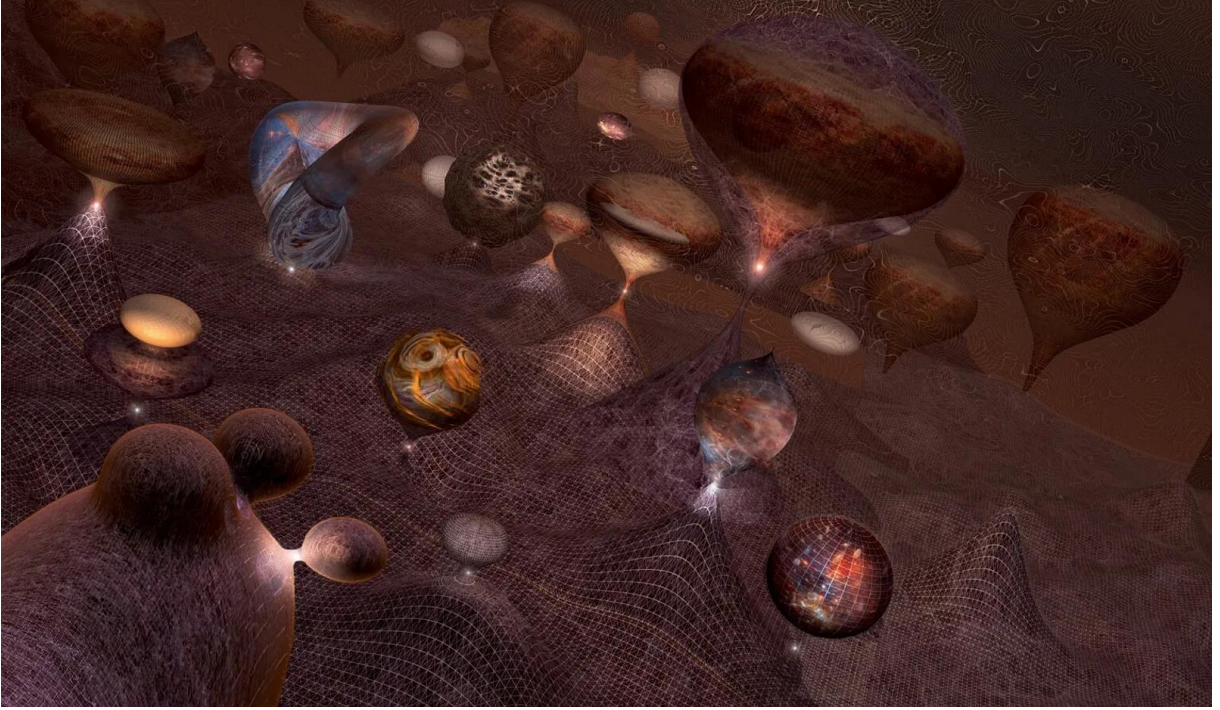


الكون الأينشتايني فيما يتعدى البغ بانغ

إعدادا وترجمة د. جواد بشارة



بعد الانفجار العظيم، تطور الكون وفقاً لرؤية أينشتاين. وبعد قرن من الزمان، لا تزال مفاهيم الزمكان التي تخيلها الفيزيائي اللامع تشغل أذهان العلماء. بداية لا نهائية من خلال دفع حدود النظرية والخيال كما فعل أينشتاين، يجرؤ علماء الكونيات على تخيل أن كوننا ليس الوحيد الموجود. يمكن أن يكون الانفجار العظيم في أصل كل ما نعرفه عن المكان والزمان مجرد بداية واحدة من بين عدد لا يحصى من البدايات الأخرى لأكوان أخرى. السيناريو، الذي أوضحه الفنان في اللوحة أعلاه، يأتي من نظرية التضخم الهائل والفوري، وهي نفسها نظرية وريثة للنظرية النسبية العامة التي وضعها أينشتاين. تشير النسبية إلى أن المكان والزمان يمكن أن يتوسعا إلى أبعاد شاسعة من نقطة انطلاق واحدة؛ يصف التضخم كيف نما كوننا ليكبر في لحظاته الأولى ويقترح أن نفس الظاهرة يمكن أن تحدث في أي مكان، طوال الوقت. النتيجة؟ امتداد للفضاء مليء بفقاعات الطاقة، العديد من الانفجارات الكبيرة، كل منها في أصل كون جديد. وليست كل هذه الأكوان متشابهة. حيث تتألق مجراتنا من بين عدد لا نهائي من المجرات (الزاوية اليمنى السفلية)، يمكن أن تحتوي المجرات الأخرى على عدة أبعاد أو أشكال مختلفة من المادة. في بعضها تعمل قوانين الفيزياء بشكل مختلف، كما هو الحال في الكون الملتوي في أعلى يسار الصورة. في 29 يناير 1931، قام الفيزيائي البارز ألبرت أينشتاين وعالم الفلك الموثوق به إدوين هابل في فترة الاستراحة جالسين في المقاعد الجلدية الفاخرة لسيارة بيرس أرو الأنيقة، للقيام بجولة في جبل ويلسون في جنوب كاليفورنيا. قاد السائق الرجلين عبر الطريق المتعرج الطويل المغبر الذي قادهما إلى المرصد في الأعلى، على بعد كيلومترين تقريباً فوق باسادينا. توج جبل ويلسون بأكبر تلسكوب في العالم في ذلك الوقت، وكان أيضاً مسرحاً للانتصارات الفلكية للدكتور هابل. في عام 1924، استخدم مرآة التلسكوب الرائعة التي تبلغ مساحتها 2.54 متراً لإثبات أن مجرة درب التبانة كانت مجرد واحدة من "جزر الكون" التي لا تعد ولا تحصى لملء اتساع الفضاء. بعد خمس سنوات، بعد تعقب حركات هذه الأقراص الدوامة، كشف هابل ومساعداه، ميلتون هيوماسون، عن تفاصيل أكثر إثارة للدهشة: التوسع السريع للكون والانجراف

الإجباري لمجراته المتعددة. في ذلك اليوم المشمس من شهر كانون الثاني (يناير)، انخرط أينشتاين، البالغ آنذاك من العمر 51 عامًا، في نشوة فوق أدوات التلسكوب. مثل طفل في الملعب، انزلق عبر الهيكل تحت أنظار مضيفيه المذعورة. في ذلك اليوم، رافق العالم اللامع إلسا زوجته. سمعت أن التلسكوب كان يستخدم لتحديد شكل الكون، ورد أنها أجابت، "حسنًا، زوجي يفعل الشيء نفسه على ظهر ظرف". لم يكن هذا الكلام مجرد كبرياء للزوجة. قبل وقت طويل من اكتشاف إدوين هابل تمدد الكون، وضع أينشتاين نظرية يمكن أن تفسرها: النسبية العامة. في دراسة الكون، كل الطرق تؤدي إلى أينشتاين. من شمسنا إلى الثقوب السوداء الأبعد، وحيثما يحرق علماء الفلك، يدخلون عالم أينشتاين، حيث الزمن نسبي، حيث الكتلة والطاقة قابلة للتبادل، وأين الفضاء أو المكان يمكن أن يتوسع ويتشوه ويتداخل المكان والزمان في نسيج واحد اسمه الزمكان الديناميكي. لقد ترك الإنسان بصماته عميقة في علم الكونيات، فرع العلم الذي يدرس تاريخ ومصير الكون. النسبية العامة "تصف ولادة كوننا وتوسعه ومستقبله"، يلخص آلان دريسلر من مرصد كارنيجي. البداية والوسط والنهاية، "كل هذه المراحل مرتبطة بهذا المبدأ العظيم". في فجر القرن العشرين، قبل ثلاثين عامًا من لقاء أينشتاين وهابل على قمة جبل ويلسون، كانت الفيزياء في حالة اضطراب. تم اكتشاف الأشعة السينية والإلكترونات والنشاط الإشعاعي للتو، وأدرك الفيزيائيون أن قوانين الحركة المخلصة، التي تم سنّها قبل 200 عام من قبل إسحاق نيوتن، فشلت في تفسير الأفعال العالية التي تقوم بها هذه الأجرام. والجسيمات الغريبة في الفضاء. لكي يشق طريقه عبر هذه الأرض الجديدة، فقد تطلب الأمر ثائراً، شاباً جريئاً، عدواً عنيفاً يحفظ عن ظهر قلب مع إيمان ثابت بقدراته. لم يكن أينشتاين هذا الشخص الأشعث والمهمل والمثير للحساسية والجورب الذي أصبحت صورته معروفة للجميع الآن، ولكنه كان شخصية أصغر سناً ورومانسية بشعر مموج وعينين بنيتين جميلتين وأناقة. كان في قمة لعبته على وجه الخصوص، يمكن للعالم الاعتماد على غريزة جسدية في حاسة، حاسة سادسة تقريباً لتخمين كيفية عمل الطبيعة. فكر أينشتاين في الصور، مثل تلك التي تطارده منذ سن المراهقة: إذا كان بإمكان المرء مواكبة إيقاع شعاع الضوء، فماذا سيرى؟ هل سيرى الموجة الكهرومغناطيسية مجمدة في مكانها مثل موجة الجليد؟ "لا يبدو أنه يمكن أن يكون كذلك! اعتقد أينشتاين حينها. أدرك لاحقاً أنه نظرًا لأن جميع قوانين الفيزياء ظلت كما هي سواء كان المرء ثابتاً أو متحركاً، يجب أن تكون سرعة الضوء ثابتة أيضاً. لا أحد يستطيع منافسة شعاع من الضوء. ولكن بعد ذلك، إذا كانت سرعة الضوء هي نفسها لجميع المراقبين، فيجب أن يأتي التغيير من مكان آخر: مكان ينسف مسلمة الطابع المطلق للزمان والمكان. استنتج أينشتاين أنه لا يوجد شيء اسمه ساعة عالمية أو إطار مرجعي مشترك في الكون. الزمان والمكان "نسبيان"، يتدفقان بشكل مختلف لكل واحد منا وفقاً لحركتنا. كشفت نظرية النسبية الخاصة لأينشتاين، التي نُشرت منذ أكثر من مائة عام، أن الطاقة والكتلة وجهان لعملة واحدة، مرتبطان إلى الأبد في معادلتها $E = mc^2$ ، والتي يمثل فيها E الطاقة، و m الكتلة و c سرعة الضوء أو السرعة. كتب أينشتاين: "الفكرة ممتعة وجذابة، ولكن بعد ذلك هل سيقودني الله على متن قارب، لا أعرف." إنه الحياء المفرط الذي كان يغمره. ستساعد فكرة تحويل الكتلة إلى طاقة بقية علماء الفلك فيما بعد على فهم القوة التي لا تنتضب للشمس. كما أنجبت أيضاً أسلحة نووية. ومع ذلك، لم يكن أينشتاين راضياً تماماً. كانت النسبية الخاصة، كما يوحي الاسم، خاصة. لم تستطع وصف جميع أنواع الحركة، مثل تلك التي تحاصرها الجاذبية، القوة التي تحكم المقاييس والنطاقات الكبيرة للكون. بعد عشر سنوات، في عام 1915، عوض أينشتاين عن هذا الإغفال بنظرية النسبية العامة التي صححت قوانين نيوتن من خلال إعادة تعريف الجاذبية. مع النسبية العامة، أظهر أينشتاين أن المكان والزمان مرتبطان في نسيج مرن رباعي الأبعاد مشوه بالمادة. في هذا التصميم، تدور الأرض حول الشمس لأنها محاصرة في تجويف الزمكان المجوف بواسطة كتلة الشمس، مثل كرة حول كرة البولينغ الموضوعة على الترامبولين القفز. إن ثقالة الجاذبية هي فقط ثمرة انزلاق المادة على طول منحنيات الزمكان. وصل أينشتاين أوج شهرته عام 1919 بقياس الانحناء بواسطة علماء الفلك البريطانيين. أثناء مسحهم لكسوف الشمس، شاهدوا خطوطاً من

الضوء المنبعثة من تجعد النجوم حول الشمس المظلمة. "الضوء كله منحرف في السماء. زعمت عناوين نيويورك تايمز أن النجوم ليست في المكان الذي حسبوها فيه. مع هذا الإدراك الجديد للجاذبية، تمكن الفيزيائيون أخيراً من التنبؤ بسلوك الكون بثقة، وأصبح علم الكونيات الآن علماً معترفاً به ويدرس في أعرق الجامعات. كان أينشتاين أول من جربها. ومع ذلك، وكما يشهد التاريخ، حتى أعظم العباقرة لديهم لحظات ضعف. قاده سوء فهم طبيعة الكون إلى اقتراح وجود تأثير جاذبية جديد غامض معاكسة للجاذبية المألوفة أي ثقالة طاردة أطلق عليها تسمية الثابت الكوني، وهي فكرة لم يستغرق وقتاً طويلاً لرفضها. ومع ذلك، قد يكون السبب هو أنه كان يقول الحقيقة لأسباب خاطئة ويمكن أن يظل "خطأه" أحد أهم مساهماته. نسيج أو جوهر غير مرئي، هناك شيء ما يحافظ على المجرات معاً ويمنع نجومها من الهروب، لكن العلماء لم يتعرفوا بعد على هذه المادة غير المرئية. والتي صارت تُعرف بالمادة السوداء أو المظلمة، وهي تتشابه لتشكل سقالة كونية عملاقة. يعتقد علماء الفلك أن المجرات تشكلت في أكثر النقاط كثافة في هذا الهيكل الشبيه بالويب وأن المادة السوداء أو المظلمة تستمر في تثبيتها في مكانها بسبب جاذبيتها. يمكن الكشف عن وجودها من خلال مراقبة النجوم الموجودة على حافة المجرات التي لا يمكن تفسير سرعة حركتها إلا من خلال جذب المادة المرئية (النجوم والغازات الأخرى في المجرة). تمكن علماء الفلك أيضاً من دراسة هذه المادة بفضل التأثير الذي تنبأت به النسبية العامة لأينشتاين: جاذبية المادة السوداء أو المظلمة تشوه الزمكان عن طريق ثني أشعة الضوء في مسارها. تشير هذه القياسات إلى أن الطاقة السوداء أو المظلمة يمكن أن تكون مسؤولة عن 90% من الكتلة الكلية للكون. حالياً، يحاول علماء الكونيات بكل الوسائل تحديد هذه الطاقة السوداء أو المظلمة، هذه المادة المراوغة التي ندين لها بتكوين السماء المرصعة بالنجوم.



التصوير التوضيحي لهذا تصميم

بالنسبة لنيوتن، كان الفضاء في راحة أبدية واستقرار وثبات، ليس أكثر من مرحلة خاملة تتحرك عليها الأجسام. مع النسبية العامة، من ناحية أخرى، كان للمشهد نفسه دور يلعبه. تشكل كمية المادة داخل الكون

انحناءه العام، ويمكن أن يتوسع الزمكان أو يتقلص . عندما أعلن عن النسبية العامة في عام 1915، كان بإمكان أينشتاين أن يغرق ويعلن أن الكون يتحرك، قبل أكثر من عشر سنوات من قياس هابل المباشر للتوسع الكوني. ومع ذلك، في ذلك الوقت، رأى علماء الفلك الكون على أنه مجموعة ضخمة من النجوم المجمدة إلى الأبد في فراغ. قبل أينشتاين نموذج هذا الكون غير المتغير وفي الحقيقة يمكننا القول أنه أحب ذلك. غالبًا ما كان الفيزيائي متشككًا في أكثر العواقب جذرية لنظرياته. ومع ذلك، كان من الضروري مواجهة الحقائق، فالكون الساكن سينتهي حتمًا بالانهيار تحت تأثير جاذبيته، ولهذا السبب كان على أينشتاين أن يقرر تقديم عامل تعويضي لمعادلات النسبية العامة: ومن هنا ولد الثابت الكوني. عندما سحبت الجاذبية الأجرام السماوية إلى الداخل، دفعها تأثير الجاذبية الجديد الطارد أو النبذ، وهو نوع من الجاذبية المضادة، إلى الخلف. هذا العامل كفل ببساطة سكون الكون، "كما تتطلبه سرعات النجوم المنخفضة"، كتب أينشتاين في عام 1917. بعد اثني عشر عامًا، تم جرف مفهوم الكون الثابت بعيدًا عن طريق اكتشاف هابل: المجرات الأخرى تبتعد عن مجرتنا، وتمتد أشعة الضوء الخاصة بها وتحمر تحت تأثير تمدد الزمكان. أصبح الثابت الكوني الآن عديم الفائدة لضمان تماسك المجرات. خلال زيارته إلى كاليفورنيا عام 1931، اعترف أينشتاين بخطئه. وقال: "إن الانزياح الأحمر للسدب البعيدة قد أضر بإدراكي الذي عفا عليه الزمن". وبحسب ما ورد أخبر أحد زملائه أن الثابت الكوني كان أكبر خطأ ارتكبه وأكبر إحراج له. مع هذا المكون الإضافي أو بدون، نحن مدينون لأينشتاين بالوصفة الأولية لتوسع الكون، ولكن للأخريين تحديد إحدى عواقبه الثورية: لحظة الخلق الكوني.. في عام 1931، عكس الكاهن البلجيكي وعالم الفيزياء الفلكية جورج لوميتر المسار المجنون للمجرات لتخليها أبدية اندمجت في وقت سابق في كرة نارية شديدة اللعان، "ذرة بدائية" حسب مصطلحاته. كتب لوميتر: "يمكن مقارنة تطور العالم بعرض الألعاب النارية الذي انتهى للتو: بضع خطوط حمراء ورماد ودخان صغير". من هذا المنعطف الشعري ستظهر نظرية الانفجار العظيم الحالية. كان منتقدو هذه الفرضية كثيرون في الوسط العلمي. قال عالم الفيزياء الفلكية البريطاني آرثر إدينغتون في عام 1931: "فكرة البداية [...] تصادفني". ومع ذلك، تراكمت الأدلة لصالحه تدريجيًا حتى بلغت ذروتها في عام 1964، عندما اكتشفت مختبرات بيل أن الكون كان غارقًا في محيط من إشعاع الميكروويف الأحفوري المنتشر، البقايا الكهرومغناطيسية من الإطلاق المدوي للكون. منذ ذلك الحين، قامت نظرية الانفجار العظيم ببناء وتوجيه جميع الأبحاث التي قام بها علماء الكون مع تأثير كبير مثل المجالات السماوية لبطليموس على علماء الفلك في العصور الوسطى. في عام 1980، أعطى آلان غوث دفعة قوية للانفجار العظيم بإضافة فيزياء جسيمات جديدة إلى الزمكان المرن لأينشتاين. الآن غوث مرتبط بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)، وقد أدرك غوث أنه خلال أول تريليون من تريليون من تريليون من الثانية (10⁻³⁵)، كان الكون المبكر قد شهد توسعًا وحشيًا فورياً هائلًا، مرحلة من التضخم، قبل التوسع. العودة إلى المزيد من النمو المقاس. كان من الممكن أن يساعد هذا التضخم على تلطيف المادة والطاقة من خلال تسوية الانحناء العام للزمكان، تمامًا كما اكتشفت الأقمار الصناعية من خلال إجراء قياسات دقيقة للموجات الميكروية الكونية. في الوقت الحاضر، يعتقد بعض المنظرين أن التضخم لم يكن مجرد وميض في المقلاة. في عملية الخلق الدائمة، يمكن أن يختبر الزمكان تضخمًا أبدياً يولد أكوًا جديدة في كل مكان وطوال الوقت من خلال عدد لانتهائي من الانفجارات العظيمة. داخل كوننا المرئي، يواصل كبار كهنة علم الفلك البحث الكوني الذي بدأه أينشتاين وهابل، أولاً في جبل ويلسون، ثم في مرصد بالومار في كاليفورنيا وتلسكوبه الذي يبلغ قطره 5 أمتار، على بعد 150 كم. أكثر إلى الجنوب. ما مدى سرعة توسع الكون؟ كم عمره؟ يقول ويندي فريدمان، مدير مرصد كارنيجي: "تبين أن الإجابة على هذه الأسئلة أصعب بكثير مما توقعه أي شخص". "سيتعين علينا انتظار بداية هذا القرن ووصول تلسكوب معين اسمه هابل لمنح فريدمان وآخرين الأسلحة اللازمة لتقدير السرعة الحالية للكون، ناهيك عن عمره. إذا كنت ترغب في خبز كعكة عيد ميلاد له، فلا تنسى 14 مليار شمعة. اكتشف علماء الفلك أجسامًا غريبة في هذا الكون المتسع وهم أيضًا أبناء أينشتاين. في ثلاثينيات القرن

الماضي، طبق الفيزيائي الهندي الشاب، سوبراهمانيان شاندراسيخار، مبدأ النسبية الخاصة والنظرية الجديدة لميكانيكا الكموم على نجم. أخبر أقرانه بإمكانية أن النجم الذي يتجاوز كتلة معينة لا ينهي حياته كقزم أبيض، كما هو حال شمسنا، ولكن للسماح لنفسه بالضغط أكثر بفعل الجاذبية، وربما حتى يصل على نقطة واحدة متفردة. أعلن إدينغتون مذعوراً أنه "ربما كان هناك قانون ما في الطبيعة يمنع النجم من التصرف بهذه الطرق السخيفة" ! قد ينافس موت الكون فوضى ولادته إذا استمر شكل مفاجئ وغريب من الطاقة في تسريع توسع الزمكان. منذ عشرينيات القرن الماضي، اعتبر علماء الفلك أن هذا التوسع يتباطأ، لكن الملاحظات الأخيرة للنجوم البعيدة كشفت أن تمدد الفضاء يحدث في الواقع بمعدل تصاعدي في التوسع. إذا استمر هذا، فإن الكون يتجه مباشرة نحو "التمزق الكبير"، وهي نهاية وخيمة.



تصوير توضيحي بواسطة MoonRUNNER DESIGN

أعلاه، يعرض الفنان رأيه في أحد السيناريوهات المحتملة، أو كيف يمكن بعد 20 مليار سنة من الآن سيقوم التوسع غير المنضبط للكون بسحق المادة، من المجرات إلى الذرات. القوة التي تغذي هذه الظاهرة هي "الطاقة السوداء أو المظلمة" الغامضة التي توازن جاذبية الثقالة ويمكن أن تهزم في النهاية جميع القوى التي تضمن تماسك المادة. كان أينشتاين أول من أدخل فكرة الجاذبية البادئة، لكنه تراجع لاحقاً. وفقاً لعالم الكونيات مايكل إس. تيرنر الذي ندين له باسم الطاقة السوداء أو المظلمة، فإن هذا "سيكون له مصير الكون بين يديه. نحن نعيش في أفضل الأوقات اليوم، تحت سماء مليئة بالنجوم، لكنها سرعان ما ستظل مظلمة وفارغة مع استمرار توسع الزمكان لم يكن هناك شيء. كان شاندراسيخار قد مهد للتو الطريق للتأمل في وجود أغرب النجوم المتخيلة. أولاً، كان هناك كرة قطرها حوالي خمسة عشر كيلومتراً مغطاة فقط بالنيوترونات في قبضة مستعر أعظم، انفجار نجم ضخم. تعادل كثافة النجم النيوتروني جميع السيارات الموجودة على الكوكب المكسدة في كشتبان الإصبع. تم إثراء متحف الفضول الكوني بعد ذلك بجسم فريد يتكون من انهيار نجم أكثر قوة أو عنقود نجوم، ضخم بما يكفي لحفر حفرة في الزمكان لا شيء يمكنه التسلق. والخروج منها. حاول أينشتاين بنفسه إثبات أن مثل هذا الجسم، الذي سمي لاحقاً بالثقب الأسود، لا يمكن أن يوجد. مثل إدينغتون، كان يكره تخيل طبيعة مركز الثقب الأسود: نقطة

حجمها صفر وكثافة لانهاية، على غرار الفرادة الكونية للانفجار العظيم ، حيث لم تعد قوانين الفيزياء تنطبق. الاكتشافات التي ربما أجبرته على التعرف على الوريث الحقيق لنظريته جاءت بعد وفاته عام 1955. في عام 1963، حدد علماء الفلك أول كوازار، مجرة شابة وبعيدة تجتذب طاقة تريليون شمس في مركزها. بعد أربع سنوات، اقتربوا كثيرًا من كوكبنا الحبيب، وجهاً لوجه مع أول نجم نابض pulsar، وهو منارة تدور بشكل محموم تغمر الليل الكوني بموجات راديوية متقطعة. وفي الوقت نفسه، كانت أجهزة الاستشعار الفضائية تكتشف أشعة X وأشعة غاما القوية القادمة من آفاق مختلفة وراء هذه الإشارات التي ترعج العلم، ستخفي النجوم المنهارة أو النجوم النيوترونية أو الثقوب السوداء التي تحولت إلى دينامو بفعل جاذبيتها الساحقة ودورانها المروع. لقد أخذ اكتشافهم منعطفًا جديدًا في هذا الكون الذي كنا نظن يومًا أنه نائم. لقد أصبح الكون الأينشتايني مليئًا بمصادر الطاقة العملاقة التي لا يمكن فهمها إلا من خلال منظور النسبية. حتى نظريات أينشتاين الأقل شهرة لا تزال تتردد حتى اليوم. بالفعل في عام 1912، أدرك أن جاذبية نجم بعيد تشوه أشعة الضوء المنبعثة من الأجسام التي سبقتها، وتتصرف مثل تلسكوب عملاق قادر على تكبيرها في أعيننا. توصل أخيرًا إلى استنتاج مفاده أن هذا التأثير الضئيل كان "يفوق قدرة أدواتنا على الحل" و "القليل من الفائدة". "بفضل تلسكوبات اليوم ، يستطيع علماء الفلك استخدام المجرات أو عناقيد المجرات كعدسات جاذبية قوية. كان أينشتاين قد قدم لهم لمحة عن الأشياء البعيدة. نظرًا لأن انحناء الضوء يعتمد على كتلة العدسة، فإن التأثير يسمح أيضًا للمراقب بوزن مجرات العدسة. اتضح أن كتلتها تتجاوز بكثير ما هو مرئي؛ أحد جوانب المادة السوداء المظلمة الغامضة، 90٪ من كتلة الكون غير موجودة في النجوم أو الغازات أو الكواكب أو أي شكل آخر من أشكال المادة. في ضوابط الأماكن التي تشكلت فيها المجرات، وهي شبكة كونية من المادة المظلمة، ظل المهندس المعماري قابلاً في ظل الكون، ولم يتعرض للخيانة إلا بعدسات الجاذبية وعدد قليل من العمليات الأخرى. إن التأثير الذي يعتبره أينشتاين غير ذي أهمية يقدم لنا اليوم مفاتيح الكون المرئي. يحيط سديم السرطان بنجم نيوتروني فائق الكثافة إطلاق عرض الشرائح. لقد أخرج المنظرون أيضًا الثابت الكوني من الخزانة بهدف شرح اكتشاف مدهل، فهل سيكون "الخطأ الأعظم" لأينشتاين في طريقه إلى أن يصبح أحد أعظم نجاحاته؟ اعتبر علماء الفلك تباطؤ تمدد الكون الناجم عن الجاذبية من المسلمات. ومع ذلك، في أواخر التسعينيات، قام فريقان بقياس المسافات بيننا وبين نجوم السوبرنوفات المستعرات الأعظم البعيدة وتوصلوا إلى النتيجة المعاكسة. كشفت هذه المستعرات الأعظم، مثل عوامين دفعتهما بلا كلل من قبل التيارات المحيطية، أن معدل تمدد الزمكان يتسارع. بالنسبة لأينشتاين، كان الثابت الكوني وسيلة لتحقيق الاستقرار في الكون، ولكن إذا كان تأثيره الطارد (الذي يسمى الآن الطاقة السوداء المظلمة) قويًا بدرجة كافية، فيمكنه أيضًا أن يغذي هذا التسارع. يقول آدم ريس من معهد علوم التلسكوب الفضائي، أحد مكتشفي التسارع: "عادت الحاجة وانتظرنا الثابت الكوني". "إنه مفهوم أينشتاين من كل النواحي". ينطبق الأمر نفسه على تنبؤ آخر بالنسبية العامة ، والذي ، إذا تم تأكيده ، سيكون مصحوبًا بإصلاح شامل لإدراكنا للكون: دوامات الزمكان التي تسمى موجات الجاذبية أو الموجات الثقالية. لاكتشافهم، صنع الفيزيائيون ثلاثة أجهزة استشعار ضخمة، في جنوب ولاية واشنطن ولويسيانا وجنوب بيزا بإيطاليا. في كل بنية، تطلق أشعة الليزر عبر كيلومترات من الأنابيب لقياس أدنى امتداد أو ضغط للزمكان المتوقع في حالة مرور موجة الجاذبية. من خلال تثليث هذه البيانات، يمكن للعلماء تتبع مصدر موجات الجاذبية. فقط الأحداث الأكثر عنفًا هي التي يمكن أن تسبب هزات الزمكان هذه، مثل المستعر الأعظم أو الاصطدام العملاق للنجوم النيوترونية أو الثقوب السوداء. يوضح Adalberto Giazotto ، عالم المشروع في Pisa Interferometer: "إذا اصطدم ثقبان أسودان ، فإن موجات الجاذبية ستكون الإشارة الوحيدة التي تصل إلينا". "من المحتمل أن تكون الولادة الكارثية للكون قد ولدت نصيبها من موجات الجاذبية، والتي يجب أن يظل صداها "مسموعًا" عبر الكون. يمكن أن تحتوي هذه الموجات المتبقية على البراهين المباشرة للحظة التي كانت ستشهد توحيد إجمالي قوى الطبيعة. إذا كان الأمر كذلك، فإن موجات الجاذبية

لأينشتاين ستقدم في النهاية دليلاً على ما حاول تطويره دون جدوى: "نظرية كل شيء". يسعى الفيزيائيون دائماً إلى تحقيق مثل هذه النظرية، وهي تفسير واحد لقوة الجاذبية للأشياء الكبيرة اللانهائية وتلك التي تحكم الجزء الداخلي للذرات. يعد التقاط هذه الأصداء المتبقية من الانفجار العظيم أحد أهداف ناسا الأساسية للجيل القادم من بعثات الفضاء، وهو برنامج أطلقت عليه الوكالة اسم "ما بعد أينشتاين". "ما وراء أينشتاين، حقاً؟ بعيداً عن هذا. قد يندهش أينشتاين من نظرتنا الحالية للكون، لكن لا يخطئ أحد في أن هذا الكون له. أب شرعي يدعى أينشتاين.

أعد هذا المقال عن دراسة طويلة نشرت في الأصل على nationalgeographic.com باللغة الإنجليزية.

