الكهرومغناطيسية والقوة النووية الضعيفة – وهي القوة المسئولة عن الاضمحلال الإشعاعي داخل نواة الذرة – والتي تظهر نفس الظواهر الرئيسة وقد سميت: القوة الكهربية الضعيفة electroweak. ومن المشهد الأول، فإن الأثنين يظهر أنهما متعارضان، القوة الضعيفة والتي تكون – ضعيفة للغاية. وبينما الكهرومغناطيسية يكون لها مدى متسع على نحو مفرط – وهي الموجات الكهرومغناطيسية، مثل الضوء والراديو، والتي يمكنها أن تعبر الكون – بينما القوة الضعيفة تكون محجوزة داخل نواة الذرة.

ومع ذلك، فإن علماء الفيزياء عبدوس سلام وشيلدون جلاشوو وستيفن وينبرج أظهروا كيف لعناصر متفاوتة كهذه أن تتحد في مدى الطاقة العالية، كما حدث أثناء اللحظات الأولى للكون بعد البيج بانج Big Bang. فإن نظريتهم، والتي تجسد كسر التناظر (التماثل) التلقائي، تنبأت باثنين من الجسيمات غير الذرية – والتي تسمى W & Z– وهي تم اكتشافها فوراً في معمل CERN الأوربي لتعجيل الجسيم 1973. وأن نظرية الكهربية الضعيفة electroweak كانت تمثل على هذا النحو إنجاز في الفيزياء ولذلك فإن واضعي هذه النظرية قد حصلوا على جائزة نوبل في 1979.

كسر التناظر (التماثل) التلقائي

إن الظواهر في النظريات الموحدة لفيزياء الجسيم، والتي فيها القوى تتوحد معاً بالنظرية الموحدة عند طاقة عالية لتنفصل عن بعضها البعض بينما الطاقة تنخفض. وعلى سبيل المثال، فإن القوى الكهربية الضعيفة توجد في الكون لأجزاء صغيرة من الثانية بعد خلقها في الحرارة العالية لـ Big Bang. وفور بدأ الكون في أن يبرد على نحو كافٍ بدأ يجتاز مرحلة انتقالية وفيها انفصلت القوى إلى القوى الكهرومغناطيسية والقوى الضعيفة والتي نراها في أيامنا الحالية.

إن كلمة "التناظر" (التماثل) هنا لا تشير إلى الصور البسيطة للمرآة، ولكن لحالات التناظر

الذاتية المعقدة التي توجد في الرياضيات والتي تصف كل نظرية. وخلال كسر التناظر التلقائي، فإن التناظر الكلي للنظرية الموحدة ينكسر وينقسم إلى تناظرات فردية لنظريات المكون. وأن حالة التناظر (التماثل) عالية الطاقة تكون مشابهة في الغالب لتوازن قلم رصاص على جانبيه. ولكن إذا ما سقط القلم الرصاص في اتجاه محدد، فإن التوازن سوف ينكسر.

النظرية الموحدة العامة

تماماً مثل نظرية القوة الكهربية الضعيفة والتي ربطت بنجاح القوة الضعيفة، فإن علماء الفيزياء قاموا بالبحث عن نظرية موحدة، يمكنها أن تظهر تفاعل القوى الكهربية الضعيفة والقوة القوية – وهي القوة التي تربط الجسيمات داخل أنوية الذرات. وأن مخطط كهذا يكون معروف بالنظرية الموحدة العامة (GUT).

ومع ذلك، فالعلماء حتى الآن لم يتفقوا على الشكل الصحيح الذي ينبغي أن تكون عليه النظرية العامة الموحدة GUT. أحد أسباب ذلك هو الافتقار للبيانات التجريبية. وتماماً كما في نظرية القوة الكهربية الضعيفة، فإن نماذج GUT تشمل كسر التناظر التلقائي، والذي يعني أن القوة الكهربية الضعيفة والقوة القوية قد ارتبطا معاً خلال مرحلة الكون عالية الطاقة قبل التقسيم بينما هي تبرد. ولكن طاقة توحيد GUT يعتقد أنها 100 مليون مليون مرة أعلى من القوة الكهربية الضعيفة، وأن معجلات الجسيم ليست حتى الآن قريبة بقدر كافٍ حتى يتم القيام بتجريب هذا المدى.

التناظر الفائق

إن الفيزياء النظرية تكون في كافة حالات التناظر – معبرة عن الأشياء التي يمكنك أن تقوم بها لنظرية تترك توقعاتها بلا تغير. وأن مثالاً بسيطًا يكون تماثل الزمن. فبفرض سقوط حجر من نافذة غرفة نومك في يوم الثلاثاء فإن نفس معادلات حركته سوف تحكم نفس هذا السقوط إذا ما قمت به يوم الأربعاء. وأن حالات تماثل أكثر عمقاً وبراعة تستخدم لتميز القوانين المعقدة الخاصة بعالم الجسيم اللاذري، أحد الأمثلة يكون التماثل

الفائق. وأن الجسيمات البدائية للمادة تنقسم إلى اثنين من العائلات المتميزة – والتي تسمى البوسونات والفيرمونات وأن الفرق بينهما يتوقف على كمية مجردة تسمى العزم المغزلي الكمي.

في ظل التماثل الفائق، فإن كل جسيم (بوسون) يكون له نظير (فيرمونت)، والعكس بالعكس. وأن كافة ما يسمى "النظراء" وجدوا في الانقسام الأول بعد الانفجار العظيم (big bang)، قبل أن يدفع حدث كسر التناظر التلقائي الكون ليوجد به فقط الجسيمات التي نراها اليوم. ويجد النظريين الفيزيائيين أن التماثل الفائق، وأحياناً يكتب SUSY، يساعد في التخلص من بعض "الإنحرافات" غير الحقيقة – فإن القيم الفيزيائية اللانهائية وغير محدودة مثل كتل الجسيمات – والتي يتم افتراضها بواسطة النظريات الموحدة ونظريات كل شيء، لا يمكن التعامل بها بواسطة الطرق العادية.

المادة المرآة

مثل شركاء التناظر الفائق، فإن المادة المرآة تكون عائلة أخرى افتراضية من الجسيمات غير الذرية التي يتم التنبؤ بوجودها بواسطة حالات التماثل الرئيسة للطبيعة.

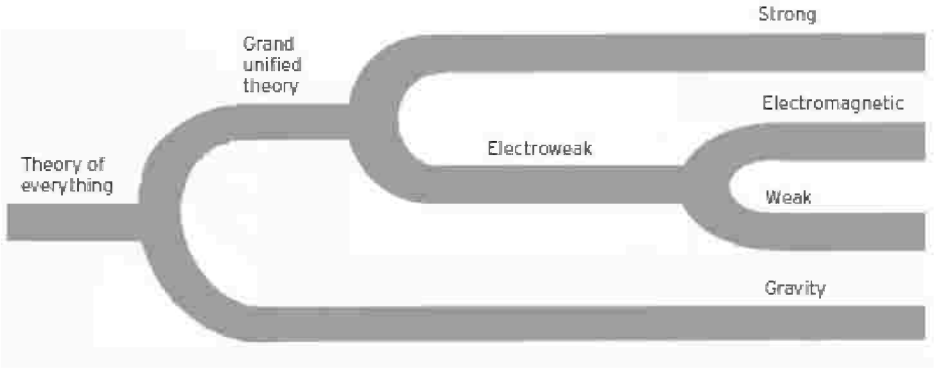
وتعنى المادة المرآة بالتناظر المعروف "بالتكافؤ – التناظر" – وبتعبير دقيق تماثل انعكاس المرآة. أن يدينا تعتبر تناظر تكافؤ، لأنه لكل يد يسرى يوجد يد يمنى كمرآة لها. وعلى نحو مشابه، فإن الكهرومغناطيسية والقوة القوية والجاذبية جميعها تعتبر متكافئة (متناظرة) أيضاً– لان لكل جسيم يد يسرى في هذه النظريات يكون نظير يد يمنى له. ومع ذلك، فإن القوة الضعيفة يبدو أنها تدخل هذا التصور.

المادة المرآة تكون محاولة لتحقيق التوازن عن طريق افتراض أن لكل جسيم في نظرية التفاعلات الضعيفة يكون هناك شريك مرآة له. إذا جسيمات المرآة هذه كانت موجودة فهي غالباً تتفاعل مع المادة العادية عن طريق الجاذبية. وعلى نحو مناسب، فإن ذلك يجعلها مرئية بشكل فعلي – والذي يفسر لماذا المادة المرآة لم يتم إيجادها حتى الآن. وعلى الرغم أن بعض العلماء يعتقدون أنها توجد، فإن التأمل في جسيمات المرآة يمكن أن يعزي هذا للمادة السوداء في الكون.

نظرية كل شيء

النظرية الموحدة العظمى تجمع معاً كل عناصر الطبيعة الأربعة – الكهرومغناطيسية والقوة النووية القوية والضعيفة والجاذبية – في إطار رياضي منفرد مترابط. وأن النماذج النظرية مثل هذه تعرف "بنظريات كل شيء" وتجد أن النظرية التي تعبر عن هذا الكون تعتبر متسعة جداً عن إطار الفيزياء. وهناك فكرة خاطئة سائدة بأن نظرية كل شيء سوف تسمح للعلماء بحساب حالة كل جسيم من المادة والذي يوجد في أي وقت، وأن ذلك سوف يظهر التصور الخاص بمستقبل الكون. فالحقيقة هي أن ذلك سوف لن يكون أكثر من نظرية الكهرومغناطيسية التي تقول لك أي أغنية هي التي يتم الاستماع إليها الآن عبر الراديو.

وأن صعوبة المبدأ في نظرية كل شيء يكون ارتباطها بالنظرية الكمية، والتي تصف القوى الكهرومغناطيسية والقوى النووية، بناء على نظرية النسبية العامة لآينشتاين، والتي تصف الجاذبية. وفي محاولات جعل نظرية النسبية العامة كمية– أي تحقيق "جاذبية كمية" فإن هذه المحاولات في الغالب تنتج نتائج غير فيزيائية. ومع ذلك، فإن تقدم يتم مع نماذج مرشحة مثل نظرية الوتر والأخ الكبير الخاص بها ونظرية M.



نظرية الوتر

وهي نظرية تم تطويرها من بداية عقد السبعينات من القرن العشرين، فإن نظرية الوتر تكون طريقة جديدة للبحث عن الجسيمات الفيزيائية– من خلال التعامل مع الجسيمات. أن الجسيمات الحقيقية التي يتم ملاحظتها في الطبيعة – مثل الإلكترونات والبروتونات –

يكون لها حجم محدد، وذلك يقود بعض الفيزيائيين لانتقاد هذه النقطة - كما لو كانت الطبيعة أسندت لهم القيام بالحسابات. فإن نظرية الوتر تكون محاولة للتعبير عن ذلك عن طريق استبدال الجسيمات النقطية بكائنات يكون لها درجة من التمدد في الفراغ- وفي هذه الحالة، فإن "أوتار" الطاقة تتمدد في بعد واحد. وأن الجسيمات التي نعرفها يمكن أن يتم التفكير فيها على أنها موجات ثابتة، أو "نغمات Tones" يتم عزفها على الأوتار.

تعتبر نظرية الوتر واحدة من المخططات العديد المحتملة لتوحيد النسبية العامة مع نظرية الكم وبذلك يتم ابتكار نظرية كل شيء. ومثل النماذج الموحدة التي تمت من قبل مثل نظرية كالوزا-كلين، فإن نظريات الوتر تتطلب وجود أبعاد إضافية - وعلى نحو أكثر شيوعاً، منحنى زمكان مكون من 10 إلى 26 بعد يكون مطلوباً. وبعد نظريات الوتر أيضاً تجسد التماثل الفائق - وتقود لما يعرف "بالأوتار الفائقة"

نظرية M

في 1995، العديد من نسخ نظرية الوتر قد ظهرت - بدون طريقة واضحة للاختيار فيما بينها - والذي قاد العلماء لوضع نظرية شاملة جديدة، والتي فيها كل نظرية محتملة للوتر تعبر عن حالة خاصة. النموذج الجديد تم تسميته نظرية M. فبدلاً من التعامل مع الجسيمات "كأوتار" من بعد واحد، فإن نظرية M الآن تتعامل معهم "كأغشية من بعدين". نظرية الأوتار ما تزال هنا فهي تكون شريحة من 1D (بُعد واحد) من هذا الغشاء 2D المكون من بعدين، مع انتباه شديد بأن تقدير شريحة الجسيم تغير نظرية الوتر الذي تبحث عنه. ومن أجل أن تعمل هذه النظرية، فإن الفراغ ينبغي أن يزداد ببعد واحد إضافي آخر فوق كافة الأبعاد التي تتطلبها نظرية الوتر. وهكذا، فعلى سبيل المثال، فإن كافة نظريات الوتر ذو العشرة أبعاد قد وضعت معاً في نظرية M ذات الأحد عشر بعداً. لا أحد يبدو متأكدًا أن حرف M في النظرية يأتي من كلمة مصفوفة، وأن الغشاء قد يتم اعتباره مثل "الأم" أو "السيد".