

## الحلقة التاسعة من دراسة نظرية الانفجار العظيم

(9)

نظرية الانفجار العظيم 10-9

هل هي حدث فريد أم متكرر إلى ما لانهاية؟ ماذا قبل وماذا بعد البغ بانغ؟

صراع النسبية العامة وميكانيكا الكم الكوانتوم وما بعدهما، هل سنصل يوماً لنظرية كل شيء، وهل نعيش في كون متعدد؟ (النماذج المختلفة لأكوان متعددة) وهل نعيش في محاكاة حاسوبية، كون "ماتريكس"؟

د. جواد بشارة

ولادة الكون المرئي:

لفهم إمكانيات الحياة في المجرة تمامًا، من الضروري معرفة أصل الكون. في الواقع، نحن الآن قليلون بالقرب من بعض حقيقة هذا الانفجار العظيم الشهير. في الآونة الأخيرة، تمكن القمر الصناعي الاصطناعي بلانك من إعطائنا تأكيدًا على هذه الحالة. كيف حدث هذا؟ بفضل الاكتشاف الاستثنائي الذي تم التوصل إليه في عام 1965 من قبل الفلكيين الأمريكيين أرنو بنزياس Anno Penzias وويلسون Robert Wilson، تمكنا من العودة بالزمن إلى الوراء منذ حوالي أربعة عشر مليار سنة ويجب أن نتخيل العدم في ذلك الوقت: وهو اللا شيء الذي لا يمكن تصويره، واللا شيء صعب للغاية، ومع ذلك، لا بد أن لا شيء موجود بالتأكيد ما نعتقده هو أن هذا اللا شيء يمكن أن يتقلص فجأة منذ أربعة عشر مليار سنة. وهذا اللا شيء الذي انقبض بشكل عفوي أدى إلى ولادة أطنان. جزيئات الضوء الصغيرة التي تصل إلى 300000 كم / ثانية. في تلك اللحظة، تم إنشاء الكون حقًا. لأن هذه الفوتونات يمكن أن تسبب انفجارًا هائلًا أطلق عليه أحدهم ساخرًا هو هابل، الانفجار العظيم. مؤخرًا. لقد ثبت وقوع عدة انفجارات. ما يجب تخيله أيضًا هو ذلك الحدث في ذلك الوقت. الوقت لم يكن موجودا على حاله الآن الذي نحن نعرفه. ثم. منذ اللحظة التي حدث فيها هذا الانفجار الهائل تشكلت الذرات. لن نتشعب كثيرًا في فيزياء الكيمياء. لكن يجب أن نفترض ذلك من الانفجار الكبير. الذرات. هذه الذرات الصغيرة. هذه النوى الذرية التي تدور حولها الجسيمات الصغيرة بسرعة عالية. هي التي شكلت منذ المرة الأولى غازا يسمى الهيدروجين. وهذا الهيدروجين بالتأكيد هو سلفنا وأصلنا. إنه الجد الأكبر! فمن الهيدروجين تم إنشاء كل ما نعرفه. علاوة على ذلك، من المثير للاهتمام الاعتقاد بأننا نحن البشر بالفعل بنات وأبناء الكون وجزء لا يتجزأ منه، لأننا أيضًا مكونون من ذرات. والشيء المضحك للغاية: أن كل نوى الذرات المكونة لجسم شخص بالغ يمكن ضغطها لكي تتلاءم مع كشتبان يزن وزنه بالضبط، كل شيء آخر فارغ، تمامًا كما في الكون. لذلك نحن بنات وأبناء هذا الكون صنعتنا أغبرة النجوم ومن المفترض الآن أن الهيدروجين، قد غزا الكون، وتشكلت مئات المليارات من فقاعات الغاز الضخمة. يجب أن يكون قطر أصغرها حوالي خمسين ألف مرة أصغر من الذرة في كل 10000 مليار كيلومتر. مع مرور السنين، تمتلئ فقاعات الغاز هذه، من خلال سلسلة من التفاعلات، بكل العناصر الكيميائية التي نعرفها في الكون. لذلك تصبح ثقيلة أكثر فأكثر. عندما تصبح أثقل وأثقل، فإنها تبدأ في التمدد، والتسطيح، وتشكيل ما يسمى بروتوغالاكسي، أي اللوالب الهائلة من الغاز التي، بفعل الجاذبية، بدأوا يدورون على أنفسهم. ثم، في منتصف هذه المجرات الأولية، حيث يوجد تركيز هائل للمادة، تشكل نجم عملاق، عملاق أحمر خارق. ربما أنهى هذا

النجم العملاق أيامه مثل أخواته في المستقبل، أي أنه انهار على نفسه بسرعة الضوء. وهكذا تكون الفوتونات أسيرة لهذا النجم الضخم المنهار، كان هناك إعصار رهيب بداخله شكل ثقباً أسود في وسط هذه المجرات الأولية. ثم كل هذه الغازات تآكلت. إلى أن تكاثفت على عباءة السدم ومع مرور الوقت، تقلصت هذه السدم المنتشرة أيضاً، وعندما كانت درجة حرارة هذا الانكماش كافية. والكتلة أيضاً، تم إطلاق تفاعل أحادي النواة: أربع ذرات من الهيدروجين تصنع ذرة واحدة من الهيليوم. إنها عملية تفاعل أو اندماج ذري. قنبلة هيدروجينية، إنها نجمة مضاءة. ولهذا السبب يمكن للمرء أن يقول ذلك خلال الأربعة عشر مليار سنة التي تشكل فيها الكون واللحظة التي بدأت فيها كل هذه المجرات تتألق بفضل النجوم. لقد مرت خمسمائة مليون سنة على الأقل. إذن لدينا في تلك اللحظة كون مبني من: المجرات: ربما يوجد أكثر من مائتي مليار منها. من بين هذه المجرات: الصغيرة والكبيرة. تحتوي الصغار على خمسين وستين مليار شمس. الكبيرة منها تحتوي على ما يصل إلى أربعة مائة مليار مليار. نجمة لذلك فإن الكون مليء بالمجرات. منها المجرات الكاذبة، (فقاعات الغاز الدقيقة التي لا تحتوي على كتلة كافية لتتمكن من الانتقال من حالة الغاز إلى حالة المجرات البدائية)، حيث أضاعت جميع النجوم في نفس الوقت، التقطتها المجرات وتطور في نفس الوقت كما هي. ربما يكون هذا ما حدث للعناقيد الكروية، هذه العناقيد الرائعة التي يمكننا الإعجاب بها في سماننا) على سبيل المثال 13 messier ، 91 messier والتي تحتوي على ما يصل إلى مليون شمس. وهنا هذا الكون الذي تم إنشاؤه، ها هي هذه الحشود والأكداس لمجرية التي هي بجانب بعضها البعض، مع الكوارث التي تحدث. بعضها يخترق ويمزق حزم النجوم. تنتهي هذه النجوم بالموت، لأنها بعيدة عن المجرة الأم، باختصار، عدد كبير من الظواهر التي تسببت في بناء الكون بالطبع. بفعل الكوارث. تدريجياً، تبتعد المجرات عن بعضها البعض، وتشكل عناقيد ضخمة. يبدأ الكون في التوسع المذهل، ومن بين كل هذه المجرات (مائة مليار)، المجرات التي نعرفها جيداً هي مجرتنا درب التبانة أو الطريق اللبني: يمكننا تأملها والإعجاب بها كل مساء، عندما لا يكون هناك قمر في السماء: إنها مجرة درب التبانة الشهيرة التي تبدأ من أفق إلى آخر. علاوة على ذلك، أقول دائماً لأولئك الذين يرغبون في مراقبة السماء، أن يلقوا نظرة فاحصة على هذه السحابة المضيئة الهائلة التي تنتقل من أفق إلى آخر، لكي يبحروا خلالها بواسطة زوج. المناظير، إنها سحرية، لدينا ما يقرب من مائة مليار نجمة فوقنا تضيء السماء ومع ذلك، فإن مجرتنا هي مجرة عادية متوسطة. الآن، نحن نعرف معالمها جيداً، فبفضل التلسكوب اللاسلكي، تمكنا من رسم أذرعها. مجرتنا ليست ضخمة: يبلغ قطرها حوالي مائة ألف سنة ضوئية ( $100000 \times 10000$  مليار كم). لديها 200 مليار شمس، تدور على نفسها تقريباً في 180 مليون سنة، وهي محاطة بحوالي 150 عنقوداً مجرياً تمكنت كتلتها من جذبها والتي تدور في نفس الوقت كما تفعل، بدون كن جزء من ذلك. يقع موقع شمسنا الصغيرة في نهاية أحد أذرع مجرتنا. هذا ما نحن فيه. بالطبع، إذا ذهبنا إلى المزيد بعيداً، سوف نلاحظ شيئاً إضافياً عادي في الكون. دعونا نفكر في الأمر: القمر يدور حول الأرض، والأرض تدور حول الشمس، والجميع يعلم ذلك، ولكن الشمس نفسها، في حركة المجرة، تدور حول نواة المجرة؛ يجب أن تدور المجرة نفسها حول مركز آخر لكسد من المجرات، التي يجب أن تدور نفسها حول أخرى، إلخ... يعود كل شيء إلى نقطة البداية ويجعل المرء يفكر في هذه الحلقة الشهيرة من MOEBIUS، والمعروفة جيداً، والتي تشكل العلامة اللانهائية ولدراسة هذا الواقع الكوني علمياً، ظهرت النظريتان العظيمتان اللتان تشكلان ركائز الفيزياء الحديثة، ميكانيكا الكموم والنسبية، في وقت واحد تقريباً، في بداية القرن العشرين. ميكانيكا الكموم، هي نظرية اللامتناهي في الصغر التي تم تطويرها في السنوات 1910-1930 من قبل حفنة من الحالمين مثل ماكس بلانك، نيلز بور، فيرنر هايزنبرغ، فولفغانغ باولي ولويس دي برولي، تفسر بشكل مثالي سلوك الجسيمات الأولية والذرات. وكذلك تفاعلهم مع الضوء. بفضل ميكانيكا الكموم، تجعل هذه الأدوات غير العادية من أجهزة الراديو والتلفزيون وأجهزة الاستريو والهواتف والفاكسات وأجهزة الكمبيوتر والإنترنت حياتنا أكثر متعة وتواصلنا سهلاً وممتعاً مع الآخرين. النسبية هي نظرية اللامتناهي في الكبر: لقد ولدت من الحسد

العبري لـ "الخبير التقني من الدرجة الثالثة" الغامض في مكتب براءات الاختراع الفيدرالي في برن، المسمى ألبرت أينشتاين، والذي كانت ستدفعه إلى قمة المجد والشهرة. بنسبته "الخاصة"، التي نُشرت عام 1905، وحد أينشتاين الزمان والمكان في نسيج واحد سماه الزمكان بينما كان يشكك كثيرًا في عالميتهما: إن وقت سفر شخص ما بسرعة ثابتة قريبة من سرعة الضوء يطول، بينما تنقلص مساحته بالنسبة إلى وقت ومساحة الشخص الذي لا يزال واقفًا. أسس أينشتاين في نفس الوقت تكافؤ المادة والطاقة، والذي كان يفسر نار النجوم - هذه تحول جزءًا من كتلتها إلى طاقة - وتؤدي أيضًا، للأسف، إلى القنابل الذرية المسؤولة عن الموت والدمار في هيروشيما وناغازاكي. من خلال كتابه النسبية "العامة" المنشور في عام 1915، أظهر أينشتاين أن مجال الجاذبية الشديدة، مثل ذلك الذي يسود بالقرب من الثقوب الأسود (الناتج على سبيل المثال من انهيار نجم في نهاية نفاذ احتياطه من الطاقة)، لا يوسع الزمن فحسب، بل يوسع الفضاء أيضًا. في الوقت نفسه، قالت معادلات النسبية العامة إن الكون يجب أن يتمدد أو يتقلص، لكن لا يمكن أن يكون ثابتًا، تمامًا مثل الكرة التي يرميها المرء إما أن ترتفع أو تسقط، ولكن لا يمكن أن تكون ثابتة. أو تبقى معلقة في الهواء. لأنه في الوقت الذي كان يُعتقد أن الكون ساكن، شعر أينشتاين بأنه مضطر لإدخال قوة مضادة للجاذبية لموازنة قوة الثقالة الجاذبة للكون وجعله ثابتًا وسماها الثابت الكوني. لاحقًا، عندما اكتشف عالم الفلك الأمريكي إدوين هابل في عام 1929 أن الكون يتوسع، قال أينشتاين إن هذا كان "أكبر خطأ في حياته". "هاتان النظريتان العظيمتان، اللتان تم التحقق منهما مرارًا وتكرارًا من خلال العديد من القياسات والرصد والملاحظات والتجارب، تعملان بشكل جيد للغاية طالما أنهما تظلان منفصلتان ومقتصرتان على مجالات كل منهما. تصف ميكانيكا الكم بدقة سلوك الذرات والضوء، عندما تقود كل من القوى النووية القوية والضعيفة والقوة الكهرومغناطيسية الطريق وتكون الجاذبية ضئيلة. تعطي النسبية حسابًا جيدًا لخصائص الجاذبية على المقياس الكوني للكون والمجرات والنجوم والكواكب، عندما تحتل مركز الصدارة ولا تلعب القوى النووية والكهرومغناطيسية دورًا أو لنقل لا تلعب الدور الأول. لكن الفيزياء المعروفة تنفد من البخار وتنفد قوتها عندما تصبح الجاذبية أو الثقالة، التي لا تكاد تذكر على المستوى دون الذري، مهمة مثل القوى الثلاث الأخرى. هذا بالضبط ما حدث في اللحظات الأولى من الكون. يُعتقد اليوم أنه قبل حوالي أربعة عشر مليار سنة، أدى انفجار الفردة الكونية إلى الانفجار العظيم، وتسبب في ولادة الكون والزمان والمكان. منذ ذلك الحين، وبلا هوادة، استمر الصعود نحو التعقيد. من الفراغ دون الذري، يستمر الكون المتوسع في النمو والتخفيف. تشكلت الكواركات والإلكترونات والبروتونات والنيوترونات والذرات والنجوم والمجرات على التوالي. ثم تم نسج سجادة كونية ضخمة، تتكون من مئات المليارات من المجرات التي تتكون كل منها من مئات المليارات من النجوم. في إحدى ضواحي إحدى هذه المجرات المسماة مجرة درب التبانة، على كوكب قريب من نجم يُدعى الشمس، يظهر الإنسان قادرًا على الإعجاب بجمال الكون وتناغمه، ويتمتع بالوعي والذكاء والتناغم. وهو ذكاء يسمح له بالتساؤل عن الكون الذي خلقه. وبالتالي، فقد ولد من اللامتناهي في الصغر الحجم اللامتناهي في الكبر، ولفهم أصل الكون، وبالتالي أصلنا، نحتاج إلى نظرية فيزيائية قادرة على توحيد ميكانيكا الكم بالنسبية. ولوصف موقف تكون فيه القوى الأساسية الأربعة التي تتحكم في الكون على قدم المساواة. ومع ذلك، فإن مهمة التوحيد هذه ليست سهلة لأنه يوجد، كما يصف ذلك بريان غرين جيدًا في كتابه الكون الأنيق، يوجد عدم توافق أساسي بين ميكانيكا الكم والنسبية العامة فيما يتعلق بهندسة الفضاء. ووفقًا للنسبية، فإن الفضاء واسع النطاق حيث تتكشف المجرات والنجوم يكون سلسًا وخاليًا من أي خشونة. من ناحية أخرى، لم يعد الفضاء على المقياس دون الذري لميكانيكا الكم سلسًا، بل أصبح نوعًا من الرغبة بدون شكل محدد، مليء بالت موجات والتقلبات الكمومية والمخالفات والتأرجحات، ينشأ ويختفي في أوقات متناهية الصغر، في حركة دائمة ومتغيرة باستمرار. انحناء وطوبولوجيا هذه الرغبة الكمومية فوضوية ولا يمكن وصفها إلا من حيث الاحتمالات. كما هو الحال مع قماش التنقيط، والذي ينقسم إلى آلاف النقاط الصغيرة متعددة الألوان عندما تفحصها عن كثب، على نطاق

دون ذري يتحلل في تقلبات لا حصر لها ويصبح عشوائياً. هذا التعارض الأساسي بين النظريتين يعني أنه لا يمكننا استقراء قوانين النسبية "للزمن الصفري" للكون، لحظة خلق المكان والزمان. قوانين النسبية تفقد موطئ قدمها في الوقت المناسب عند الحدود الصغيرة للغاية من  $10^{-43}$  ثانية بعد الانفجار العظيم، ولا تزال تسمى "زمن بلانك". في هذا الزمن، كان قطر الكون  $10^{-33}$  سم فقط (يسمى "طول بلانك")، أي أنه كان أصغر بعشرة ملايين مليار مليار مرة من الذرة. وبالتالي يقف جدار بلانك لعرقلة طريقنا نحو معرفة أصل الكون. عند التحدي، عمل الفيزيائيون بجِد للتغلب على هذا الحاجز. لقد بذلوا جهوداً كبيرة للعثور على ما يسمونه بشكل مدهش للغاية "نظرية كل شيء" التي توحد قوى الطبيعة الأربعة في "قوة خارقة" واحدة. في عام 1967، نجح الأمريكي ستيفن واينبرغ والباكستاني عبد السلام في توحيد القوى الكهرومغناطيسية والنوية الضعيفة في قوة كهروضعيفة. يبدو أن نظريات التوحيد العظيمة قادرة على توحيد القوة النووية القوية مع القوة الكهروضعيفة. لفترة طويلة جداً، قاومت الجاذبية بعناد أي اقتراح للاتحاد مع القوى الأخرى. حتى ظهور نظرية الأوتار الفائقة "بطلة" هذا البحث ووفقاً لهذه النظرية، لم تعد الجسيمات عناصر أساسية، ولكنها ناتجة عن اهتزاز قطع صغيرة جداً من الوتر، يبلغ طولها  $10^{-33}$  سم، وهي ليست سوى طول بلانك. جسيمات المادة والضوء، التي تحمل القوى (الفوتون، على سبيل المثال، ينقل القوة الكهرومغناطيسية)، تربط عناصر العالم ببعضها البعض وتتسبب في تغييرها. كل هذا سيكون فقط المظاهر المختلفة لهذه الأوتار. بشكل غير عادي، الغرافيتون، الجسيم الذي ينقل قوة الجاذبية، هو من بين هذه المظاهر. وبالتالي، سيكون توحيد قوة الجاذبية مع القوى الثلاث الأخرى ممكناً. مثلما تُنتج اهتزازات أوتار آلة الكمان الموسيقية أصواتاً مختلفة وتوافقاتها، فإن أصوات وتوافقات الأوتار الفائقة تظهر نفسها في الطبيعة، ولأدواتنا، في شكل فوتونات وبروتونات وإلكترونات، فيتونات وهلم جرا، وما إلى ذلك. هذه الأوتار الفائقة تغني وتتأرجح في كل مكان حولنا، والعالم سيمفونية واحدة واسعة. وفقاً لنسخة واحدة من النظرية، فإنها تهتز في كون ذي تسعة أبعاد مكانية وبعد زمني. في نسخة أخرى، كانوا يهتزون في كون من خمسة وعشرين بعداً مكانياً. نظراً لأننا ندرك فقط ثلاثة أبعاد مكانية، يجب أن نفترض أن الأبعاد الإضافية الأخرى قد تراكمت وانطوت على نفسها حتى أصبحت صغيرة جداً بحيث لم تعد محسوسة. يخبرنا بريان غرين بحبوية وموهبة ولادة وتطور نظرية الأوتار الفائقة. بأسلوب واضح وممتع، ويوضح لنا كيف يمكن لهذه النظرية أن تمهد الطريق للتوفيق بين ميكانيكا الكم والنسبية. إنه يصف لنا، ليس فقط الثورات المفاهيمية التي أدت إلى نشوء النظرية، ولكن أيضاً المسارات الخاطئة والطرق المسدودة، مما يجعلنا نشهد التقدم والتقهر الذي لا مفر منه للعلم. نأخذه هو نفسه كجزء من تطوير جوانب معينة من النظرية، وهو يثبت أنه دليل كفاء ومثالي ليقودنا خلال التقلبات والمنعطفات في هذا الموضوع الشائك. على الرغم من حماسه الواضح لنظرية الأوتار الفائقة، إلا أن غرين لا يخفي حقيقة أن الغيوم تغمر المشهد. النظرية بعيدة عن الاكتمال والمسار اللذاهب وللوصول إلى الهدف النهائي لا يزال طويلاً وصعباً للغاية. إنه مُغلف بحجاب رياضياتي سميكة للغاية ومُجرد لدرجة أنه يتحدى مواهب أفضل علماء الفيزياء في الوقت الحالي. أخيراً، لم يتم بعد إخضاع نظرية الأوتار الفائقة أبداً للتحقق التجريبي لأن الظواهر التي تنتبأ بها تحدث بطاقات تفوق بكثير تلك التي يمكن تحقيقها بواسطة أكبر مسرعات الجسيمات الحالية. السيمفونية الوترية لا تزال غير مكتملة. هل محكوم عليها بالبقاء على هذا النحو؟ بريان غرين لا يعتقد ذلك ونحن معه متفقين. لكن المستقبل وحده هو الذي سيخبرنا.

