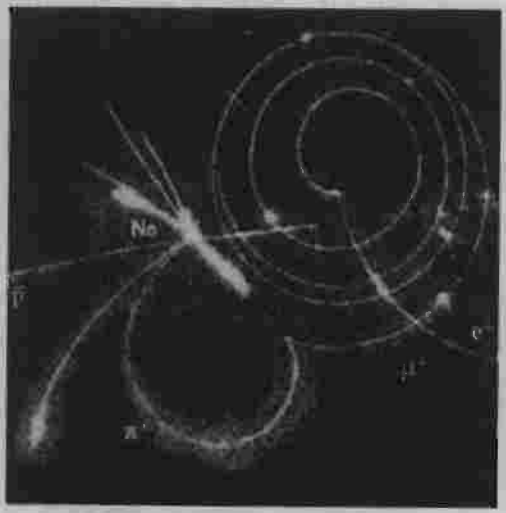
التماثل.. والكون الظل

إن التماثل Symmetry هو المفتاح إلى الفهم الحديث للجسيمات دون الذرية والقوى وعلى سبيل المثال، فعند وجود طاقات عالية جداً، لا يوجد أى فرق بين الكهرمغنطيسية Electromagnetism والقوة الضعيفة Weak .

إذ يتم وصفهما باعتبارهما قوة واحدة هى «الكهرضعيفة» Electroweak وأبسط طريقة لفهم هذه القوة، تكون من خلال كتلة الجسيمات التى تحمل القوى الكهرمغنطيسية وهى الفوتونات photons عديمة الكتلة، ومدى الفوتون كقاعدة غير محدد «لانهائى» إذ أن أبعد كوازر Quasar «شبه نجم» له أزاحة حمراء Redshift أكبر من ٤,٥ ، يمكن أن يؤثر كهرمغنطيسيًا على كوكب الأرض ذاته – وهو ما يحدث فى الحقيقة – عندما يأتى فوتون من كوازر ويصطدم بلوح فوتوغرافى داخل تلسكوب أرضى. وعمليًا – نظراً لتوازن الشحنات الموجبة والسالبة – فإن القوى الكهرمغنطيسية ليست هامة عبر ملايين السنوات الضوئية، كما فى هذه الحالة.

البوزون.. والجسيمات الإفتراضية

وللمقارنة فإن الجسيمات التى تحمل القوة الضعيفة، تقل كتلتها قليلاً عن مائة مرة قدر كتلة البروتون، ولكى يؤثر جسيم واحد على آخر – عن طريق القوة الضعيفة – فإنه يجب ايجاد حاملات القوى التى يطلق عليها «البوزونات» Bosons ، ويتميز هذا البوزون بأنه كبير الكتلة.



وعلى البوزون أن ينطلق خارجاً من الفراغ حسبما يسمح به مبدأ اللايقينية الكمية Quantum Uncertainty Principle «مبدأ اللايقينية هو القول بأنه في كل مقدارين يرتبط أحدهما بالآخر، كلما زادت الدقة في تعيين أحدهما في وقت ما، زاد الاشتباه في تعيين الآخر في نفس ذلك الوقت»، ويندفع هذا البوزون حتى الجسيم المجاور ثم يمتص في الفراغ، بعد أن يكون قد أثبت وجوده ولأن هذه الجسيمات الإفتراضية Virtual كبيرة الكتلة، فإنها لا توجد إلا لفترة قصيرة جداً، وينحصر مداها في المسافة التي يمكن أن تقطعها في هذه الفترة، وتبلغ تقريبًا المسافة عبر نواة الذرة !

وتصبح القوة الكهرمغنطيسية والقوة الضعيفة متماثلتين، بحيث يصعب التفريق بينهما عند وجود طاقة كبيرة . وتنشأ هذه البوزونات بوفرة بنفس الطريقة التي توجد بها الفوتونات عديمة الكتلة بوفرة في النجوم حاليًا، أو حتى في أي تيار كهربائي معقول يسري في مصباح كهربائي أو ضوء كشاف.

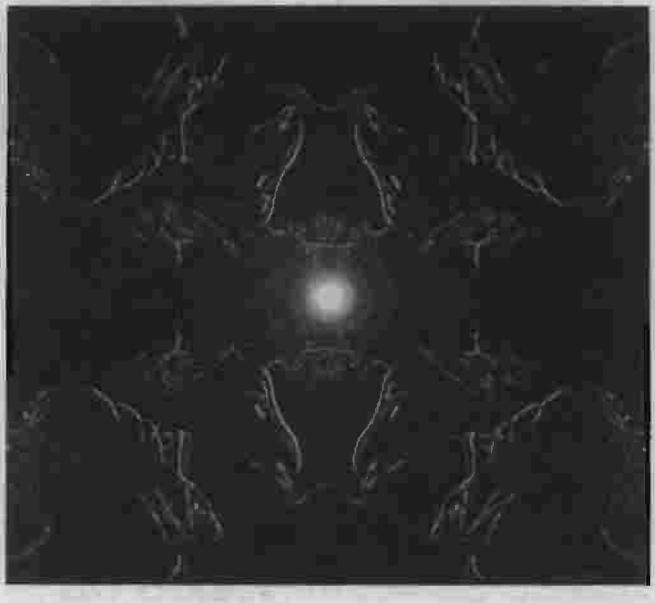
فهل إذا كان الكون بأسره عند درجة حرارة مرتفعة جداً،

فإن البوزونات الضعيفة لا تلبث أن تصبح حقيقية بدلاً من كونها إفتراضية ؟

التماثل الفائق

لقد سادت مثل هذه الظروف فى الأنفجار الأعظم Big Bang ، عندما أنخفضت درجة الحرارة إلى الحد الذى توقفت فيه البوزونات الضعيفة عن الوجود كجسيمات حقيقية، واختفى التماثل بين القوى الضعيفة والكهرمغنطيسية.

وزوال التماثل ليس هاماً فقط لأنه يفسر كيف حدث تعقّد الكون البارد الذى نعيش فيه الآن، منذ الأنفجار الأعظم الذى كانت حرارته مروّعة، بل لأن التغيرات المقترنة ببعض أشكال زوال التماثل، توفر الطاقة اللازمة لدفع الكون خلال فترة التضخم Inflation ، التى خففت التخضنات فى الزمكان Space time وجعلته مستوياً.



وأعظم تماثل اكتشف حتى الآن، هو التماثل الفائق Su-per Symmetry أى التماثل المفترض بين الجسيمات والقوى، التى تحطمت سريعًا جداً عقب لحظة الخلق إلا أن بعض التعديلات المشرقة فى نظرية الأوتار الفائقة Superstrings تتضمن تماثلاً يبلغ ضعف هذا التماثل.

وهناك «مكان» في نظرية الأوتار الفائقة، لطبقة تماثل أخرى، يتوازن فيها العالم المشترك من الجسيمات والقوى التي نعرفها، مع عالم آخر معقد يحتوى على جسيمات وقوى لا نعرف شيئاً عنها، والتجارب المستقبلية كفيلة بالكشف عنه.

وطبقاً لهذه النظريات فإن ذلك هو طبقة التماثل النهائية. وقد حدث الأنشطار في نفس الوقت، الذى أصبحت فيه الجاذبية متميزة عن القوى الأخرى في الطبيعة، أى بالضبط بعد 10^{-43} ثانية من لحظة الخلق.

كون.. الظل

عندما كان الكون في بداية نشأته حيث كانت الحرارة مروعة، كان هناك تماثل رائع لا يمكن فيه تمييز كافة القوى والجسيمات عن بعضها البعض. ولكن بعد أن انطلقت الجاذبية من عقال القوى الأخرى، انقسم التماثل إلي «تماثلين» صغيرين متطابقين مبدئياً، وأحد هذين التماثلين الصغيرين – الذى تعرض لسلسلة متعاقبة من الأنشطارات – كان وراء الكثير من القوى

والجسيمات التى نعرفها فى الوقت الحاضر.

ولكن ما الذى حدث للتماثل الآخر ؟

من الجائز أن يكون قد حدث له أى شئ لعله باستمرار إنقسامه، قد أوجد كثيراً من الجسيمات والقوى التى ربما تتشابه مع تلك الموجودة فى كوننا، وربما لا تتشابه معها. ولكن أهم شئ بصدد هذا التماثل الآخر «أو الكون الآخر» أنه نتيجة لأنقسامه من كوننا - وقت أن أصبحت الجاذبية ملحوظة - أن الجاذبية أصبحت هى القوة الوحيدة المشتركة بين هذين الكونين. وربما كان بمقدورنا أن نكتشف هذا الكون الآخر من خلال تأثيره التجاذبى على مادة كوننا، إلا أننا لا نستطيع مطلقًا أن نتفاعل معه بأى طريقة كانت.

فما هى التسمية التى نستطيع أن نطلقها على هذا الكون الآخر، عدا «كون الظل» Shadow Universe، وما عسى أن تكون محتوياته سوى «مادة الظل» Shadow Material، ولعلك تحيا فى قاع أحد محيطات مادة الظل أو تسير عبر سفح أحد جبال الظل دون أن تدرك ذلك !

ومادة الظل هى المقترح الواضح للجزء الأسود من الكون هو – على الأرجح – كون ثان كامل يتغلغل فى كوننا ويتمدد معه ويشترك معه، فى تأثير الجاذبية، ولكنه خفىّ ولا يمكن كشفه. وإذا كان كون الظل هو صورة طبق الأصل لكوننا «أى صورة مرآة له» وبنفس القدر من المادة، التى تكوّن كواركات الظل Shadow Quarks ولبتونات الظل Shadow Leptons وكذلك ربما ظل المادة المظلمة Shadow Dark Matter على شكل أكسيونات ظل Shadow Axions فلابد أن يكون هناك نجوم وكواكب ظل داخل مجرتنا .

وربما يطمئنك أن تعلم أنك لا تعيش داخل أحد جبال الظل، إذ على الرغم من أن شكلى المادة «المادة العادية والمادة الظل»، يمكن بالفعل أن يتغلغل أحدهما فى الآخر لتكوين كوكب «أو كوكب مزدوج»، إلا أن حسابات كتلة الأرض والمقارنات مع الحركات المدارية للأقمار توضح وجود مادة ظل أقل من ١٠ ٪ داخل كوكبنا، وربما لا شئ مطلقاً.

واحتمال وجود مادة ظل داخل الشمس، هو أكثر ضآلة لأن هذا النوع من المادة الغريبة، سوف يغوص فى القلب، ويحدث تأثيراً تجاذبياً فى المناطق الداخلية من الشمس، دون أن يؤثر عليها من أى ناحية أخرى. مما يجعل الشمس أسخن فى منتصفها، وسوف يتضح ذلك فى الدراسات المستقبلية للنيوترينوات Neutri-nos القادمة من الشمس.

والأرجح أن فكرة كون الظل، الذى يشبه تماماً كوننا الذي نعيش فيه، مازال فى نطاق الخيال العلمى، ولكن لا داعى لليأس إذا كانت لديك القدرة على التحليل والاستنتاج.

ولكن لماذا – قبل أى شئ آخر – يجب أن يكون كون الظل قد تعرض تماماً لنفس نوع تحطيم التماثيل الذى تعرض له كوننا ؟

ربما كان يتضمن أنواعًا مختلفة من الجسيمات والقوى، بحيث تنطبق عليها قوانين فيزيائية مختلفة. فعلى سبيل المثال فإن كل مادة كون الظل قد تتفتت أو تتحلل إلى جسيمات دون كتلة، أو لابد ن يكون هناك توازن تام بين مادة الظل ومضاد مادة الظل Anti Shadow Material بحيث تفنى مادة الظل إلى إشعاع.

كذلك يجب أن يكون هناك واحد أو أكثر من أنواع جسيمات الظل، التى تحتوى جميعها على القدر الصحيح من الكتلة التى تنشئ الكون «أو الأكوان» مسطحًا، وتظل منتشرة بانتظام خلال الفضاء وبدون أن تتجمع مع بعضها البعض فى نجوم أو مجرات.

المادة المظلمة.. والكثافة الحرجة

فإذا لم يرق لك ذلك، تخيّل كونًا للظل تكون فيه قوانين الفيزياء مختلفة، بحيث لا يكون النجم أكبر من أى منزل موجود على سطح الأرض. وإذا حدث وسقط نجم الظل على مدينة ما فلن يشعر سكانها بأى شئ.

وأنا لست - كما قد تكون قد تصورت - متحمساً لفكرة كون الظل، ولكن هناك فرصة كبيرة للتصور وفرصة قليلة جداً للاختبارات والملاحظات التجريبية. والجسيمات التى نعرف بوجودها «مثل النيوترينوات» أو التى تتطلبها أفضل نظرياتنا «مثل الإكسيونات»، تسهم بشكل رائع فى جميع المادة المظلمة، بل قد توفر الكثافة الحرجة Critical Density للكون المسطح دون ترك أى مكان لمادة الظل. ومادة الظل هى ببساطة شئ رائع فيما يتعلق بالجاذبية، بيد أننا لا يمكننا أن نثبت عن طريق معرفة طبيعتها أنها موجودة بالفعل.

إننا نستطيع أن نكشف عن وجود المادة المظلمة Dark Matter الباردة فى المختبر أو من خلال تأثيرها على الشمس والنجوم والمجرات وكذا دراسة خواصها، إلا أنك لن تتمكن من الإمساك بمادة الظل ما لم تكن محظوظاً بما يكفى لتجد ثقباً أسود دقيقًا Mini Black Hole لأن إشعاع هوكنج Haw-king's Radiation الذى يصدر عن الثقب الأسود سوف

يشـتـمل على كل من المادة والمادة الظل. ولكن عليك أولاً اقتناص هذا الثقب الأسود.

كيف يمكن إذن أن نعرف إذا ما كان هذا الكون الظل موجوداً بالفعل؟ تكمن الإجابة فى الجاذبية تلك القوة التى يتشارك فيها كوننا مع الكون الظل، وأعتقد أن الجاذبية سوف تكون فى بؤرة الأبحاث العلمية المستقبلية.