رغوة الزمكان

د. جواد بشارة

قراءة في كتاب جون بيير لومينيت " رغوة الزمكان L’écume de l’espace-temps

النماذج القياسية للجسيمات وعلم الكونيات وتعدد الأكوان ومعضلة ماقبل البغ بانغ الانفجار العظيم.

كل ما تحتاج لمعرفته حول الكون مع جان بيير لومينيت ، عالم الفيزياء الفلكية الشهير ، جان بيير لومينيت ، يتحدث إلينا عن الكواكب الخارجية والطاقة المظلمة والثقوب السوداء خلال هذه المقابلة وخلال العرض الموجز لمحتويات كتابه الأخير رغوة الزمكان الصادر حديثاً في أكتوبر 2020.أود التنويه إلى أن جون بيير لومينيت يحتل مكانة مرموقة في الوسط العلمي إلا أنه لايتردد في أن يقرن نفسه بالفطاحل من العلماء من باب تقليل أهمية الآخرين لإبراز نفسه وتسويق أهميته ومكانته ودوره. فلقد كرس ثلاث فصول للعبقري البريطاني الراحل ستيفن هوكينغ ليخلص إلا أن شهرته أكبر من منجزه العلمي ونفس الشيء مع علماء آخرين من قامة روجر بينروز الذي انتقد بشدة وقلل من أهمية ومصداقية نظريته الجديدة عن الكون المتطابق الدوري ccc وكذلك الاستخفاف بأعمدة نظرية الأوتار الفائقة وبالنظرية نفسها من أمثال برايان غرين ونقد نظرية الأكوان المتعددة التي تحدث عنها باسهاب ماكس تيغمارك وأورليان بارو وكرسا لها كتابين هما الكون الرياضياتي للأول والكون التعددي للثاني.

لمدة 35 عامًا تقريبًا، سعى أينشتاين إلى نظرية موحدة للمادة، والزمكان، ودمج قوة الجاذبية بالقوة الكهرومغناطيسية، والقادرة أيضًا على تفسير الظواهر الكمومية. منذ ما يقرب من 50 عامًا، تم استئناف

هذا البحث ذي الآثار الفلسفية العميقة. في أحدث أعماله، يخبرنا عالم الفيزياء الفلكية الشهير جان بيير لومينيت عن المسارات السبعة التي تم استكشافها حول هذا الموضوع للوصول إلى نظرية الجاذبية الكمومية.

موضوع جائزة نوبل في الفيزياء لهذا العام والذي كان مثار اهتمام القائمين على هذه الجائزة هو العلماء الذين ساهموا باكتشاف وتطوير وتصوير الثقوب السوداء. تخيل العلماء النظريون الثقوب السوداء قبل عقود من عمليات الرصد والمراقبة والملاحظات الفلكية التي جعلت وجودها ممكنًا. أصبح الوجود ملموسًا بشكل أكبر بفضل تقدمين حديثين. من ناحية، منذ عام 2015، تم الكشف عن موجات الجاذبية المنبعثة أثناء اندماج ثقبين أسودين، مع تسجيل عشرات من هذه الأحداث حتى الآن. من ناحية أخرى، قبل بضعة أشهر، أنتجت شبكة من التلسكوبات الراديوية الصورة الأولى لثقب أسود: الصورة الضخمة الهائلة، التي تحتل مركز المجرة M87.

وهكذا تدخل الملاحظات الفلكية لهذه الأجسام حقبة جديدة. وسوف يقدمون معلومات طال انتظارها عن هذه النجوم الضخمة والمضغوطة لدرجة أن جاذبيتها تمنع الضوء من الهروب منها. وهو حدث منتظر للغاية على وجه الخصوص لأن الثقوب السوداء تشكل صعوبة كبيرة للمنظرين وجون بيير لومينيت من أحد أهم المتخصصين بالثقوب السوداء. في عام 1974، قدر الباحث البريطاني الشهير ستيفن هوكينغ أن الثقب الأسود يجب أن يصدر إشعاعًا ضعيفًا، وبالتالي فإن هذا "التبخر" ينتهي، بعد وقت طويل جدًا، بجعله يختفي. لكن هذه الظاهرة تعني أن المعلومات المتعلقة بالمادة التي يبتلعها النجم ستضيع إلى الأبد، وهذا يتعارض مع قوانين فيزياء الكموم.

كيف يتم حل هذه المفارقة؟ يقدم الفيزيائي الأمريكي ستيفن غيدينغز دراسة السبل الرئيسية التي تم النظر فيها. يتضمن البعض منها مراجعة المفاهيم الأساسية للفيزياء. لفرز ذلك، ستكون الملاحظات المستقبلية حاسمة. علاوة على ذلك، ربما يرتبط حل مفارقة المعلومات داخل الثقب الأسود بمشكلة أكبر: عدم التوافق الحالي بين نظرية النسبية العامة، التي تصف الثقوب السوداء، ونظرية الكموم. وهكذا، تشكل هذه النجوم الغريبة اليوم مصيدة للفيزياء النظرية، لكن من الممكن أن تجلب لها الخلاص غدًا.

الثقالة أو الجاذبية الكمومية، هل هي رغوة الزمكان، هل هي مفتاح الانفجار العظيم وظهور الكائنات الحية؟ من هذا التساؤل المهم ينطلق جون بيير لومينيت لعرض أفكاره عبر فصول كتابه " رغوة الزمكان".

تقرر إعادة فتح المكتبات، بعد إغلاقها بسبب الحجر الصحي لمكافحة فيروس كورونا، لذا اغتنمت الفرصة للحصول على كتاب رغوة الزمكان أو "زبد الزمكان" ، ملحمة نهاية العام ، بقلم جان بيير لومينيت، الذي نُشر في أكتوبر 2020 بواسطة إصدارات Odile Jacob. تمتعت بقراءته ، " فالكتاب يتعامل مع الجاذبية الكمومية ومناهجها المختلفة لمحاولة حل عدد من الصعوبات في الفيزياء الحالية: توحيد النسبية العامة وميكانيكا الكموم ، والقضاء على الجاذبية المتفردة ، فهم طبيعة المادة السوداء أو المظلمة والطاقة السوداء أو المظلمة ، ومفارقة المعلومات المرتبطة بالثقوب السوداء ، ودور الفراغ الكمومي ، والكون المتعدد ، وجبهة الانفجار العظيم ، إلخ.

المناهج السبعة التي تمت مناقشتها هي الجاذبية الكمومية الحلقية، ونظرية الأوتار الفائقة، والهندسة غير التبادلية، والمجموعات السببية، والجاذبية الآمنة المقاربة، والتثليث الديناميكي السببي، والجاذبية الناشئة. وبصرف النظر عن الأولين، لم يتم الكشف عن أي شيء حتى الآن لعامة الناس ".

نحن مدينون بالكتاب لشخصية معروفة جيدًا لعشاق فيزياء الثقوب السوداء والأكوان المنهارة التي ستتعرفون عليها فورًا عندما يقدمها بنفسه. بالنسبة لأولئك الذين لديهم الوقت والإرادة لمعرفة المزيد، إليكم شيء لوضع الكتاب في منظور بسيط وحتى اكتشاف بعض أجزاء منه.

الفلسفة الطبيعية، مفتاح أساسي للفلسفة:

لماذا هناك شيء بدلا من لا شيء؟ ما هي مكانة الإنسان في الطبيعة؟ هذه الأسئلة فلسفية وكانت موضوع تأملات المفكرين اليونانيين، سواء أكانوا قبليين أم لا، ولكن أيضًا وربما حتى بشكل خاص من الفيدا الهندية وديانات الهندوس الذين ندين لهم بتعريفنا بملحمة الأوبنشاد. ومع ذلك، يبدو أن الإغريق كانوا أول من فهم أنه من أجل الأمل في حل هذه الأسئلة، كان من الضروري الجمع بين الرؤية البديهية المسبقة للعقل البشري، المستحثة والمستوحاة من التجربة الشعرية للظواهر الطبيعية، مع التصوف ومطالب الفكر العقلاني والرياضياتي، كبداية، ثم السعي للحصول على جزء من الإجابات من خلال ذلك الجزء من الفلسفة الذي كان لا يزال يُسمى في عصر نيوتن بالفلسفة الطبيعية.

يمكن العثور على ذروة هذا المفهوم بلا شك في حوارات أفلاطون والجمهورية وتيماوس على وجه الخصوص، وأهميتها تكمن، كما قال الفيلسوف وعالم الرياضيات ألفريد نورث وايتهيد بالفعل في عمله الشهير "العملية والواقع"، "أضمن توصيف عام للتقليد الفلسفي الأوروبي هو أنه يتكون من سلسلة من الهوامش لأفلاطون".

لا يزال واضحًا بشكل خاص في أعمال ونصوص مؤسسي الفيزياء الحديثة - من أينشتاين إلى أوبنهايمر مروراً بـهايزنبرغ (تشكل ذهني من خلال دراسة الفلسفة وأفلاطون وما إلى ذلك) ، وباولي وشرودنغر - - الذي أنتج أيضًا الفيزياء الحديثة بلا شك كصدى لما قاله بالفعل أرخيتاس من تارانتو ، عالم الرياضيات والفلك والمهندس والفيلسوف الفيثاغوري العظيم لأفلاطون: "يمكننا القول أن الفلسفة هي رغبة أن يعرفوا ويفهموا الأشياء بأنفسهم ، متحدون بالفضيلة العملية ، مستوحين ذلك من حب العلم وتحقق الغاية بواسطته. بداية الفلسفة هي علم الطبيعة. البيئة والحياة العملية؛ مصطلح العلم نفسه ".

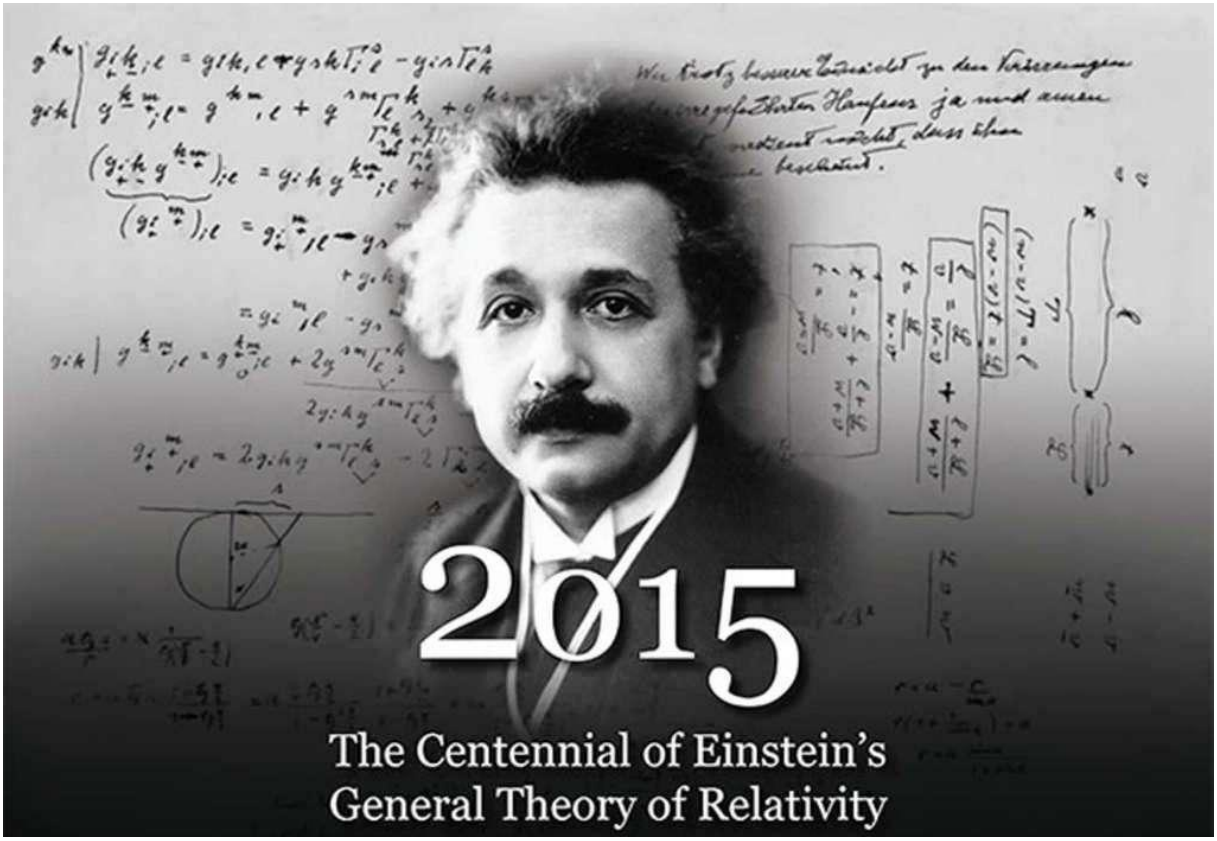
الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء وولفانغ باولي (1900-1958) في السنوات عام 1930. نحن مدينون له بالعديد من المساهمات في نظرية المجال الكمومي وفيزياء الجسيمات، والنيوترينوات ، ونظرية CPT ، ونظرية دوران الإلكترون ، ناهيك عن النظريات التي توقعها (نظريات القياس والكالوزا- كلاين - Kaluza-Klein) لكنه تحدث فقط في مراسلاته مع زملائه. مثل آينشتاين وهايزنبرغ وشرودنغر، ارتبط فكره وعمله ارتباطًا وثيقًا بأعمال العديد من الفلاسفة ونشأ، كما قال هايزنبرغ عنه، من نوع من التصوف العقلاني. يمكننا أن نقتنع بهذا من خلال هذا الإعلان: "أنا أدافع عن حق غير محدود للعقل للتحكم في أنظمة الفكر. ومع ذلك، فإنني أشير إلى طريقة غير عقلانية للمعرفة، والتي يتم اكتسابها بموارد أخرى غير العقل. أعتقد أن هذا النمط غير العقلاني للمعرفة أساسي وضروري. لا يوجد فكر فحسب، بل هناك أيضًا غريزة، وعاطفة، وحدس، وما إلى ذلك، ويبدو لي أن هذه الوظائف النفسية الإضافية ذات أهمية قصوى حيثما يتم إدراك امتلاء البشر. "؛ ويضيف قائلاً: "آمل ألا يؤكد أحد حتى الآن أن النظريات يتم استنتاجها من خلال التفكير المنطقي الصارم المستمد من مذكرات التجارب المعملية، وهي وجهة نظر كانت لا تزال عصرية تمامًا في ذلك الوقت.. تُبنى النظريات من خلال فهم مستوحى من المواد التجريبية، وهو الفهم الذي يمكن تحقيقه على أفضل وجه، وفقًا لآراء أفلاطون، كمراسلات ناشئة بين الصور الداخلية وسلوك الأشياء الخارجية. تثبت إمكانية الفهم هذه مرة أخرى وجود نزعات نموذجية تنظم كل من الظروف الداخلية والخارجية للبشر ".

كل هذه الاعتبارات تهدف فقط إلى المساعدة في تفسير سبب البحث عن نظرية الكموم للجاذبية وتوليف قوانين الفيزياء، والتي يجب أن تتوج بتوحيد نظرياتنا عن المادة، فهذا الموضوع والهدف المنشود يسحر علماء الفيزياء والزمكان والقوى لأن الفيزيائي بيتر بيرغمان، المتعاون مع ألبرت أينشتاين ورائد نظرية الجاذبية الكمومية، قال: "في كثير من الجوانب، لا يقوم الفيزيائي النظري إلا إذا اقترن بالفيلسوف وقيل عنه: هل هذا فيلسوف في ثوب العالم؟ ".

تلتقي الفلسفة والفيزياء على مقياس بلانك:

كل تطور الكون تحكمه "في نهاية المطاف" نظرية الجاذبية الكمومية التي توحد كل قوى وجسيمات المادة المعروفة. مثل هذه النظرية يجب أن تجعل من الممكن، أو على الأقل نأمل بذلك، فهم المرحلة البدائية للغاية من الكون البدائي وبنيته العامة، بحيث يكون من الممكن على الأرجح تحديد ما إذا كان ظهور الحياة والوعي ما هو إلا ظاهرة ظاهرية تنتجها أكوان متعددة عشوائية تمامًا، تلعب بلا هدف بأشكال الزمكان والمادة التي يحتويها منذ الأبد. إذا كان ينبغي النظر في فرضية معاكسة ودراستها على النحو الذي اقترحه بعض الفيزيائيين المؤيدين لأطروحة المبدأ الأنثروبي القوي - بالنسبة لقراءة اللغة الإنجليزية الفضولية، هناك عمل رائع يتعامل مع المبدأ الأنثروبي: المبدأ الكوني الأنثروبولوجي بواسطة جون بارو وفرانك تيبلر.

حتى أن عالم الكونيات أندريه ليند قد تكهن حول إمكانية توحيد المادة ليس فقط مع المكان والزمان للجاذبية الكمومية ولكن أيضًا توحيد نهائي مع فيزياء العقل التي لم يتم اكتشافها بعد (انظر نهاية كتابه الجسيمات: الفيزياء وعلم الكونيات التضخمية ص.230-232). من المثير للاهتمام مقارنة أفكار ليند حول هذا الموضوع بتكهنات روجر بنروز الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء فيما يتعلق بنظرية للوعي، تتضمن الأخيرة تأثيرات الجاذبية الكمومية على مستوى ما يسميه الفيزيائيون على وجه الخصوص هيكل الرغوة للزمكان من الفيزيائي الشهير جون ويلر. ونحن نعلم أن باولي كان منشغلاً بشدة بنظرية توحد الروح والمادة.



في الخلفية، أعلى اليسار، إحدى النظريات الوحدوية التي اقترحها ألبرت أينشتاين مع استخدام الأعداد المركبة مثل فيزياء الكموم. نحن نعلم أن رأيه في طبيعة الإبداع، فيما يتعلق بالفيزياء النظرية وأهميتها الفلسفية، كان قريبًا جدًا من رأي باولي كما تثبت الاقتباسات التالية: "إن المهمة العليا للفيزيائي هي الوصول إلى هذه القوانين الأولية العالمية التي من خلالها يمكن بناء الكون عن طريق الاستنتاج المطلق. لا يوجد مسار منطقي لهذه القوانين. فقط الحدس، على أساس الفهم الودي للتجربة، يمكنه الوصول إليهم "و" فكرة في الفيزياء النظرية ... لا تنشأ في الخارج وبشكل مستقل عن التجربة؛ ولا يمكن اشتقاقها من التجربة من خلال إجراء منطقي بحت. يتم إنتاجه من خلال عمل إبداعي. بمجرد الحصول على فكرة نظرية، من الجيد التمسك بها حتى تصل إلى نتيجة لا يمكن الدفاع عنها ". عن 2015 المعهد الأمريكي للفيزياء.

على أي حال، أظهر بنروز في منتصف الستينيات - في ظل ظروف معينة معقولة جدًا، وفي الواقع، والتي تبدو حتمية من الناحية العملية - أن نجمًا نفد وقوده النووي وهو ضخم جدًا يجب أن ينهار لإعطاء ثقب أسود كما أوضح أنه ، في إطار معادلات نظرية النسبية العامة ، يجب أن يحدث تفرد للزمكان داخل هذا الثقب الأسود ، التفرد حيث انحناء الفضاء والكثافة يجب أن تصبح المادة لانهائية ولا تسمح بعد الآن بأي تنبؤ بالحالة النهائية لانهيار مادة الزمكان في النسبية العامة.

لاحقًا، سيتعاون بينروز مع ستيفن هوكينغ لإثبات أن تفرد الزمكان يجب أن يكون موجودًا أيضًا في نظرية أينشتاين عند تطبيقها لبناء النموذج الكوني للانفجار العظيم الذي تشير إليه. هذا في الواقع ليس مفاجئًا جدًا. إن هندسة الزمكان داخل نجم منهار جاذبيًا تشبه إلى حد بعيد هندسة الزمكان في نموذج من نوع الانفجار الكبير عن طريق عكس اتجاه مسار الزمن، الانهيار أصبح توسعًا من التفرد الأولي أو الفرادة الكونية التي ولد منها الانفجار العظيم. لكنها كارثة لأنها تعني أننا لا نستطيع حقًا فهم ما الذي يحدد ولادة الكون الذي يمكن ملاحظته، وبالتالي لماذا يتميز بالخصائص التي نراها فيما يتعلق ببنيته وتطوره.

ومع ذلك، في كلتا الحالتين، الانفجار العظيم والثقب الأسود، ينتهي بنا المطاف بزمكان أصغر من ذرة بالقرب من التفرد، مما يعني أنه يجب علينا تطبيق نظرية الجسيمات الأولية وفيزياء مقياس الذرة أو في النطاق مادون المجهري أي اللامتناهي في الصغر وبالتالي نظرية الكموم. كما أوضح جون ويلر، يجب أن يؤدي الجمع بين نظرية الكموم ونظرية النسبية العامة إلى علم الكونيات الكمومية. كما يشير أيضًا إلى أنه في مقاييس زمنية قصيرة جدًا، تلك التي تسمى بلانك، إذا قارنا، كما هو معتاد، سلوك الزمكان بسلوك السائل، فإن الأخير يصبح شديد الاضطراب بما يعادل الفقاعات والرغاوي التي تتشكل مع رغوة الأمواج.

لسوء الحظ، ثبت أن البحث عن نظرية كمومية للجاذبية أكثر صعوبة مما كان يتصور. تم اقتراح العديد من النظريات لهذا الغرض وأكثرها شيوعًا هي تلك الخاصة بنظرية الأوتار الفائقة ونظريات الجاذبية الكمومية الحلقية. لكن هناك أمورًا أخرى مثل تلك التي تستند إلى الهندسة غير التبادلية للفائز بميدالية فيلدز، الفرنسي آلان كونيس، أو تلك الخاصة بالمثلثات الديناميكية السببية. تقوم هذه النظريات الموحدة والجاذبية الكمومية أحيانًا بعمل تنبؤات يمكنها حل الألغاز المرتبطة بالفيزياء بالوجود المفترض للمادة والطاقة السوداوين أو المظلمتين. يمكن أن يكون لها آثار على مفهوم الأكوان المتعددة، وبالتالي، كما أشرنا بالفعل، على الأسئلة المرتبطة بالمبدأ الأنثروبي وبالتالي بمكانة الإنسان، وبشكل أكثر واقعية من الأحياء، في أسرار الحياة والتطور الكوني.

أعمدة الحكمة السبعة:

جان بيير لومينيت معروف جيدًا، ولا سيما من خلال المقابلات التي أجراها والمحاضرات التي ألقاها، ناهيك عن العديد من أعماله وكتبه التبسيطية حول فيزياء الثقوب السوداء ، وتاريخ العلوم المتعلقة باختراع الانفجار العظيم أو مكانة اللانهاية في الفيزياء وعلم الكونيات ؛ يشتهر جان بيير لومينيت أيضًا بعمله الرائد في الفيزياء الفلكية للثقوب السوداء ، من الصورة الأولى لمظهرها المحسوب على الكمبيوتر إلى حدوث الفطائر النجمية ، مما أدى إلى ظهور ملاحظات ناجحة ، كما يتضح من حدث تعاون Horizon Telescope. فهو تمامًا مثل أينشتاين أو هايزنبرغ ، فإن جان بيير لومينيت موسيقي أيضًا ، وهذا ليس مفاجئًا عندما نعلم أنه منذ أكثر من 2000 عام ، قال آرتشيتاس بالفعل أن علم الفلك والرياضيات والموسيقى كانت تخصصات شقيقة. مثل أينشتاين وهايزنبرغ وشرودنغر وباولي أيضًا، لا تخلو أعماله من تفاعلات مع الأدب والفلسفة والفن بشكل عام.

يحمل أحدث أعماله التي نشرتها أوديل جاكوب علامات هذا التنوع الخلاق، وأثناء استكشافه للبحث عن عالم الجاذبية الكمومية وتوحيد الفيزياء في جوانبها غير المعروفة بالضرورة لعامة الناس ، فهو أيضًا نداء حيوي لـ مفهوم وممارسة للعلم أثبت جدارته من كبلر إلى بنروز ، بعيدًا عن الأوصاف الجافة لفلسفة وضعية معينة أو السلوكيات الغريبة المهتاجة لهيدغر الذي ادعى أن العلم لم يعتقد بعد ذلك أنه هو نفسه كان غير قادر على سبر الحقيقة كدليل لا لبس فيه ، ولا ننسى حقيقة أن هيدغر كان لا يزال عضوًا ، في أبريل 1942 ، في لجنة فلسفة القانون ، وهي هيئة نازية ، كما أظهر الفيلسوفة سيدوني كيلرير قبل بضع سنوات.

أول ما تم تقديمه للعمل من السنوات 1950-1960 يتعلق في البداية بما يسمى بالنهج الكنسي للجاذبية الكمومية والذي أدى إلى نظرية الجاذبية الكمومية الحلقية، ثم حلقة علم الكونيات الكمومية مما يجعل من الممكن القضاء على الفرادة الكونية singularité أو التفرد الكوني الأولي للانفجار العظيم وحتى تخيل ما قبل الانفجار العظيم.

الجاذبية وعلم الكونيات الكمومي في حلقات هي من بين فرضيات العمل التي تم استكشافها لنظريات الكموم للجاذبية. وهي تستند إلى معادلة ويلر-ديويت الشهيرة وتسمح بالنظر فيما قبل الانفجار العظيم والأكوان الموازية، تمامًا مثل نظرية الأوتار الفائقة. حسب جون بيير لومينيت

من الجاذبية الكمية الحلقية إلى الهندسة غير التبادلية:

تقترح نظرية الجاذبية الكمومية الحلقية أن الزمكان يمكن أن يكون متقطعًا، فما الذي يمكن أن يغيره لأفكارنا حول توحيد الفيزياء؟

في آخر ملحق لكتابه الشهير "معنى النسبية"، كشف ألبرت أينشتاين عن نتائج سعيه الدؤوب لتوحيد قوانين الفيزياء من خلال تعميم معادلات النسبية العامة. يجب أن تكون حقول المادة والقوة مظهرًا من مظاهر الهندسة الجديدة للزمكان المنحني. كان يأمل في أن يتمكن أيضًا من استنباط نسخة أعمق من ميكانيكا الكموم، حتمية تمامًا وقائمة على مجال مستمر.

وبوضوح، أنهى الأب اللامع لنظرية النسبية العامة، مع ذلك ملحقه بهذا الإعلان: "يمكننا تقديم أسباب وجيهة لشرح سبب عدم إمكانية تمثيل الواقع على الإطلاق بمجال مستمر. يبدو أنه يتبع على وجه اليقين من الظواهر الكمومية أن نظامًا محدودًا من الطاقة المحدودة يمكن وصفه بالكامل بسلسلة محدودة من الأرقام (أرقام كمومية). لا يبدو أن هذا يتفق مع نظرية الاستمرارية وينبغي أن يؤدي إلى محاولة إيجاد نظرية جبرية بحتة لوصف الواقع. لكن لا أحد يعرف كيفية الحصول على الأساس لمثل هذه النظرية. "

يعود تاريخ هذه الكلمات إلى عام 1954 وتظهر كنبوءة وكتحية جديدة لعبقرية أينشتاين عندما يلاحظ المرء عمل عالم الرياضيات الفرنسي آلان كونيس فيما يتعلق بالتطبيقات المحتملة لنظريته في الهندسة غير التبادلية لمشاكل توحيد قوانين الفيزياء في بحثه الموسوم مقدمة في الهندسة غير التبادلية وتطبيقاتها لتوحيد الفيزياء والذي حاز عليه جائزة نوبل.

كرست المجلات المتخصصة العديد من المقالات لهذه الهندسة، وفي كتابه، تناول جان بيير لومينيت أيضًا نظريات آلان كونيس.

إن ملحمة البحث عن الجاذبية الكمومية لم تنته بعد، واليوم لدينا سبب أقل للاختلاف مع روح ما قاله عالم الرياضيات العظيم هيرمان ويل بالفعل في ختام كتابه الشهير دورة حول نظرية النسبية قبل بداية العشرينيات: "الشخص الذي يقيس المسافة المقطوعة ، من المقياس الإقليدي إلى المجال المتري المتغير اعتمادًا على المادة ويحتوي على مظاهر الجاذبية والكهرومغناطيسية ، الشخص الذي يسعى إلى احتضان ما لدينا في لمحة مكشوف ومفتت بالضرورة ، يجب أن يشعر هذا الشخص بالحرية ، كما لو كان يخرج من قفص حيث كان محبوسًا حتى الآن ؛ يجب أن يكون مشبعًا باليقين بأن عقلنا ليس فقط حاجزًا إنسانيًا مؤقتًا للنضال من أجل الحياة ، ولكنه تطور بالرغم من كل المزالق والأخطاء حتى نقطة حيث يمكنها اعتناق الحقيقة بموضوعية. وصلت بعض الأوتار القوية لهذا التناغم بين الكرات التي حلم بها فيثاغورس وكبلر إلى آذاننا ".

قام عالم الرياضيات والفيزياء العظيم هيرمان ويل، أكثر طلاب هيلبرت موهبة، بالكثير لإظهار أهمية المجموعات في فيزياء الكموم. نحن مدينون له أيضًا بكتاب ترويج صغير ممتاز حول مفهوم المجموعة (التناظر والرياضيات الحديثة) والصلات مع مفهوم التناظر في العلوم الطبيعية، سواء كان ذلك في علم

البلورات أو علم الأحياء أو للنظرية النسبية، حتى في المجال الفني. ومع ذلك ، يمكننا أيضًا الاستمرار في الاشتراك في إعلان ألبرت أينشتاين هذا بعد 50 عامًا من الاجترار المستمر للعالم الكمومي. "شيء واحد تعلمته على مدى العمر الطويل هو أن كل علومنا، مقاسة بالواقع، بدائية وطفولية. ومع ذلك فهو أغلى ما لدينا ".

"لقد ولدت في بيئة، لا أعرف من أين أتيت أو إلى أين سأذهب أو من أنا. هذ هي حالتي مثل حال كل واحد منكم. حقيقة أن كل رجل كان دائمًا في هذا حتى لو كان يواجه النهاية وسيظل هناك دائمًا لا يعلمني شيئًا. كل ما يمكننا ملاحظته لأنفسنا حول السؤال الملح عن أصلنا ووجهتنا هو البيئة الحالية.

لهذا السبب نحن حريصون على معرفة كل ما في وسعنا حول هذا الموضوع. هذا ما يتكون منه العلم، المعرفة، هذا هو المصدر الحقيقي لكل الجهود الروحية البشرية. نحن نحاول أن نكتشف قدر الإمكان عن السياق المكاني والزماني الذي وضعنا فيه ولادتنا. وفي هذا الجهد نجد الفرح، ونجده ممتعًا للغاية (ألن يكون هذا هو الغرض الذي نحن هنا من أجله؟). هذا ما قاله أحد آباء ميكانيكا الكموم ، الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء إروين شرودنغر. لقد وفرت ميكانيكا موجات المادة التي تحكمها المعادلة التي تحمل اسمه نظرة ثاقبة لخصائص الذرات والجزيئات. اكتشف مع أينشتاين في عام 1935 ظاهرة التشابك الكمومي التي ضمنتها معادلته. كان إروين شرودنغر شغوفًا أيضًا بالفلسفة. كانت هذه هي الأطروحة التي دافع عنها إروين شرودنجر في عام 1950 في إحدى المحاضرات العامة الأربع بعنوان "العلم كعنصر أساسي في الإنسانية". حتى أنه أضاف، باعتباره أحد مؤسسي ميكانيكا الكموم، بعد أن عمل على توضيح طبيعة الحياة وظهور المادة في نموذج نسبي لعلم الكونيات: "المعرفة المعزولة التي حصل عليها مجموعة من المتخصصين في مجال ضيق ليس لها في حد ذاتها قيمة من أي نوع؛ لها قيمة فقط في التوليف الذي يوحدها مع بقية المعرفة وفقط بقدر ما تساهم حقًا، في هذا التوليف، في الإجابة على السؤال: من نحن؟ "نحن نعلم الآن أننا على الأقل غبار النجوم لاستخدام التعبير الذي غالبًا ما يستخدمه هيوبرت ريفز وربما نعيش في كون به زمكان متكدس، كما يقترح جان بيير لومينيت.

حلم التوحيد:

لطالما كان طموح الفيزياء هو شرح التنوع الحقيقي للواقع من خلال وحدة أساسية. يشرح قانون واحد سقوط التفاحات وحركة القمر، وآخر يشرح كلاً من الكهرباء والمغناطيسية. من خلال تجميع الظواهر المختلفة معًا في أوصاف فريدة، تمكن الفيزيائيون من وصف جميع الظواهر الطبيعية المعروفة . باستخدام أربع قوى جوهرية فقط، عرفت باسم "التفاعلات الأساسية ."الثقالة تفسر الجاذبية وسقوط الأجسام، ولكن أيضًا المد والجزر ومسارات القمر والكواكب والنجوم والمجرات، حتى توسع الكون. تم وصفها بكفاءة ملحوظة من خلال نظرية النسبية العامة التي صاغها ألبرت أينشتاين. يشمل التفاعل الكهرومغناطيسي جميع الظواهر الكهربائية والمغناطيسية والضوء والتفاعلات الكيميائية أو البيولوجية أي علم الأحياء - في الواقع، تقريبًا جميع ظواهر الحياة اليومية باستثناء الجاذبية. يتم وصفها بشكل كلاسيكي بواسطة النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل. بعد حل العديد من المشاكل التقنية، ظهرت نظرية أكثر اكتمالا، وهي في آن واحد نسبية وكمومية في نفس الوقت، وتحمل اسم الديناميكا الكهربائية الكمومية.Électro dynamique quantique .

يضمن التفاعل النووي القوي L’interaction nucléaire forteتماسك النوى الذرية، وبالتالي وجود المادة التي نعرفها والتي تشكلنا. يتم وصفه بواسطة نظرية الديناميكا اللونية الكمومية La chromo . dynamique quantique.

التفاعل النووي الضعيف يسبب الاضمحلال الراديوي النشط للجسيمات دون الذرية ويسمح بالانصهار

الحراري أو الاندماج النووي la fusion thermonucléaire بين النجوم. ويتم وصفه بواسطة النظرية الكهروضعيفة La théorie électrofaible .تم تسليط الضوء على هذين التفاعلين الأخيرين فقط في منتصف القرن العشرين، عندما بدأ فهم بنية النوى الذرية. تم تصنيفهما على أنهما "نوويان" لأنهما يمارسان فقط في مقياس النوى الذرية؛ وبالتالي فهي تفاعلات قصيرة المدى للغاية. ومن ناحية أخرى، فإن التفاعل الثقالي l'interaction gravitationnelle (الذي يكون تأثيره ضئيلًا على النطاق المجهري) والتفاعل الكهرومغناطيسيl'interaction électromagnétique لهما نطاق لانهائي، وتتناقص شدتهما مع مربع المسافة بينهما .أربع تفاعلات لشرح كل الظواهر الفيزيائية وهي قليلة. لكن هذا لا يزال كثيرًا بالنسبة للمنظرين الباحثين عن الوحدة أو توحيد القوانين الفيزيائية الجوهرية. فهم يريدون تقليل هذا العدد. هل يمكن أن تكون التفاعلات الأساسية الأربعة جوانب أو مستويات مختلفة لنفس الواقع الذي يمكن وصفه على مستوى أعمق - أي، يتم التعبير عنه من خلال تفاعل واحد موصوف بواسطة "نظرية وحدوية توحيدية؟»، وتسمى أيضًا نظرية كل شيءThéorie du Tout ؟ في غضون ذلك، قد يكون هذا الهدف بعيد المنال، عملية التوحيد تم الحصول عليها جزئيًا في إطار ما يسمى بنموذج الجسيمات "القياسي". يستخدم تعبير "النموذج القياسي أو النموذج المعياري modèle standard " بشكل عام للإشارة إلى نموذج علمي متماسك بدرجة كافية ومستقر لكسب الإجماع بين الخبراء في هذا المجال. وغني عن القول إن صفة "نظرية متماسكة" أمر ضروري لأنه لا يمكن أن يحتوي نموذج علمي توافقي على تناقضات، سواء كانت ذات طبيعة نظرية (يجب ألا تكون الرياضيات الأساسية غير متسقة، والقوانين الأساسية لـ الفيزياء المعروفة ، مثل السببية أو الحفاظ على الطاقة ، يجب ألا تنتهك) ، أو تجريبية (لا يمكن أن يكون النموذج القياسي الذي يتعارض مع التجارب أو الملاحظات بمثابة نموذج قياسي معياري) . يتجاهل مصطلح "مستقر" حقيقة أن النموذج يجب أن يتم إنشاؤه على أسس صلبة بدرجة كافية حتى نتمكن من الاعتماد عليه من أجل تفسير جميع الظواهر التي تقع ضمن المجال. من الناحية اللغوية، يأتي مصطلح المعيار من الحامل الصلب القديم bas francique *stand hard*، المستخدم لتعيين معايير القياس مثل النقود والأوزان المستقرة إلى حد ما والثابتة لتحديد المعيار ، متوسط القيمة المرجعية .يلبي النموذج القياسي أو المعياري لفيزياء الجسيمات، الذي يصف الجسيمات الأولية وتفاعلاتها، والنموذج القياسي أو المعياري لعلم الكونيات le modèle standard de la cosmologie، الذي يصف بنية الكون المرئي والمراحل الرئيسية لتطوره، هذه المعايير تمامًا. هذا لا يضمن استدامتها بأي حال من الأحوال: وهي مثل أي نموذج، محكوم عليها بالتغير بمرور الوقت اعتمادًا على تطور معرفتنا. لذلك فمن الصحي والشرعي التشكيك في "ما وراء" هذه النماذج القياسية

نموذج الجسيمات المعياري أو القياسي*Le modèle standard des particules*

إن النظرية الحالية هي التي تجعل من الممكن شرح جميع الظواهر التي يمكن ملاحظتها على مستوى الجسيمات، دون معالجة تفاعل الجاذبية. على الصعيدين الكمومي والنسبية في آن واحد، يحتوي النموذج القياسي للجسيمات على تفاعلين متميزين: التفاعل القوي الموصوف بالديناميكا اللونية الكمومية، والتفاعل الكهروضعيف ، وهو توحيد التفاعل الضعيف والكهرومغناطيسية. يتم تفسير جميع هذه التفاعلات المختلفة من خلال تبادل "البوزونات المقيسةbosons de jauge " بين الجسيمات الأولية المسماة الفرميوناتFermions .. يشتمل النموذج القياسي أيضًا علب بوزونات-Brout Englert Higgs االختصار (BEH ، المرتبط بمجال قوة جديد كان موجودًا فقط في الكون البدائي للغاية ، وهو حقل هيغزle champ de Higgs ، وهو شكل من أشكال طاقة الفراغ الكمومي. نقرأ بشكل عام أن بوزون BEH هو الذي أعطى، في الأيام الأولى للكون، كتلة لجسيمات أخرى (باستثناء الفوتون). وفي الواقع، تفاعلت الجسيمات، عديمة الكتلة في البداية، بشكل أو بآخر مع مجال أو حقل هيغز ، وهذا التفاعل هو الذي أعطاها القصور الذاتيl'inertie الذي نخلط بينه وبين الكتلة la masse. وبالتالي، فإن كتلة الجسيمات، بمعنى ما، لا تأتي من تلقاء نفسها، بل تأتي من نوع من "الاحتكاك" بالفراغ .الجسيمات الأولية للنموذج القياسي هي 25 جسيماً بينها :12 بوزونا ، وهي نواقل التفاعلات المختلفة ، وهي - :الفوتون الذي ينقل التفاعل الكهرومغناطيسي ؛ 8 -غلوونات ، والتي تنقل

التفاعل القوي ؛ 3 -بوزونات ,W+ و -w وZ^0 ، والتي تنقل التفاعل الكهروضعيف 12 • .فرميونا ، وهي جزيئات من مادة خاضعة لتفاعلات ، مقسمة إلى فئتين 6 - :كواركات وكواركاتها المضادة ، والتي تشكل جميع الجسيمات المركبة (مثل البروتون أو النيوترون) ؛ 6 -لبتونات (بما في ذلك الإلكترون والنيوترينو) ومضاداتها 1 • .بوزون هيغز BEH ، الذي يعطي كتلة للفرميونات الأولية والبوزونات W و• Z^0

ما وراء النموذج القياسي:

تم إنشاء النموذج القياسي لفيزياء الجسيمات في التسعينيات " وهو يعمل" بشكل رائع ، لكنه لا يمثل النظرية النهائية للفيزياء ، والسبب الرئيسي هو غياب الجاذبية في هذه النظرية المعيارية. ولكن، حتى من خلال التمسك بالتفاعلات الأساسية الثلاثة الأخرى، فإن النموذج القياسي غير قادر على تفسير نسب الكتلة بين الجسيمات المختلفة (ما يسمى بمشكلة التسلسل الهرمي problème dit de la hiérarchie)، ويتوقع كتلة صفرية من النيوترينوات بينما هذا ليس موجوداً في الواقع. إنه لا يأخذ في الحسبان تكوين المادة السوداء أو المظلمة غير الذرية التي يبدو أنها موجودة في الكون، ولا طبيعة الطاقة السوداء أو المظلمة التي تسرع توسع الكون. أخيرًا، إنه لا يوحد فعليًا التفاعلات الكهرومغناطيسية، والتفاعلات النووية الضعيفة والقوية في تفاعل واحد يمكن للمرء أن يطلق عليه "الطاقة النووية ." أو الكهرونووي électronucléaire .

في هذا الصدد، بعد النجاحات المبكرة لنظرية الكهرو ضعيفةélectro faible la théorie التي وحدت جزئيًا الكهرومغناطيسية والقوة النووية الضعيفة ، بدا أن الطريق إلى هذا التوحيد الأكثر اكتمالًا يمكن الوصول إليه بسرعة. في وقت مبكر من سبعينيات القرن الماضي، اقترح شيلدون غلاشو وهوارد جورجيSheldon Glashow et Howard Georgi النظرية الموحدة الكبرى *Grand* GUT) *Unified Theory*)بناءً على شكليات فيزيائية رياضية مشتركة مشتقة من نظرية مجال القياس الكمي. كان التنبؤ الرئيسي لهذه النظرية الجديدة هو تفكك البروتونات، وبالتالي تفكك المادة العادية التي تشكلنا (مع احتمال ضئيل بما يكفي بحيث لا يزال أمامنا بضع مليارات من السنين!). لكن تبين أن النتائج التجريبية تتعارض مع هذه التوقعات: لا يمكن ملاحظة أي تحلل للبروتون، مما يضمن عمر البروتون لأكثر من 10^{35} عامًا. لذلك لا يبدو أن نظرية التوحيد العظيم صحيحة.

من المفارقات، في سياق النسبية العامة، أن الجاذبية ليست قوة أو تفاعل. في هذا الوصف، وهو هندسي بحت، فإن أي شكل من أشكال الطاقة يحني الزمكان. تتحرك الأجسام الضخمة في هذا الزمكان دون التعرض لقوة الجاذبية، متبعةً الجيوديسيةgéodésiques المكافئة للخطوط المستقيمة في الفضاء بدون انحناء. بما أن النسبية العامة ليست نظرية للحقول الكمومية، فهي لا تفترض وجود جسيم وسيط للجاذبية. ولكن، نظرًا لأن العديد من الفيزيائيين مقتنعون بأن الجاذبية أو الثقالة تفاعل أساسي وأنه سيكون لها يومًا ما نظريتها الكمومية، فقد قاموا بتعميد الجسيم المسؤول عن الجاذبية (إن وجد وأسموه غرافيتون graviton) وابتكروا تجارب من شأنها أن تسمح أو تقود لاكتشافه. لم ينجح أي منها حتى الآن .لملء هذه الفجوات العديدة، طور الفيزيائيون امتدادات للنموذج القياسي مثل التناظر الفائق la supersymétrie والجاذبية أو الثقالة الفائقة la supergravité والنظريات ذات أبعاد الزمكان الإضافية أو حتى النماذج المركبةles modèles composites . لقد كرس جيلين من الباحثين حياتهم لاستكشاف هذه الاحتمالات المختلفة، ولكن حتى الآن لم يتم ملاحظة أي من الجسيمات الجديدة التي تنبأت بها هذه الامتدادات extensions للنظريات، سواء بشكل طبيعي من الكون أو بشكل مصطنع أثناء التجارب التي تم إجراؤها فيمصادم الجسيمات العملاقLHC ، وهو أكبر مسرع للجسيمات في العالم .

النموذج القياسي لعلم الكونيات: Le modèle standard de la cosmologie

النموذج القياسي لعلم الكونيات المعروف بـ ACDM ، المبني حول الفكرة المركزية للانفجار العظيم Big Bang ، خضع للعديد من التعديلات في العقود الأخيرة. مطابقة بنجاح قيود الرصد والمراقبة

والملاحظة الجديدة، لا تزال هناك بعض المناطق الرمادية التي فشل النموذج في تسليط الضوء عليها، والتي تشكل مصدر نقاش حاد في المجتمع العلمي. هذا هو السبب في أن النموذج لديه معارضون. ومع ذلك، لا أحد منهم قادر اليوم على تقديم مثل هذا النموذج العلمي البديل المرضي أو المقبول، والذي من شأنه أن يفسر جميع الملاحظات التي تمت خلال القرن الماضي .لفهم حدود النموذج القياسي بشكل أفضل، دعونا نرى كيف يتم بناء النموذج الكوني بشكل عام .الشيء المادي المدروس، وهو هنا الكون، له خصوصية كونه فريدًا وغير قابل للتكرار. على عكس العديد من الظواهر الفيزيائية الأخرى، فإن هذا يمنع أي مقارنة وأي نهج تجريبي ذي طبيعة إحصائية de nature statistique .نحن أيضًا مراقبون موجودون داخل هذا الكائن أو الشيء الذي نريد دراسته ، سواء من حيث الموقع المكاني أو لحظة الملاحظة. لذلك فإن الرؤية التي يمكن أن نحصل عليها عن الكون خاصة جدًا ومحدودة في الجزء الذي يمكن ملاحظته .ينتج عن هذا افتراضان أساسيان على الأقل: الأول هو أن أي نموذج كوني قياسي يجب أن يقدم حلاً علميًا يجعل من الممكن حساب جميع الملاحظات التي تم إجراؤها. قد لا يكون مثل هذا الحل فريدًا، ولا يوجد ما يثبت تفرده المحتمل .الفرضية الثانية هي أن قوانين الفيزياء التي نلاحظها محليًا - على الأرض وفي المختبرات وفي بيئتنا المباشرة - صالحة في أي نقطة أخرى في الكون وفي أي لحظة أخرى من تاريخه. هذه الفرضية ليست تافهة، وقبل كل شيء، لم يتم توضيحها. حتى بدون تغيير القوانين، يمكن لمعايير مختلفة مع ذلك أن تتطور وتتغير. وهكذا، تم إجراء العديد من التجارب لقياس ترتيب حجم التباين المحتمل بمرور الوقت للثابت الشمولي للجاذبية أو الثقالة أو سرعة الضوء في الفراغ. العديد من المقاربات والمناهج النظرية، مثل نظرية الأوتار la théorie des cordes، تأخذ في الاعتبار الاختلافات المحتملة في الثوابت الأساسية على نطاقات زمنية كبيرة، لكنها مقيدة بشدة بالملاحظات، التي ليست كذلك أي التي لا تظهر أي اختلاف قابل للقياس على مجمل التطور الكوني .بالإضافة إلى هذين الافتراضين المبدئيين، فإن النموذج الكوني المعياري أو القياسي le modèle standard cosmologique تم بناؤه حول أربع افتراضات رئيسية .الأول هو صحة نظرية النسبية العامة، والتي تقدم تفسيرًا متماسكًا لظواهر الجاذبية التي نلاحظها، والتي تتوافق تنبؤاتها بشكل استثنائي مع جميع القياسات التي تم إجراؤها. ومع ذلك، هناك العديد من النظريات البديلة التي، على الرغم من اختلافها العميق عن النسبية العامة، تؤدي إلى نفس التنبؤات ولكنها تختلف عندما يتعلق الأمر بوصف بدايات الكون. لأن المشكلة موجودة: النموذج القياسي لعلم الكونيات يُدخل نظريتين مع أسس غير متوافقة، النسبية العامة للهندسة "على النطاق الكبير" للزمكان والفيزياء الكمومية للسلوك المجهري لمحتواها المادي والطاقوي .إنها مواجهة مباشرة بين فيزياء "المستمرcontinu " أو المتصل، حيث يُنظر إلى الزمكان على أنه متشعب أو متغير سلس، وفيزياء "غير متصلdiscontinu «، حيث يكون للزمكان بنية يمكن وصفها بأنها "حبيبية " granulaire ، حتى أنه لا يمكن وصفها بأنها أقل من طول بلانك (حوالي 10^{-33} سم) ، والذي سيمثل نوعًا ما حجم أصغر الحبوب التي وصفتها نظرياتنا الفيزيائية. تصبح المشكلة مستعصية على الحل عندما يقترب المرء من "لحظة الصفر" المفترضة للكون، الانفجار العظيم، لأن أيًا من النظريتين غير كافيتين لوصف سلوك الكون في جواره. إن مجالات صدق كل منهم عفا عليها الزمن، ويحتاج الفيزيائي إلى أدوات أخرى لفهم ما حدث بالفعل أثناء الانفجار العظيم، أو حتى إذا كان موجودًا .الفرضية الثانية للنموذج القياسي الكوني هي الوصف الذي أعطي للمادة بواسطة قوانين الفيزياء المعروفة. على سبيل المثال، منحنيات سرعة دوران المجرات، وديناميات المجرات داخل مجموعاتها أو حشودهاleurs amas ، أو تكوين هياكل كبيرة ليست قابلة للتفسير ، عبر النسبية . بشكل عام، وذلك بفضل إدخال كمية كبيرة من المادة السوداء أو المظلمة غير الذرية، التي يؤثر تأثيرها أو فعلها الثقالي على المادة المضيئة. وبالمثل، لا يمكن فهم التوسع المتسارع للكون، إلا في النموذج الكوني القياسي، من خلال افتراض وجود شكل من أشكال الطاقة الطاردةrépulsive ، وهي الطاقة السوداء أو المعتمة أو المظلمة ، التي تمثل حاليًا ثلثي إجمالي محتوى الطاقة في الكون. من الواضح أن إدخال هذه المكونات الكونية الجديدة له تأثير مباشر على النموذج القياسي الآخر، وهو نموذج الجسيمات: ما هي طبيعة المادة المظلمة والطاقة المظلمة؟ هل يجب أن نكتشف جسيمات جديدة؟ تؤكد هذه الأسئلة على الارتباط العميق الموجود بين فيزياء

"اللامتناهي في الصغر" وفيزياء " اللامتناهي" في الكبر". تستدعي الفرضية الثالثة خصائص معينة لتناظر الزمكان والتي تجعل من الممكن حل معادلات أينشتاين للنسبية العامة. إنها تعكس الإيزوتروبي l'isotropie (أي عدم وجود اتجاه مميز) الذي لوحظ في شعاع الخلفية الكونية أو حتى في توزيع المجرات على نطاقات كبيرة جدًا. ينتج عن هذا التناظر انخفاض جذري في عدد الاحتمالات لتحديد مقياس الكون. في الواقع، يقدم الإيزوتروبي اثنين فقط من الاحتمالات: إما أن كوننا متماثل كرويًا symétrie sphérique ، ونحن موجودون بالقرب من مركزه ، أو أنه متناح أو إيزوتروب isotrope عند كل نقطة من نقاطه ، وهو ما يُترجم بحقيقة أن الكون متجانس مكانيًا بالإضافة إلى كونه موحد الخواص. هذا الاحتمال الثاني يشكل ما يسمى بالمبدأ الكونيle principe cosmologique . وبغياب القدرة على الحسم واتخاذ القرار من خلال الملاحظات، فهذا هو الذي يتم الاحتفاظ به كمسلمة للنموذج القياسي، بافتراض أنه لا يوجد سبب يجعلنا نحن المراقبين نحتل مكانًا متميزًا في الكون. يؤدي هذا إلى حل رياضياتي دقيق لمعادلات أينشتاين، مقياس فريدمان-لومتر la métrique de Friedmann-Lemaître ، الذي سمي على اسم مكتشفيه الأوائل في عشرينيات القرن الماضي. يخبرنا أن شرائح الفضاء، محليًا، متناحية إيزوتروب ومتجانسة homogènes et isotropes ولا يمكن أن تكون هندستها إلا من ثلاثة أنواع مختلفة فقط ، وهي كروية ذات انحناء إيجابي sphérique à courbure positive ، أو إقليدية مع انحناء صفري euclidienne à courbure nulle أو تحدبية بانحناء سلبي hyperbolique à courbure négative .الفرضية الرابعة تتعلق بالهيكل العام لـ الكون ، والذي لا يمكن استنتاجه من الهندسة المرصودة محليًا. على سبيل المثال مقياس فريدمان-لومتر la métrique de Friedmann-Lemaître ، تحتوي الأسطوانة على نفس المقياس أو نفس الهندسة المحلية مثل المستوى plan ، لكن هيكلها sa topologie ، أي شكلها العام ، مختلف تمامًا. لقد كرس العالم الفرنسي جون بيير لومينيت أكثر من عشرين عامًا من العمل لهذا المجال الرائع من البحث الذي سماهسنة " 1995الهيكل الكونيtopologie cosmique ". تكمن المشكلة في أنه من الصعب للغاية، إن لم يكن من المستحيل، تحديد شكل الكون بفضل الملاحظات والرصد فقط، خاصةً عندما يتجاوز حجمه نصف قطر الجزء المرئي منه . في الختام، يسمح النموذج القياسي لعلم الكونيات شرح بطريقة بسيطة واقتصادية نسبيًا جميع الملاحظات التي لدينا حاليًا على الكون واسع النطاق، من ديناميات المجرات إلى تكوين الهياكل الكبيرة، بما في ذلك توسع الفضاء، الوفرة النسبية للذرات المختلفة وخواص إشعاع الخلفية الكونية. لا يوجد نموذج مثالي، إلا أنه يعاني من بعض المناطق الرمادية التي من المرغوب توضحيها: من بينها، تعد طبيعة المادة المظلمة غير الذرية وهي نقطة حاسمة، وإدخال الطاقة المظلمة التي تهيمن تمامًا على محتوى الطاقة في الكون. يعاني النموذج أيضًا من عدم اليقين فيما يتعلق بعملية التضخم المحتملة التي قد يكون الكون قد اختبرها في مهده، والعلاقة بين التقلبات الكمومية البدائية les fluctuations quantiques primordiales وولادة الأجسام ذات الحجم الفلكي الأول .لاحظ أيضًا أن التعيين ذاته للنموذج الكوني القياسي ، modèle standard cosmologique ACDM، والذي تسبب في الفوز بجائزة نوبل في الفيزياء لعام 2019 لأحد المبادرين جيمس بيبلزJames Peebles ، يؤكد هذا بشكل متناقض المشاكل المحتملة. المصطلح A هو الرمز التقليدي للثابت الكوني، والذي لا يعرف على وجه اليقين ما إذا كان يجب تحديده مع الطاقة المظلمة التي تسرع من التوسع الكوني. يشير الرمز DM (المادة المظلمة*Dark Matter*) إلى أنه من أجل حساب حركات وتشكيل الهياكل الفلكية الكبيرة، يجب إدخال شكل من أشكال المادة المظلمة ذات الطبيعة غير المعروفة، حيث يشير الحرف C (باردCold) إلى أنه يمكن أن يكون " بارد " ، وهذا يعني أنه متحرك بسرعات منخفضة مقارنة بسرعات الضوء.

أوفي حالة قرب إلى لحظة الانفجار العظيم، تكمن المشكلة في الفيزياء ككل، لأنها تتعلق بخصائص المادة بمقاييس المسافة والطاقة التي تتجاوز مجالات صحة وصلاحية ركيزتان أساسيتان للنموذج الكوني القياسي، ألا وهما النسبية العامة وميكانيكا الكموم. من الضروري إذن اللجوء إلى نظرية أكثر عمومية تشمل هاتين النظريتين، تمامًا كما تم استيعاب نظرية نيوتن في الجاذبية الكونية قبل قرن من الزمان بواسطة نظرية أينشتاين .يعتقد العديد من الفيزيائيين أن نظرية الجاذبية الكمومية théorie de

gravitation quantique ضرورية لحل الأسئلة المتعلقة بالمادة السوداء أو المظلمة والطاقة المعتمة أو المظلمة، وتبرير بحثهم بهذه الحجة. ومع ذلك، فإن الثابت الكوني، الموجود بالفعل في النسبية العامة الكلاسيكية، يفسر تمامًا الطاقة المظلمة، بينما يمكن تفسير المادة المظلمة غير الذرية من خلال ما يسمى بالنيوترينوات العقيمة. في حين أن هذه المكونات الكونية تنطوي على فيزياء تتجاوز نموذج الجسيمات القياسي، فإنها لا تتطلب بالضرورة قياس الجاذبية. في الواقع ، المبرر الوحيد المقنع لنظرية الجاذبية الكمومية ، إلى جانب توحيد ركيزتي الفيزياء الحالية ، هو القضاء على التفردات l'élimination des singularités. ولكن، هناك مرة أخرى ، يمكننا الاستغناء عنها باستخدام علم الكونيات الارتدادي les cosmologies à rebond ...

وحدات بلانك: *Les unités de* ***Planck***

يتم التحكم في مقياس الظواهر الفيزيائية المعروفة من خلال ثلاثة ثوابت أساسية - :

-سرعة الضوء في الفراغ *c* كلم/ثانية 3000000 ,(299792458 م / ث) ثابتة المقياس الذي تكون فيه التأثيرات النسبية هي الغالبة ؛

-ثابت نيوتن G ($6,673.10^{-11}$ $m^3/kg.s^2$) يقيس شدة تأثيرات الجاذبية ؛

-ثابت بلانك المخفض ($1,054.10^{-34}$ kg.m 2/s) (*fi*= h/(2rr)) يميز مقياس التأثيرات الكمومية .في وقت مبكر من عام 1899 ، أشار الفيزيائي الألماني ماكس بلانك (1858-1947) إلى أنه يمكن الجمع بين هذه الثوابت بثلاث طرق مختلفة لإعطاء الوحدات الأساسية للطول والزمن والكتلة- :

طول بلانك ، mètre 1,61.10-35 = *[fi GlcT 12* = Lp ، هو a نوع من الطول الموجي الأدنى ، أو "كم الفضاء" quantum d'espace؛ -

زمن بلانك،seconde $5,39.10^{-44}$ = 112 [G/c5 *[fi* = tp ، ، هو الزمن الذي يستغرقه الضوء في السفر بطول بلانك ، أي مقدار الزمن الكمومي quantum de temps -كتلة بلانك ، *[fi* = Mr kilogramme 2,18.10-s = c/GJl12 ، ومع ذلك ، ليس كمًا للكتلة. في الواقع ، إذا بدت كبيرة نسبيًا (تساوي تقريبًا كتلة حشرة السوسacarien) ، فهي في الواقع بمقياس الحجمين الآخرين ؛ يمثل في الواقع كتلة الثقب الأسود الذي سيكون نصف قطره هو طول بلانك ووقت التبخر الكمومي d'évaporation quantique ، أي زمن بلانك

• يكمن جمال وحدات بلانك بشكل عام وطول بلانك بشكل خاص في أنه من خلال اعتمادها كمراجع لا يهم الوحدات التي يتم اختيارها لأخذ القياسات. سواء كنت فرنسيًا أو صينيًا أو أمريكيًا أو حتى من المريخ، فالجميع كذلك سوف يتفق على نفس الطول أو نفس الوقت. فيما يتعلق بوحداته، كتب بلانك نفسه في مقالته إلى أكاديمية العلوم البروسية: "سوف يحتفظون بالضرورة بمعناهم لجميع الأزمنة وجميع الحضارات، حتى غير البشرية وكائنات خارج الأرض، ويمكن للمرء أن يقوم بتعيينها كوحدات طبيعية . "ما المعنى العميق الذي يمكن أن نعطيه لهذه الكميات؟ هذه هي المقادير التي تصبح فيها تأثيرات الجاذبية والكمومية والنسبية ذات شدة مماثلة في نفس الوقت. على سبيل المثال، في نماذج Big Bang ، كان زمن بلانك هو الزمن الذي كان من المقرر أن يخضع الكون الناشئ خلاله بشكل أساسي للتأثيرات الكمومية. يشير هذا إلى أن الوصف الصحيح للزمكان والمادة في الكون المبكر جدًا، وبالمثل داخل الثقوب السوداء، يتطلب نظرية تجمع بين الجاذبية النسبية وميكانيكا الكموم. القوى الأساسية الأربع المعروفة:

✓القوة الشديدة (strong force) (النووية) وهي تعمل في نواة الذرة وتربط بين البروتونات والنيوترونات.

✓القوة النووية الضعيفة (weak force) وهي تعمل داخل نواة الذرة وهي المسؤولة عن النشاط الأشعاعي لنواة الذرة.

✓قوة الجاذبية أو الثقالة (gravity) وهذه تعمل بين الكتل، ويبلغ مداها إلي مالا نهاية. وقوة الجاذبية تعمل بين جميع الأجسام، وتظهر واضحة في التكوين الكري للأجسام السماوية من كواكب وشموس،

وكذلك تتحكم في أفلاك الكواكب حول الشمس، ودوران المجرات.

✓القوة الكهرومغناطيسية هي التي تربط الإلكترونات بأنوية الذرات، وتربط الذرات بعضها البعض مكونة جزيئات وهي القوة المتحكمة في البنية البلورية. والقوة الشديدة هي التي تربط الكواركات في نواة الذرة وتربط ومكونات النواة (البروتونات) رغم شحناتها المتنافرة الموجبة. وقوة الجاذبية هي التي تكوّر الأرض وتكور الشمس وتجعل الكواكب تدور في أفلاك حول الشمس، وهي التي تربط المجرات بعضها البعض، وهي التي تجعلنا منجذبين إلى الأرض.

هذا هو ما يسعى إليه العلماء منذ أكثر من قرن من الزمن.

لابد من التذكير بأن أهم الثوابت هو " الثابت الكوني" الذي أضافه آينشتاين لمعادلاته في بداية القرن العشرين ثم تخلى عنه واعتبره أكبر خطأ ارتكبه في حياته العلمية ثم عاد " الثابت الكوني هذه المرة على شكل الطاقة السوداء أو المعتمة او المظلمة" التي يعتقد أنها تتسبب في تسارع التوسع الكوني.

لإنقاذ الموقف، اعتقد علماء فيزياء الطاقة العالية بعد ذلك أن الثابت الكوني قد لا يكون ثابتًا حقًا. على سبيل المثال، اقترح روبرت كالدويل ومعاونوه في عام 1998 وجود كيان جديد، عنصر خامس، من شأنه أن يضفي على الفضاء نفس المسحة، تمامًا كما فعل الأثير في كون أرسطو، وهذا العنصر الخامس يسمى "الجوهر". تم اختيار المصطلح من قبل الباحثين لتطبيقه على مجال الطاقة الجديد الافتراضي هذا. والذي يُعزى إلى اختلاف بطيء للغاية، لا يزال من الممكن تمثيله في نماذج الكون باستخدام المصطلح الكوني، والذي يتوقف عندئذٍ عن تعريفه على أنه ثابت. يمكن تفسيره دائمًا على أنه ما يبقى في الكون عند إزالة كل المادة وكل الإشعاع منه. وبهذا المعنى، فإن الجوهر يتوافق مع شكل معين من الفراغ، ولكنه أكثر مرونة من الثابت الكوني لأنه يتغير بمرور الوقت. قيمة هذا المجال، عالية للغاية في الكون البدائي (لذلك وفقًا لحسابات علماء فيزياء الطاقة العالية. ستنخفض القيمة بشدة أثناء التطور الكوني، ووفقًا للقيمة التي يقيسها علماء الفلك اليوم. بتعبير أدق، فإن مجال الجوهر سيتطور بشكل طبيعي نحو الجاذب مما يمنحه قيمة منخفضة مهما كانت قيمته الأصلية. وبالتالي، فإن عددًا كبيرًا من الظروف الأولية المختلفة للانفجار العظيم سيؤدي إلى نفس الكون الحالي – يجب أن ننتبه بدقة للالتفاتة اللطيفة! التي قادتنا نحو نهج آخر هو نظرية الأوتار، الممتدة من نظرية التناظر الفائق المقصود منها تضمين وصف للغرافيتون وكذلك أحد أكثر مقترحاتها الأكثر إثارة للدهشة الذي يتعلق بالتعدد الكوني أو الكون المتعدد. نظرية الأوتار ، كما قلنا هي امتداد للتناظر الفائق الذي يهدف إلى تضمين وصف للغرافيتون، وهو الجسيم المكون للثقالة أو الجاذبية ، أكثر مؤيديها حماسة (وشهرة) مثل ليونارد سسكيند وبرايان غرين وماكس تغمرك Brian Greeneأو Max Tegmark الذين يأملون في تحويل الإخفاق في الإقناع والتوضيح إلى تحايل رياضياتي جديد أكثر إسرافًا بكثير من ذلك الخاص بالجوهر أو العنصر الخامس quintessence: إذا لم نفهم القيم التي تأخذها الثوابت الأساسية في كوننا ، فيكفي الافتراض أن كوننا ينتمي إلى مجموعة لا نهائية تقريبًا وغير قابلة للرصد من الأكوان المتنوعة، كل منها مزود بمعلمات ومعايير موزعة عشوائيًا. في "مشهد" الكون المتعدد، يكون الثابت الكوني كبيرًا بشكل غير عادي في معظم الحالات، ولكن لا بد أن يكون هناك كون بعيد الاحتمال حيث يكون الثابت الكوني صفرًا تمامًا، وكون آخر غير محتمل تمامًا حيث يكون له "القيمة الصحيحة". كما هو حال كوننا بالطبع. لذلك، بالنسبة لهم، يمتلك كوننا المعلمات والمعطيات غير المحتملة التي يمتلكها هو فقط لأن هذه المعلمات والمعايير والمعطيات هي التي تجعله صالحًا للسكن، وبالتالي باستخدام حجة من النوع الأنثروبي التي تبدت حدودها أعلاه .تعد النظرية M ، امتداداً لنظرية الأوتار التي اقترحها إدوارد ويتن ، وتطمح لأكثر من ذلك. وفقًا لمؤيديها، في عالم "الأغشية" متعدد الأبعاد الذي نشأ من النظرية أم M، يمكن استيراد الطاقة المظلمة المقاسة في غشاء الكون من الأبعاد الإضافية لـ "المصفوفة" التي سيكون مغمورًا فيها. يرى باحثون آخرون أصل التنافر الكوني في التفاعلات المحتملة بين الأغشية - والتي ترقى إلى القضاء على أي لجوء إلى الطاقة المظلمة. هذا لا يلقي أي ضوء على المشكلة، إذا تذكرنا أن النظرية M هي أكثر غموضًا من الطاقة المظلمة، التي لها على الأقل تأثيرات ملحوظة على سرعة التوسع الكوني .كما نرى، لا توجد أي من هذه النظريات الجديدة، مهما كانت مثيرة من هي قادرة على أن تحل الصعوبات بشكل

أفضل من إصداراتها السابقة التي تتعاطى مع الطاقة المنخفضة. ففي كل مرة يتم دفع المشاكل إلى الوراء أكثر قليلاً، مما يزيل قدرًا من الخيال مثل النظريات المذكورة أعلاه: فيزياء موحدة تمامًا والتي ستكون على وشك الانتهاء. أتجاهل محاولات أخرى لا حصر لها لشرح طبيعة الطاقة المظلمة. حتى أن بعض الباحثين ينكرون وجودها، على سبيل المثال من خلال استدعاء كون غير متجانس بدلاً من نموذج فريدمان-لومتر المتجانس القياسي؛ في هذه الحالة، ستختلف سرعة التمدد في الزمان والمكان وفقًا للاختلافات في الكثافة، ولن تكون الطاقة المظلمة أكثر من مجرد قطعة أثرية .باختصار، يتم نشر اقتراح جديد للطاقة المظلمة في المتوسط كل شهر. يكفي القول إن الوضع مشوش إلى حد ما. قبل بضع سنوات، تطوع جيرارد هوفت، الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء لعام 1999، لكتابة مقال في مجلة بعنوان 100"حل لمشكلة الثابت الكوني، ولماذا جميعها خاطئة". قرر أخيرًا ترك المهمة لأحد طلاب الدكتوراه تحت إشرافه، معتبرًا أنها ستكون تمرينًا جيدًا للطالب في هذه المرحلة، من المشكوك فيه ما إذا كان اكتشاف التسارع الكوني، الذي يعتبر أحيانًا الأهم في العشرين عامًا الماضية في الفيزياء، يؤدي إلى الكثير من الالتواءات النظرية. من ناحية أخرى، يمكننا أن نعتقد أن الأمر يتطلب المزيد من الخيال والإبداع لإخراج الفيزياء النظرية مما نعتقد أنه طريق مسدود. من ناحية أخرى، يمكن للمرء أيضًا أن يتساءل عما إذا كانت الفيزياء الحالية لا تعاني من فائض من الخيال مقارنة بنقص البيانات التجريبية. بالإضافة إلى ذلك، يصبح الخيال، رأس المال للإبداع العلمي ، غير منتج إذا لم يطرح الأسئلة الصحيحة. من غير المجدي أن نتعجب من حقيقة أن التناظر يمكن أن يوحد الجسيمات الأولية والتفاعلات الأساسية إذا كان الفيلسوف وعالم الرياضيات جوتفريد فيلهلم ليبنيز يؤمن بذلك في القرن الثامن عشر، ومؤخرًا المنظر البريطاني روجر بنروز ، نحن نفهم الطبيعة بشكل أساسي ، كلما بدت لنا قوانينها أقل تناسقًا. لقد رأينا أن ظاهرة التسارع الكوني يمكن وصفها ببساطة من خلال الثابت الكوني الكلاسيكي لمعادلات أينشتاين، دون اللجوء إلى الفيزياء الجديدة. لكن مجرد كونها أبسط تفسيراً وأكثرها طبيعية لا يعني أنها التفسير الصحيح: على مدى خمسة وعشرين قرناً من ممارستها، لم تتوقف العلوم، وجميع التخصصات مجتمعة. عن مفاجأتنا .ولكن إذا لم يكن الثابت الكوني المرتبط بالفراغ الكمومي هو الذي يسبب التسارع الملحوظ للتوسع الكوني، فما هو السبب الذي يقف وراء التسارع في التوسع الكوني؟ من خلال طرح مشكلة التوافق بين الوصف الكلاسيكي للمكان والزمان والجاذبية مع الطبيعة الكمومية للمادة التي لا تزال غامضة. تشير خطورة الطاقة المظلمة إلى أن شيئًا أساسيًا مفقود في فهمنا للكون المادي. على هذا النحو، يمكن أن يكون توضيحها بمثابة دليل حول كيفية تطوير نظرية جيدة للجاذبية الكمومية .كما هو الحال مع القضاء على التفردات أو حل مفارقة الانتروبيا للثقب الأسود، مثلما يعتبر تفسير القيمة الصحيحة لكثافة الطاقة المظلمة هو اختبار لهذه النظريات. سنرى أنه فيما يتعلق بالثابت الكوسمولوجي أو الكوني حيث فشلت نظرية الأوتار ، فإن المناهج الأخرى مثل الجاذبية الكمومية الحلقية ، والجاذبية الآمنة مقاربًا أو حتى المجموعات السببية لم تنجح .إنها تحية فريدة من نوعها إلى عباقرة مثل آينشتاين ولوميتر لنرى كيف سلك "الحمل الصغير، أي الراهب جورج لومتر" الذي ناقشوه بأدب في مؤتمر باسادينا منذ أكثر من ثمانين عامًا، مسارًا متعرجًا لا تزال نهايته غير مرئية.

معادلات الطاقة المظلمة:

هل يمكننا تخيل أجهزة تجريبية قادرة على تقييد النماذج المختلفة للطاقة المظلمة بشكل أفضل؟ يتميز هذا العامل " أي الطاقة السوداء أو المظلمة" بالضغط السلبي. هذا الأخير يعادل في الواقع التوتر، تمامًا مثل الأجسام المرنة والألواح المطاطية أيضًا، عند الشد، يوجد ضغط سلبي كامن موجه إلى الداخل .يتضح أنه عندما يكون ضغط الطاقة المظلمة أقل من ثلث كثافة الطاقة، تتغير قوة الجاذبية وتصبح نابذة. المعلمة الرئيسية هي معادلة الحالة التي تشرح العلاقة بين الضغط p للطاقة المظلمة وكثافة طاقتها p في $p = wpc^2$ ، حيث w هو معلمة paramètre تعتمد على طبيعة الطاقة. للحصول على طاقة طاردة، يجب أن تكون w سالبة وأقل من -3/1. تنص إحدى المعادلات الأساسية للنموذج الكوني القياسي (المعروف بمعادلة فريدمان الثانية) على أن معدل تمدد الكون يتناسب مع .$(p + 3p / c^2)$ -في الفيزياء اليومية، تكون الكثافة p والضغط p موجبة، لذا فإن معدل التمدد سالب، وهو ما يتوافق مع التباطؤ. ولكن إذا أخذنا في الاعتبار مجال طاقة يكون فيه $(p + 3p / c^2)$ سالبًا، يصبح معدل التمدد موجبًا ونحصل على تسارع .

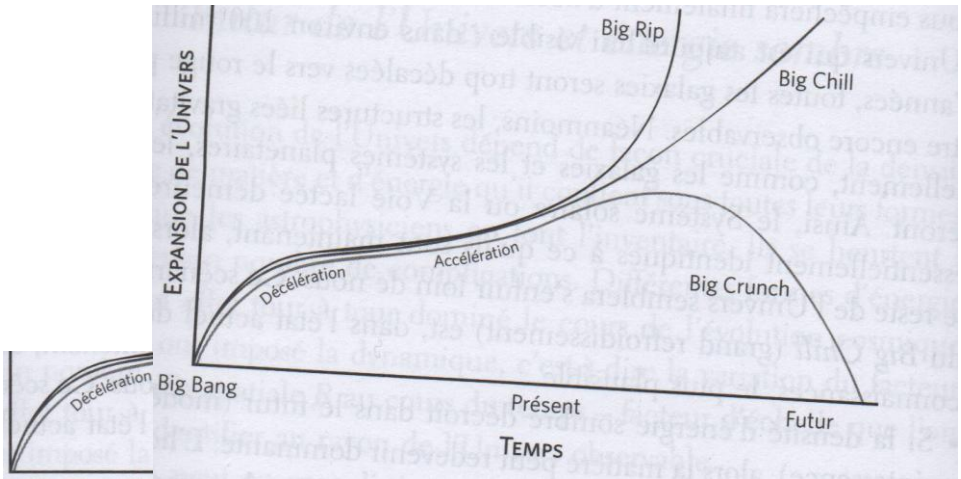
كما رأى لومتر في عام 1934، فإن الثابت الكوني الفراغ الكمومي يتميزان بـ w = -1 ؛ ولذلك فهي طاردة للغاية. أشكال أخرى من الطاقة المظلمة، مثل نماذج العنصر الخامس modèles de quintessence ، والتي تتروح قيمة w فيها بين -1 و -113. يتميز الشكل الأكثر تطرفاً للطاقة النابذة أو الطاردة d'énergie répulsive ، والمعروف باسم "الطاقة الوهمية énergie fantôme أو الطاقة الشبح" ، بـ w <-1. المرونة النظرية تسمح أيضا إلى معادلة الحالة] équation d'état' بأن تتغير بشكل تعسفي بمرور الوقت .وضع علماء الفلك برامج مراقبة طموحة قادرة على تقييد القيم الممكنة لـ w ، وبذلك تكون نماذج الطاقة المظلمة مختلفة. الرهان أو التحدي كبير بالنسبة لعلم الكونيات لأنه، كما سنرى لاحقاً، فإن المستقبل طويل الأمد لكوننا يعتمد كليًا عليه.

مسح الطاقة المظلمة Le Dark Energy Survey ويختصر بـDES هو برنامج مسح ضوئي دولي للأشعة تحت الحمراء وبالقرب من الأشعة تحت الحمراء باستخدام تلسكوب قطره 4 أمتار يقع في تشيلي ومجهز بكاميرا قوية عالية الوضوح للغاية. هدفه هو رسم خرائط لمئات الملايين من المجرات. يحلل DES البنية واسعة النطاق للكون باستخدام أربعة مؤشرات مختلفة:المستعر الأكبر أو السوبر نوفا من نوع la supernovae للكشف عن تاريخ توسع الكون ، والتذبذبات الصوتية الباريونية للكشف عن توزيع المجرات ثلاثية الأبعاد ، وتوزيع العناقيد المجرية ، واستخدام عدسات الجاذبية الضعيفة. تتكون هذه الطريقة من قياس تشوه شكل المجرات تحت تأثير عدسة الجاذبية الناتجة عن المادة المرئية والمظلمة الموجودة بين الأرض وهذه المجرات. درجة التشويه تجعل من الممكن استنتاج كيفية توزيع المادة المظلمة، عن طريق طرح تأثير المادة المرصودة. برنامج المراقبة، الذي بدأ في عام 2012 واكتمل في يناير 2019، جمع كمية هائلة من البيانات التي بدأ تحليلها للتو .ستتولى مهمة إقليدس Euclid مسألة التتابع ، وهو تلسكوب تابع لوكالة الفضاء الأوروبية (ESA) ، ومن المقرر إطلاقه في المدار الأرضي في غام .2022 يشير اسمه إلى عالم الرياضيات والفلك العظيم في العصور القديمة، والذي كان قادرًا على قياس الزمن من ظل عصا عالقة في الأرض. ستستمر ملاحظات هذه الأداة الجديدة، التي تغطي 10 مليارات مصدر فلكي، ست سنوات على الأقل. تعتمد المهمة على قياسات القص الثقالي cisaillement gravitationnel والتحديد عن طريق التحليل الطيفي spectroscopie لمسافة المجرات المعنية. تم تطوير العديد من الطرق للكشف عن خصائصها على مدى السنوات الماضية. واحدة من أكثرها فعالية هي عدسة الجاذبية الضعيفة، والمستخدمة بالفعل في برنامج .DES علاوة على ذلك، من خلال قياس الانزياح الطيفيdécalage spectral نحو اللون الأحمر للمجرات في الخلفية (انعكاس لعصر صورة المجرة)، يمكننا علاوة على ذلك، من خلال قياس الانزياح الطيفي نحو اللون الأحمر للمجرات في الخلفية (انعكاس عمر صورة المجرة) ، يمكننا تقدير كيفية تطور ظاهرة التشويه بمرور الوقت. الهدف النهائي هو تحديد المعلمة w لمعادلة الحالة المتعلقة بضغط الطاقة المظلمة وكثافتها، بدقة 2٪ فيما يتعلق بجزءها الثابت، و 10٪ من أجل أن يعكس المكون تباينًا محتملاً لهذا الضغط بمرور الوقت - أي مرتبط بالتحول أو الانزياح الطيفي نحو الأحمر .إذا تبين أن المعلمة w قريبة جدًا من -1 ، فإن نظرية النسبية العامة وثابتها الكوني ستعطي حسابًا جيدًا لمعدل تمدد الكون ووجود الطاقة المظلمة. من ناحية أخرى، فإن الاختلاف الكبير في المعامل w يعني إما وجود شكل آخر من أشكال الطاقة المظلمة، أو مراجعة للنظرية النسبية العامة.

مستقبل الكون والطاقة المظلمة:

يعتمد تطور الكون بشكل أساسي على الكثافة الكلية للمادة والطاقة التي يحتويها في جميع أشكالها. عندما يقوم علماء الفيزياء الفلكية بتقييم ذلك، فإنهم يواجهون عددًا من المضاعفات والتعقيدات. سيطرت أشكال مختلفة من الطاقة بدورها على مسار التطور الكوني وفرضت ديناميكياته، أي، تغير عامل المقياس المكاني R بمرور الوقت – وهو عامل مقياس يمكن تحديده بالنسبة لنصف قطر الكون المرئي .يمكننا التمييز بين أربع مراحل تقريبًا. الأولى، المرحلة الافتراضية، وهي الفترة القصيرة جدًا من التضخم، حيث كان R يتوسع بشكل كبير تحت تأثير شكل متطرف من طاقة الفراغd'énergie du vide . خلال هذه الفترة كان من الممكن إنشاء المادة. في المرحلة الثانية، سيطر الإشعاع، ولكن مع انخفاض كثافة طاقته مثل R^{-4} بينما زادت R ، في المرحلة الثالثة حلت محلها المادة ، أو تم استبدالها بالمادة ، التي تقل

كثافتها فقط كـ • R^{-3} لـ لأسباب مماثلة ، في المرحلة الرابعة ، استحوذت الطاقة المظلمة على امتداد ما يزيد عن 7 مليارات سنة ، وهي تهيمن على الكون الحالي. تأثيرها هو تسريع التوسع، وإن كان بسرعة أقل مما كان عليه أثناء التضخم. نحن لا نعرف إلى أين ستقودنا تلك الطاقة الغامضة السوداء أو المظلمة، لأننا لا نعرف طبيعتها الحقيقية ولا نعرف قانون التباين الخاص بها بمرور الوقت . ولا ماهيتها الحقيقية. أخيرًا، دعونا نلخص عواقب الفرضيات المختلفة المتعلقة بالطاقة المظلمة على المستقبل البعيد جدًا للكون • .إذا كانت الطاقة المظلمة ثابتة ، فإنها ستهيمن أكثر فأكثر على التوازن الطاقوي في الكون ، وسيستمر التوسع الملحوظ للفضاء في التسارع حتى يصبح أسيًاexponentielle . ستتحطم الهياكل غير المتصلة ثقاليًا بالفعل وستبتعد أجزائها عن بعضها البعض بسرعات ظاهرة أكبر من سرعة الضوء. سوف يمنعنا التسارع في النهاية من مراقبة أجزاء مهمة من الكون والتي يمكن رؤيتها اليوم: وبعد حوالي 100 مليار سنة، ستكون جميع المجرات شديدة الانزياح نحو الأحمر بحيث لا يمكن ملاحظتها أو رصدها. ومع ذلك، فإن الهياكل المرتبطة بالجاذبية، مثل المجرات وأنظمة الكواكب، ستبقى كذلك. لذا فإن النظام الشمسي أو مجرة درب التبانة سيظلان كما هو عليه حالهما الآن، بينما سيبدو باقي الكون وكأنه يهرب منا. إن ما يسمى سيناريو البغ تشيلي *Big Chili* (التبريد الكبيرgrand refroidissement) وهو ، في المستوى الحالية لمعرفتنا ، السيناريو الأكثر منطقية • .إذا انخفضت كثافة الطاقة المظلمة في المستقبل (النمط الجوهري أو نموذج العصر الخامس modèle de quintessence) ، فيمكن أن تصبح المادة مهيمنة مرة أخرى. سينمو الأفق الكوني ليكشف لنا عن جزء أكبر من الكون. ستنتصر الثقالة الجذابة مرة أخرى ولن يتوقف التوسع عن التسارع فحسب، بل سينعكس أيضًا، وسوف ينكمش الكون ككل ليختفي فقط في أنكماشة كبيرة *Big Crunch* قد تحدث خلال 18 مليار سنة • .على العكس من ذلك ، إذا زادت الطاقة المظلمة بمرور الوقت ، أو إذا هيمنت عليها الطاقة الوهمية شديدة التنافر، فإن الفضاء سوف يتوسع بمعدل متزايد باستمرار ، وسوف يتسارع التسارع نفسه. في هذه الحالة، ستكون النتيجة تمزق كبير*Big Rip* قاتل أي grand déchirement تمزق عظيم مدمر، وذلك في حال أصبح التسارع غير محدود تقريبًا بعد فترة زمنية محدودة. سيتم تمزيق كل مادة في الكون، حتى الذرات، بسبب توسع الفضاء. في السيناريو الأكثر تطرفًا، قد يحدث هذا الحدث "بالكاد" بعد 22 مليار سنة. أولاً، سيتم فصل المجرات عن بعضها البعض وستتحلل العناقيد المجرية. حوالي 60 مليون سنة قبل التمزق الكبير Big Rip ، ستكون الجاذبية أضعف من أن تحافظ على تماسك مجرتنا التي ستتشتت ؛ قبل ثلاثة أشهر من الانهيار الكبير ، سيتمزق النظام الشمسي. في الدقيقة الاخيرة ، النجوم والكواكب سيتم تمزيقها ، في الجزء 10^{-19} من الثانية، قبل ذلك ، سيتم تدمير الذرات والأنوية أو النوى الذرية نفسها ، تاركة كوناً فارغاً بدون أي بنية.أو هيكيلية



إذا تم تقليل الطاقة المظلمة إلى طاقة الفراغ الكمومي وظلت ثابتة بمرور الوقت، فسوف تهيمن أكثر فأكثر على طاقة المادة والتوسع، وسيظل الكون متسارعًا ليؤدي إلى البرود الكبير Big Chili(المنحنى الأوسط). إذا كانت الطاقة المظلمة مجالًا متغيرًا جوهريًا بمرور الوقت، فيمكنها تغيير معادلة الحالة

وتصبح جاذبة. لذلك يصبح الإنكماش الكبيرBig Crunch ممكناً مرة أخرى ويمكن أن يحدث في غضون 18 مليار سنة (منحنى القاع). إذا تم استيعاب الطاقة المظلمة في طاقة فانتوم وهمية أو شبحية أكثر كثافة وأكثر إثارة للنبذ ، فإن توسع الكون سيصبح سريعًا أسيًا لينتج عنه تمزق كبيرBig Rip (منحنى علوي).

من الكون الواحد إلى الكون المتعددDe l'Univers au multivers :

``كم عدد العوالم المعطلة ، والمفقودة ، التي تبددت ، وأصلحت وتبددت ربما في كل لحظة ، في أماكن بعيدة ... حيث تستمر الحركة وستستمر في دمج مجموعات من المادة ، حتى أنهم حصلوا على بعض الترتيبات التي يمكنهم المثابرة فيها؟ " دينيس ديدرو ، رسالة عن المكفوفين.

هل نظرية الكون المتعدد خيال علمي أم حقيقة علمية؟ يمكن أن توجد أكوان موازية ، سواء تمكن علماء الكون من إثبات ذلك أم لا. علم الفلك يدرس موضوع الأكوان المتعددة وكذلك علم الكونيات الكوسمولوجيا ويتكون الكون المتعدد من عدة أكوان منفصلة ومتميزة، والسؤال هو هل نعيش في كون متعدد؟ لقد فكر الحالمون في اليقظة ومؤلفو الخيال العلمي في الأكوان الموازية وطالما وصف العلماء أكواننا متجاورة ومتباعدة ومتداخلة ومتوازية لكنها تظل غامضة ومحض خيال. يحتوي كوننا على كل ما نعرفه - من الكواكب والنجوم والمجرات إلى المكان والزمان نفسه. وهو حقًا مذهل في الحجم، ويمتد على حوالي 93 مليار سنة ضوئية، وفقًا لتقديرات علماء الفلك. هذا أكثر مما يمكن أن يأمل جنسنا في استكشافه .ولكن ماذا لو لم يكن كوننا هو الوحيد؟ ماذا لو كانت الأكوان البديلة تتنقل على طول المدى الزمكاني دون أن يتم اكتشافها ، "بجوار" عالمنا؟ يسمي علماء الكونيات هذه الفكرة بالكون المتعدد، وهناك سبب وجيه للنظر في هذا المفهوم. في الواقع، يعتمد العديد من أفضل النماذج العلمية لإنشاء كوننا في الواقع على وجود كون متعدد .نظريات تشير إلى أكوان بديلة لم يتم دفع فكرة الكون المتعدد إلى المجتمع من قبل كتّاب الخيال العلمي الخياليين فحسب، بل ولدت من مبادئ أخرى، مثل نظرية الأوتار وميكانيكا الكموم. حتى نظرية التضخم الكوني، التي تقع في قلب الأفكار الحالية لعلماء الفلك حول كوننا، تتنبأ بوجود كون متعدد .قد يعج الكون المتعدد بأكوان أخرى متطابقة تقريبًا مع كوننا - أو قد تكون مختلفة بشكل لا يمكن تصوره. في كلتا الحالتين، تفتح عوالم الأكوان المتوازية العديد من الاحتمالات المثيرة للاهتمام (والمحيرة للعقل) .كما تصور العديد من المؤلفين على مر السنين، إذا كان هناك أكوان أخرى لا حصر لها، فهناك على الأقل بعض الأكوان التي تحتوي على أشباه أو نسخ من نفسك. لكن هذه النسخ البديلة منك قد تواجه أيضًا حقيقة فيزيائية مختلفة تمامًا، لأن قوانين الطبيعة ليست بالضرورة هي نفسها لكل كون .الأنواع الأربعة من الأكوان المتوازية وفقًا لعالم الرياضيات وعالم الكونيات في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا ماكس تغمارك Max Tegmark ، يمكن أن يأتي الكون الموازي بأربع نكهات مختلفة .لا يمكن أن يكون للكون الموازي شيء جديد نوعيًا ومختلفًا عن كوننا .يمكن أن يكون للكون الموازي قوانين أساسية مختلفة تمامًا للفيزياء .يمكن أن يكون للكون الموازي نفس القوانين الأساسية للفيزياء، لكنه بدأ بشروط أولية مختلفة .يمكن أن يكون للكون الموازي نفس القوانين الأساسية للفيزياء، لكن بلوائح داخلية فعالة مختلفة .رفض العديد من العلماء فكرة الكون المتعدد على مر السنين بسبب حقيقة واحدة بسيطة: إذا لم تتمكن من مغادرة كوننا، فلا توجد طريقة لإثبات وجود أي أكوان أخرى. ومع ذلك، لا يتفق الجميع مع هذه الفرضية، نحتاج لدليل على وجود كون متعدد فكيف نثبت أننا نعيش في كون متعدد؟ إذا اصطدم كوننا بآخر ، فسيقدم بعض الأدلة - رغم أنه من غير الواضح ما إذا كنا سنبقى على قيد الحياة لدراسته. وقد اقترح بعض المنظرين أن الأكوان المتصادمة يمكن أن تترك بقعًا باردة أو نقاطًا ساخنة على الخلفية الكونية الميكروية (CMB) ، الشفق اللاحق للانفجار العظيم. إذا كان الأمر كذلك، يجب أن نكون قادرين على اكتشاف تلك البقع من خلال عمليات مسح السماء المتقدمة .قد توفر موجات الجاذبية - تموجات في نسيج الزمكان - دليلاً يدعم نظرية التضخم الكوني. تتنبأ النظرية بأن موجات الجاذبية المتبقية من الانفجار العظيم يمكن أن تضع تجعيدات صغيرة في CMB ، والتي تبحث عنها بعض التلسكوبات بنشاط اليوم .إذا تمكن الباحثون من اكتشاف مثل هذه التجاعيد في الخلفية الأحفورية الميكروية الإشعاعية المنتشرة - CMB كما اعتقدوا في عام 2014 - فقد يؤدي ذلك في النهاية إلى تعزيز الدعم لفكرة وجود شخص آخر هناك ، يمارس حياته اليومية في عالم بديل ، مما يثبت

صحة كتاب الخيال العلمي مرة اخرى .أو ربما لا. ربما ليس لدينا عدد لا يحصى من الأقارب الكونيين. وربما هذا ليس بالأمر السيئ.

مصطلح "الكون المتعددmultivers " استخدم لأول مرة في 1895من قبل عالم النفس الأمريكي وليام جيمسWilliam James في سياق الأخلاق: "الطبيعة المرئية هي فقط اللدونة واللامبالاة، كون أخلاقي متعدد، إذا جاز التعبير، بدلاً من كونًا أخلاقيًا واحداً"، كما كتب وليام جيمس. اليوم، دخلت المذهب الجديد مفردات بعض علماء الفيزياء النظرية ولكن بمعنى مختلف جذريًا، في إشارة إلى وجود الكون بالمعنى المادي والحقيقي للمصطلح .حاول أرسطو في كتابه الميتافيزيقيا إثبات وحدة الكون – وهي حجة تم تناولها بشكل ملحوظ في القرن التاسع من قبل عالم الرياضيات ثابت بن قرة ومعلقين آخرين. لكن في العصور الوسطى بدأت الأصوات تتحدى العقيدة الأرسطية. تساءل الغزالي في الشرق وجون دونس سكوتJean Duns Scot في الغرب عما إذا كان الله قد خلق "أفضل ما في كل العوالم الممكنة"، معترفًا ضمنيًا أنه كان بإمكانه خلق أكوان أو عوالم أخرى. إن الإدانة الصادرة في عام 1277 من قبل أسقف باريس إتيان تيمبيرÉtienne Tempier ضد 219 اقتراحًا فلسفيًا ولاهوتيًا من ذوي الإلهام الأرسطي أو الرشدي (نسبة لإبن رشد) شجب بشكل خاص فكرة تفرد العالم، لأن ذلك، وفقًا له، يأتي على عكس القدرة الإلهية المطلقة . .في مقالاته وأبحاثه عن الثيوديسية *Essais de théodicée التي* نُشرت عام 1710، تخيل جوتفريد فيلهلم لايبنيزGottfried Wilhelm Leibniz أنه يمكن أن يكون هناك عدد لا نهائي من الأكوان مزودة بقوانين طبيعة مختلفة ، شريطة ألا تؤدي إلى تناقضات منطقية. ومع ذلك، فإن حجة لايبنيز تصطدم بالعائق الفلسفي الذي طرحه أرسطو بالفعل فيما يتعلق بمفهوم اللانهاية "الحالية" - والتي ستتحقق فعليًا في الطبيعة - مقابل فكرة اللانهاية "المحتملة". - التي يمكن أن توجد فقط كخيال مفيد للفكر، بدون نظير مادي أو فيزيائي • وفقًا للتقليد الأرسطي، قدر لايبنيز أن عددًا لا نهائيًا من الأكوان المتماسكة منطقيًا لا يمكن أن تكون "في الواقع" حتى من قبل إله كلي القدرة dieu omnipotent، وأن هذا الأخير كان سيختار العالم الحالي على أساس معيار كونه "الأفضل le ." meilleur possibleإن الرد المذهل على الصراع الصارخ بين التصور اللايبنيزي لكون واحد، الذي يُفترض أنه أفضل ما يمكن ، والواقع التاريخي الذي لا يتوقف أبدًا عن إثبات العكس ، ليس بأي حال من الأحوال نظامًا فلسفيًا ، بل نظامًا ماديًا، فيزيائي -رياضياتي physico-mathématique ، تروق للمفارقة الظاهرة لـ "الضبط الدقيق réglage fin " للمعلمات والمعايير الكونية paramètres cosmologiques والتفسير المحتمل لهذا من حيث الكون المتعدد الماديmultivers physique أو التعدد الكوني الفيزيائي.

الهشاشة الظاهرة للكائنات الحية:

اعتبر عالم الفيزياء الفلكية البريطاني مارتن ريسMartin Rees أنه في عالم به قوانين فيزيائية تعسفية، كانت ظروف ظهور الحياة غير محتملة للغاية، لأنها تتطلب ضبطًا دقيقًا للغاية بين قيم ستة ثوابت عالمية وظروف ظهور الهياكل المعقدة مثل تلك الموجودة في الكائنات الحية. وبحسب قوله فإن هذه الأرقام الستة هي - :عدد أبعاد الفضاء ؛ فمنذ عام 1917 ، جادل بول إهرنفستPaul Ehrenfest جادل بأن الحياة - كما نعرفها على أي حال - يمكن أن توجد فقط في الزمكان الرباعي الأبعاد ، وإلا فإن الأنظمة الذرية والكواكبية ستكون غير مستقرة -النسبة بين شدة تفاعل الجاذبية والتفاعل الكهرومغناطيسي الذي يعتمد عليه تكوين النجوم جزء من الطاقة الكتلية للنواة الذرية أطلق في التفاعلات النووية ، ويسمح للنجوم بتكوين ذرات ثقيلة عن طريق الاندماج ؛ قيم الثابت الكوني والكثافة الكلية للمادة -الطاقة في الكون ، والتي تنظم معدل التوسع الكوني ؛ - الجزء من الكتلة -الطاقةmasse-énergie لعنقود من المجرات، المطلوب لتفريقها ثقاليًا ، والذي يعتمد عليه التوزيع الواسع النطاق للهياكل الفلكية .وفقًا لريس، فإن أي انحراف، مهما كان صغيراً، عن القيم التي تمتلكها هذه الثوابت العالمية في كوننا من شأنه أن يمنع ظهور الكائنات الحية. حتى لو كان بإمكان المرء مناقشة هذا الاختيار المحدد لستة ثوابت أساسية لتقييد مظهر الحياة، تظل الحقيقة أن أي اختلاف لعدد معين من الثوابت في الفيزياء (مثل مضاعفة كتلة البروتون) غير مواتية له، وقد سبق وريس في هذا الاتجاه باحثين مثل روبرت ديكRobert Dicke أو براندون كارترBrandon Carter أو جون باروJohn Barrow . والذين طوروا مفهوم "المبدأ الكوني

الأنثروبي» principe anthropique cosmologique ، والذي بموجبه لا يمكن للحياة أن تظهر إلا في كون قوانينه الفيزيائية قريبة جدًا من تلك التي تسود في عالمنا. نظرًا لأن هذه القوانين تستند إلى ثوابت عالمية ثابتة بمرور الوقت، فإن هذا يعني أن مجموعة محدودة للغاية من الشروط الأولية هي فقط مواتية لتطوير التعقيدla complexité . هذه مفارقة، على الأقل ظاهرياً، تسمى "الضبط الدقيق" للبارامترات الكونيةRéglage fin des paramètres cosmologiques .. أول تبرير ممكن هو "التصميم الذكيdessein intelligent "في هذه الحالة اعتناق أطروحة الروح الإبداعية الخلاقة Esprit Créateur التي كانت ستختار بحكمة وبدقة شديدة ضمن مجموعة لا نهائية من القيم الأولية المحتملة تلك التي تسمح بوجودنا. على الرغم من أن هذا المنطق يستند إلى نتائج ذات طبيعة فيزيائية، فإن نفس هذا المنطق يتضمن أو ينطوي على وجود إله خالق هو من ضبط المعايير الكونية وهذا ليس بأي حال من الأحوال تفسيرًا علميًا (إنه ليس حتى ليس تفسيراً لاهوتًا جيدًا.). بشكل عام، يوضح تاريخ العلم أن تقدم المعرفة يسقط بشكل منهجي جميع أنواع التفكير النهائيfinaliste - الحالة الأكثر إقناعًا هي حالة نظرية الانتقاء الطبيعي، والتي وفقًا للبنى المعقدة التي لوحظت في النباتات والحيوانات هي نتيجة الطفرات العشوائيةmutations au hasard وهي نتيجة عمل حرفي هاوي bricolage ناجح، وليس اختراع أو تصميم مبرمج. قامت نظرية تشارلز داروين بتفكيك "حجة الساعة" التي اقترحها القس الإنجليزي ويليام باليWilliam Paley في عام 1802، والتي وفقًا لها، أظهرت الساعات، مثل النباتات والحيوانات، من خلال بنائها المعقد تصميمًا تصوره ذكاء متفوق une intelligence supérieure . لذلك اقترح الباحثون في الفيزياء الأساسية physique fondamentale تفسيرًا آخر للضبط الدقيق ، والذي وفقًا له يكون كوننا الخاص جدًا مجرد إدراك أو إنجاز عشوائي ضمن مجموعة كبيرة جدًا ، بل وحتى لانهائية من الأكوان "المتوازية parallèles » d'univers " التي تجمع جميع الاختلافات والتنويعات الممكنة لثوابت الطبيعة: التي تفرز كوناً تعددياً ، سنجد أنفسنا في هذا الكون المرئي الذي نعيش فيه و الذي يبدو مميزًا جدًا بالنسبة لنا فقط لأنه الوحيد الذي يجمع ظروف وجودنا. لم يعد هذا تفكيرًا لاهوتيًا بل تفكيرًا علميًا، حتى لو كان قائمًا على نظريات فيزيائية أساسية لا تزال قيد التطوير ولم يتم اختبارها تجريبيًا. يعتمد حل المفارقة هناك على تأثير اختيار النوع "الأنثروبي الضعيف" de type anthropique faible" حيث تتلاشى الصدف المزعومة في كون متعدد عادي. مع هذا النجاح المعرفي الواضح، اكتسب مفهوم الأكوان المتعددة شعبية كبيرة، كما يتضح من الأعمال الشعبية العديدة التي كتبها باحثون مشهورون روجوا لها (ميشيو كاكو Michio Kaku ، وألكسندر فيلينكين Alexander Vilenkin ، وستيفن هوكينغ Stephen Hawking ، وبريان غرينBrian Greene) ، إلى حد إحداث بعض الخراب الفلسفي في دوائر فكرية معينة ، لم يتدرب سوى القليل منها على الانضباط الصارم في العادة للفيزياء النظرية. والحال، حتى لو بدا قادرًا على حل مفارقة الضبط الدقيق réglage fin، لا تثبت الحجة البشرية الأنثروبية الضعيفة الوجود الحقيقي للكون المتعدد. ليس لأن كوننا منظم بدقة يجب أن يكون بالضرورة جزءًا من مجموعة من الأكوان الأخرى. قد تكون المبادئ الفيزيائية التي تم تجاهلها حتى الآن تزيد بشكل كبير من احتمالية أن يكون الكون فريدًا، بينما لا يزال يمتلك للوهلة الأولى الخصائص غير المحتملة التي نلاحظها - كما هو الحال في لعبة النرد المزورة حيث تسجل جميع أسطح النرد الرقم ستة .هذا هو السبب الذي دفع العديد من الباحثين إلى البحث عن نظرية أساسية حقيقية لكل شيء Théorie du Tout ، والتي من شأنها أن تثبت قوانينها أن كونًا مثل كوننا فريد من نوعه لأنه لا مفر منه ... وهذا سيشكل بلا شك الإجابة الأكثر اقتصادا وأناقة على السؤال الشهير الذي طرحه ألبرت أينشتاين: "هل كان لدى الله خيار عندما خلق الكون؟ " "لكن كما رأينا، فإن نظرية كل شيء بعيدة عن متناولنا حاليًا، وربما تظل كذلك لفترة طويلة قادمة، أو حتى يمكن ألا توجد في مكان آخر غير حلم الفيزيائيين الباحثين عن التوحيد. يمكننا أن نؤمن بها ونأمل في تحقيقها أو الوصول إليها يومًا ما، ولكن في غضون ذلك، بسبب عدم وجود أي شيء أفضل، لدينا الحق في أن نأخذ على محمل الجد العدد المتزايد من الباحثين الذين يعتبرون أن الكون المتعدد يفسر مشكلة الضبط بشكل أفضل من نظرية كل شيء الافتراضية. التبريرات المادية الفيزيائية للكون المتعدد: *Les justifications physiques du multivers*

يبدو أن مفهوم الكون المتعدد يتدفق بشكل طبيعي من عدة نماذج مستخدمة الآن في فروع مختلفة من الفيزياء الأساسية. قائمة شاملة لجميع أنواع الأكوان المتعددة ستكون خارج نطاق هذا الفصل لأنها تحتاج لعدة كتب لشرحها. سأقتصر هنا على ذكر خمسة منها، مختلفة تمامًا عن بعضها البعض، وسأقوم بشرح نشأتهم بإيجاز .الأكوان المتعددة لميكانيكا الكموم في تفسير إيفريتEverett لميكانيكا الكموم ، فهذاالأخير،تاريخياً هو أول نظرية في الفيزياء المعاصرة تدرس بجدية وجود عوالم متعددة de mondes multiples ، وذلك بفضل التفسير الذي اقترحه هيوغ إيفريت Hugh Everett في عام 1957 للانتقال بين المستويين المجهري والماكروسكوبي للنظام أثناء "اختزال دالة الموجة réduction de la fonction d'onde " ، بمعنى آخر للقياس. لنتذكر أنه في ميكانيكا الكموم تكون الحالة العامة للنظام عبارة عن تراكب لحالاتsuperposition d'états تتأثر باحتمالات مختلفة، يتم وصف الكل بدالة موجية يحكم تطورها الزمني معادلة شرودنغر Schrodinger ، والتي هي قابل للعكس وحتمية. وأشهر مثال على ذلك هو قط شرودنغر المحبوسة في صندوق مرتبط بقنينة من السم ومقيداً بتفكك ذري لنواة مشعة. قبل أي قياس، تثبت الدالة الموجية للقطة أن حالة الحيوان هي تراكب بين حالة "قطة ميتة" وحالة "قطة حية" في آن واحد مع احتمالات متطابقة .بعد القياس، يبدو أن "المسلم به" هو أن الحالة العيانية للقطة هي فقط إما ميتة أو حية. بعبارة أخرى، دمر قياس النظام تراكب الحالات وخفض أو اختزل دالة الموجة إلى حالة كلاسيكية واحدة .هذا على الأقل هو التفسير المعتاد لميكانيكا الكموم، استنادًا إلى مدرسة كوبنهاغن، والتي لا تذهب دون طرح بعض الصعوبات المعرفية لأن عملية القياس تدخل عدم انعكاس ينتهك الحتمية المتأصلة في معادلة شرودنغر ، وهي خاصية تسمى القابلية للانعكاس الدقيق أو التوحيدية . microréversibilité ou unitarite في تفسير إيفريت ، لا يقلل القياس بأي حال من الأحوال من دالة الموجة إلى حالة واحدة ؛ على العكس من ذلك ، كل الحالات الممكنة تستمر في الوجود ، لكن في أكوان منفصلة. في الحالة البسيطة جدًا للقطة، فإن هذا الأخيرة ميت بالفعل في أحد الأكوان (على سبيل المثال، المكان الذي يوجد فيه الراصد الذي أجرى القياس) ، ولكنها حية تمامًا في كون آخر. وهكذا، عند كل قياس، يتم إنشاء العديد من الأكوان كلما كانت هناك حالات متراكبة في دالة الموجة قبل القياس. في الأكوان المتعددة على غرار إيفريت ، هناك دالة موجية واحدة فقط تتطور بطريقة وحدوية ، دون أن تتفرع. من ناحية أخرى، بالنسبة لكل مراقب يتحرك في كون معين، تنقسم الدالة الموجية بشكل لا رجعة فيه مع كل قياس يتم إجراؤه. يقدم هذا الكون المتعدد الكمومي بالتالي بنية شجرية، على غرار التفرع الشجري، حيث يزداد عدد العوالم التي يتم إنشاؤها باستمرار بمرور الوقت، بينما تظل محدودة. كما يبدو محيرًا، فإن تفسير إيفريت أكثر تحفظًا من تفسير كوبنهاغن، من حيث أنه يأخذ افتراضات نظرية الكموم في ظاهرها، ولا سيما من خلال الحفاظ على خاصية الوحدة. الكون المتعدد لعلم الكون التضخمي:Le multivers des cosmologies inflatoires

يعتمد النموذج القياسي لعلم الكونيات النسبي على حل متجانس مكانيًا ومتناحيًا homogène et isotrope لمعادلات آينشتاين ، ويتم تنفيذه بواسطة مرحلة أولية افتراضية من التوسع السريع للغاية ، المعروفة بالتضخمl'inflation . لا توجد نظرية حقيقية متماسكة للتضخم، ولكن هناك مجموعة من "السيناريوهات" تؤدي إلى تنوع كبير في النماذج والمعلمات والمعايير القابلة للتعديل التي تجعل من الممكن تفسير أي بيانات كونية تجريبية. بشكل عام، تفترض سيناريوهات التضخم وجود حقل أو مجال طاقة ذو ضغط سلبي قوي يسمى التضخم "inflation" ، وهو مشابه لشكل من أشكال الفراغ الكمومي vide quantique ، والذي وجد لفترة وجيزة في وقت مبكر جدًا من تاريخ الكون) عادةً في الجزء 10^{-35} من الثانية الأولى ، قد يسرّع بشدة تمدد عامل القياس من خلال إعطائه معدلًا أسيًا. على وجه الخصوص، كان هذا من شأنه أن يجعل منطقة الفضاء حيث نتواجد، تنمو بعامل لا يقل عن 10^{26} ، أو حتى أكثر حسب النماذج ، والتي تتوافق مع القيمة المنخفضة جدًا للانحناء المكاني و التجانس الكبير للخلفية الكونية المنتشرة. بالإضافة إلى ذلك، خلال مرحلة التضخم، يتم تضخيم التقلبات الكمومية للفراغ وإحضارها إلى المقاييس العيانية أو النطاقات الماكروسكوبية، حيث تفقد طابعها الكمومي. يمكن بعد ذلك

تكثيف عدم التجانس الناتج عن الفراغ تحت تأثير الجاذبية، مما يؤدي إلى ظهور الهياكل المرصودة . هناك المئات من نماذج التضخم. في سيناريو "التضخم الفوضويinflation chaotique " الذي اقترحه أندريه ليندي Andrei Linde عام 1983، لم تحدث عملية التوسع بشكل متجانس في الفضاء؛ من مكان إلى آخر، أدى التضخم إلى توسيع التقلبات الكمومية للفراغ إلى فقاعات عملاقة، وهي نظرية الأكوان- الفقاعات، فكل فقاعة عبارة عن كون، ويمثل كوننا المرئي جزءًا صغيرًا فقط من إحدى هذه الفقاعات. أما بالنسبة للأكوان الفقاعية الأخرىunivers-bulles ، فيمكنها أن ترث جميع الخصائص الفيزيائية الممكنة والتي يمكن تخيلها، بسبب الطبيعة العشوائية والمتقلبة للفراغ الكمومي: فقاعات في حالة توسع وانكماش أوتقلص ، وأخرى في حالة توسع دائم ، بعضها مليء بالنجوم ، ,أخرى "فارغة" ، أو مليئة بالإشعاع فقط ، أو بثقوب سوداء ، إلخ .في "التضخم الأبدي inflation éternelle " ، تكون التقلبات الكمومية في مجال التضخم كبيرة بما يكفي لتسبب انتقال مناطق مختلفة من الكون من حالة فراغ إلى أخرى ، ومن هنا جاءت فكرة التضخم الكوني الأبدي حيث تخرج المناطق التي تخضع لتقلبات منخفضة من آلية التوسع الأسي والاستقرار (ستكون هذه حال منطقتنا) ، بينما في عدد لا حصر له من المناطق الأخرى يستمر التوسع الأسي إلى أجل غير مسمى ، ويتم تشكيل فقاعات منفصلة بشكل كبير عن بعضها البعض ، ولكل منها قوانينها الفيزيائية الخاصة. الكون المتعدد المتضخم الناتج على هذا النحو هو لانهائي ويؤدي إلى بنية كسورية شبيهة بالشجرة structure fractale arborescente من الأكوان التي يكون لكل منها سلف واحد فقط: ألا وهو الفراغ البدائيle vide primordial . لاحظ أن الافتراضات اللازمة لتطوير التضخم الأبدي لم يتم التحقق منها بدقة.

الكون المتعدد لنظرية الأوتار:Le multivers de la théorie des cordes

أذكر بإيجاز شديد أن نظريات الأوتار المختلفة ، وكذلك النظرية القصوى المحتملة أو الميتانظرية métathéorie وهي النظرية (M) *M-theory* التي من المفترض أن تشملها جميعًا ، تتطلب من ناحية أن الزمكان ، الموصوف تقليديًا باستخدام ثلاثة أبعاد مكانية و وبعد الزمني ، يكتسب عددًا معينًا من الأبعاد المكانية الإضافية ، ومن ناحية أخرى ، يستدعي تكامل التناظر الفائق لوصف الجسيمات الأولية المختلفة وتفاعلاتها.

كما يتطلب الإدراك "الفعال" لنظرية الأوتار في الزمكان الفيزيائي وجود حالات مستقرة أو فوق مستقرة أو غير مستقرة للفراغ الكمومي. حتى أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، لم يكن أي منها معروفًا ، إلى أن بدأ رافائيل بوسو Raphael Bousso وجوزيف بولشينسكيJoseph Polchinski في اكتشاف مدى حلول نظرية الأوتار من خلال إظهار التنوع الشديد في الحدود الدنيا المحلية الفراغات المحتملة ، المقابلة للأكوان غير المستقرة. تم اقتراح آليات تثبيت الفراغ من قبل العديد من النظريين، الذين وجدوا أن جميع الفراغات التي تصف الأكوان المتوسعة بشكل كبير كانت قابلة للاستقرار واستقرت في النهاية في فقاعات- أكوان ذات خصائص فيزيائية موحدة. وقدر عدد هذه الفراغات بحوالي 10^{500} ، إن لم يكن أكثر من ذلك بكثير. ثم طور ليونارد سسكيندLeonard Susskind سيناريو "المشهد الكوني paysage cosmique " ، بناءً على دراسة انتقالات الطور بين الفراغات المختلفة لنظريات الأوتار. المشهد الكوني يعني هنا مجموعة هائلة من الفراغات المزودة عمليا بكل قيمة يمكن تخيلها. في مناطق معينة من المشهد هناك "فراغات" يمكن مقارنتها بـ "السهل" بارتفاع صفري، تكون الفراغات متماثلة للغاية ويكون الثابت الكوني صفرًا تمامًا (وهو ما يتعارض مع الملاحظات الرصدية في كوننا المرئي). لكن هذه الفراغات مستقرة بشكل هامشي ويمكن أن تكون متحمسة؛ بالابتعاد عن السهل، نجد الوديان والتلال حيث ينكسر التناظر الفائق. الوديان هي حدود دنيا محلية تقدم طاقة الفراغ الخاصة بها، في مثل هذا العدد بحيث يوجد بالضرورة واحدة على الأقل يمكن أن تتوافق مع القيمة الملاحظة اليوم للثابت الكوني الكوسمولوجي. ولكن، وفقًا لسسكيند وأتباعه، فإن جميع الحدود الدنيا المحلية هي أكوان مادية فيزيائية في حد ذاتها ، ومن هنا فإن الأكوان المتعددة الشاسعة للغاية ، وإن لم تكن غير محدودة ، مرتبطة بمشاهد نظريات الأوتار.

الكون المتعدد للجاذبية الكمومية الحلقية:Le multivers de la gravité quantique à boucles

لقد أكدت بالفعل عدة مرات أنه في النسبية العامة الكلاسيكية وفي ظل فرضيات عامة للغاية، فإن القوانين التي تحكم مصير المادة داخل الثقوب السوداء تؤدي حتما إلى حيث يصبح الانحناء والكميات أو القيم الفيزيائية الأخرى لانهاية. الشيء نفسه ينطبق على نماذج علم الكونيات مما يؤدي إلى الفرادة الثقالية singularité gravitationnelle خلال الانفجار العظيم البغ بانغ ومع ذلك ، قبل الوصول إلى التفرد أو الفرادة ، لا يمكن وصف الدينمايك الصحيح ، إلا من خلال نظرية كوانتية أو كمومية للجاذبية théorie quantique de - la gravitation أو بواسطة علم الكونيات الارتدادي غير الكمومي rebond non cosmologies à quantique في وقت مبكر من الستينيات ، تكهن جون ويلرJohn Wheeler وبرايس ديويت Bryce DeWitt، أن من المتوقع أن تعكس تأثيرات الجاذبية الكمومية الانهيار وتوليد التوسع. وبالتالي، لن ينتهي الزمن في التفردات، وستكون هناك مناطق جديدة من الزمكان في حالة التوسع في مستقبل ما يمكن أن يكون من الناحية «الكلاسيكي حالة فرادة. أعطت الجاذبية الكمومية الحلقية أساسًا صلبًا نسبيًا لهذه التخمينات. إن الإنهيار الثقالي يتوقف قبل الفرادة بسبب وجود تفاعل طارد شديد يتجلى فقط على مقياس بلانك يؤدي إلى ارتداد إلى حالة إنهيار. يمكننا نمذجة هذا، بافتراض أن الانفجار العظيم الخاص بنا هو إعادة ارتداد في كون مضيف أوسع بثير، وأنه يوجد في كل ثقب أسود انفجار كبير ، أي كون جديد ، نوع من طائر الفينيقphénix الذي يولد من جديد من رماده. بدأ الفيزيائي الأمريكي لي سمولين Lee Smolin من قناعة في التطور؛ مما دفعه إلى التفكير في أجيال من الأكوان وأضاف فرضية داروينية بحتة: في كل انفجار كبير جديد، تتغير قيم الثوابت الأساسية بشكل كبير. وعلى نحو عشوائي، لكن قليلًا جدًا - تمامًا كما هو الحال في الكائنات الحية، تختلف جينات الأطفال قليلاً جدًا عن جينات الوالدين. هذه المقدمات تجعل من الممكن بناء نظرية تطورية للكون يكون فيها كون مثل كوننا سينتج حتمًا في يوم أو آخر، لأن الكون سوف يتطور وفقًا لقوانين الانتقاء الطبيعي على أساس نجاح التكاثر البسيط. كون ينتج الكثير من الثقوب السوداء، والكون الذي ينتج الكثير من الثقوب السوداء هو كون خصب. سيكون لجميع المتحدرين منه معايير متشابهة جدًا والتي ستؤدي إلى ثقوب سوداء أكثر أو أقل، وبالتالي إعادة إنتاج نفسه أو يتكاثر أكثر أو أقل. وبالتالي يتم تعزيز إنتاجية الثقب الأسود عبر الأجيال .وفقًا لبعض التقديرات، تحدد الثقوب السوداء النجمية أو المجرية البدائية نوع الكون الذي يحتويها، فإن كوننا يحتوي على 10^{18} ثقبًا أسود على الأقل؛ لذلك كان سينتج أكبر عدد من الأكوان الأطفال. يشبه الكون المتعدد الذي يتكون من الثقب الأسود شجرة عائلة غير محدودة مؤقتًا، حيث يكون لكل كون سلف ونسب.

الكون الرياضاتي المتعدد:Le multivers mathématique

بدءًا من مسلمة تقول بأن كوننا المادي هو بنية رياضياتية ، افترض عالم الكونيات الأمريكي من أصل سويدي ماكس تيغماركMax Tegmark أن جميع الهياكل الرياضياتية هي أكوان حقيقية جدًا. هذا يعني أن العناصر الأساسية للواقع لن تكون المكان، ولا الزمن، ولا الجسيمات الأولية وتفاعلاتها، ولا حتى الفراغ الكمومي، ولكن الإطار الرياضياتي الأكثر عمومية والذي تندرج فيه جميع نظريات الفيزياء الأساسية كحالات خاصة جدًا. من الواضح أنه نموذج الأكوان المتعددة الأكثر تخمينًا وربما الأغنى، والذي يحتوي على وجه الخصوص على جميع الأكوان المتعددة المذكورة سابقًا. ومع ذلك، في مواجهة الصعوبات التي ينطوي عليها تحديد البنية الرياضياتية بشكل صحيح، ومع الأخذ في الاعتبار عدم اكتمال النظم البديهية التي تظهرها نظرية غوديل عن اللاتكاملية l'incomplétude ، قام تيغمارك لاحقًا بتقييد اقتراحه لكون متعدد رياضياتي إلى مجموعة (لا نهائية دائمًا) من الأكوان القابلة للحساب ، والتي تتوافق مع جميع الهياكل الرياضياتية التي لا تحتوي على اقتراح غير قابل للتقرير بمعنى الذي قصده غوديل .

هل يمكننا إثبات الكون المتعدد؟ *Peut-on prouver le multivers ?*

`إنهم لا يسعون إلى بناء نظريات وأسباب لتفسير الحقائق المرصودة ، لكنهم يبحثون عن الحقائق لإدخالها في بعض النظريات والآراء الخاصة بهم ، وهم يسعون فقط إلى استيعابها. وهم يستمدون قناعتهم ليس من الحقائق، بل من المنطق .أرسطو: دراسة عن السماء

لقد رأينا للتو أن الأساليب المتنوعة للغاية في الفيزياء الأساسية تشير، بشكل عام تقريبًا، إلى أكوان متعددة تحتوي على عدد كبير جدًا، بل وحتى لانهائي من الأكوان. في كل من هذه النظريات، سيكون من الضروري إضافة قيود صارمة لتقليل عدد الأكوان المحتملة إلى واحد، في حين أن النظريات المعنية، خالية من هذه القيود، تكون أكثر "نقية" وأكثر أناقة، حتى لو كانت يتم الحصول على البساطة الوجودية على حساب وفرة من الأكوان المتميزة. تكشف هذه النظريات أيضًا عن أكوان متعددة ذات أشكال متنوعة للغاية: في الأكوان المتعددة للتضخم الفوضويle multi- vers de l'inflation chaotique تكون الأكوان المختلفة مفصولة عن بعضها بمسافات هائلة ؛ في نظرية الأوتار ، تتكشف وتنتشر في أبعاد إضافية للفضاء ؛ في نظرية الجاذبية الحلقية ، تتبع بعضهما البعض وتتعاقب على مر الزمن ، مفصولين بمراحل ارتداد ، وفي ميكانيكا الكموم ، على غرار إيفريت ، يتباعدون على طول خطوط زمنية مختلفة بينما يتعايشون في نفس المكان. ومع ذلك، إذا كنا راضين عن البحث عن حل لمشكلة الضبط الدقيق المذكورة أعلاه، فلا داعي للقلق بشأن هذه التفاصيل الدقيقة: في هذا المستوى، تكون جميع الأكوان المتعددة متكافئة إلى حد ما .حقيقة أن عددا من النظريات الحديثة في الفيزياء الأساسية (ولكن ليس الكل) يتنبأ بشكل أو بأن نوعًا ما من الأكوان المتعددة تضيف مصداقية إلى وجودها الفعلي؟ نود أن نصدق ذلك إذا تذكرنا أن النظرية البحتة قد تنبأت بشكل متكرر بظواهر لم نشاهدها من قبل. وغالبًا ما يُستشهد بمثال البوز يترونpositron ، الجسيم المضاد للإلكترون. الذي تنبأ به في عام 1928، بول ديراك وصاغ المعادلة النسبية التي تصف الإلكترون ووجد أنها اعترفت بالحلول الرياضياتية التي يتوافق جزء منها فقط مع الإلكترون، في حين أن الجزء الآخر لا يبدو منطقيًا. في عام 1931، انتهى به الأمر إلى إعطائها معنى فيزيائيًا من خلال اقتراح وجود جسيم جديد، وهو الإلكترون المضاد. تم اكتشاف الأخير في الواقع في العام التالي في الأشعة الكونية. تم التنبؤ أيضًا بأشياء أخرى في الفيزياء مثل النيوترينوات والنجوم النيوترونية والثقوب السوداء وموجات الجاذبية أو بوزون هيغز إنجليرت Higgs-Englert قبل أن يتم الكشف عنها من خلال الملاحظة. أو التجربة. ومع ذلك، بالمقارنة مع الحالات السابقة، فإن حالة الكون المتعدد تطرح مشاكل محددة في النظام المعرفي. الأول هو إمكانية التحقق منه. من الواضح أن الدليل المباشر على وجود كون متعدد بعيد المنال في الوقت الحاضر، لكن هذا ليس اعتراضًا قاتلاً. كان هذا هو الحال أيضًا لفترة طويلة بالنسبة للثقوب السوداء، التي اعتمد وجودها فقط على أدلة غير مباشرة، حتى تم الكشف عنها مؤخرًا (في نهاية عام 2015) عن طريق موجات الجاذبية المنبعثة من اندماج أزواج من الثقوب السوداء، متبوعة بأول صورة تلسكوبية للثقب الأسود فائق الكتلة * M87 تم تسليمها في أبريل 2019 .الدليل غير المباشر ممكن أيضاً. أندريه ليندي Andrei Linde هو أول فيزيائي اقترح نموذجًا دقيقًا نسبيًا للكون المتعدد. كما ذكرت بإيجاز أعلاه، فإن الفكرة الأساسية لعلم الكونيات التضخمي la cosmologie inflatoire هي توليد مناطق شاسعة من الفضاء (والتي سيكون كوننا المرئي من بينها ضمن مجموعة فرعية متجانسة متوافقة مع الملاحظات والرصد) ولكنها مستقلة سببيًا ، كل منها يتم تزويدها بخصائص فيزيائية مختلفة. للتمييز بين هذه المناطق المتضخمة من الكون بشكل كبير و "الأكوان الأخرى" المفترضة تمامًا والمنفصلة عن بعضها البعض والتي تنبأت بها النماذج الأخرى، أطلق عليها ليند اسم الميني أكوان أو "الأكوان الصغيرة mini-univers " (أو "الكون" للجيب ." univers de pocheفي هذه الحالة المحددة ، المصطلح "الكون المتعدد" ينطبق على جميع الأكوان الصغيرة داخل نطاق الكون الفريد المتضخم بشكل هائل.وهو الكون المطلق أو الكلي. اعتقد الباحثون مؤخرًا أنهم اكتشفوا إشعاعًا متحجرًا في الميكروويف، وهذا الصدى البارد للانفجار العظيم، وآثار الاصطدام بين الأكوان الصغيرة "كما تخيلها ليند" وكوننا المرئي. ومع ذلك، فإن هذه الملاحظات تروق لعدد من الفرضيات والتفسيرات بعيدة المنال بحيث لا تتمتع بدرجة من المصداقية، على الأقل حتى يلغي أحدها أي تفسير بديل (والذي، في رأيي، من غير المحتمل أن يحدث) .المشكلة المعرفية الثانية التي

تواجه مفهوم الكون المتعدد، وهي بلا شك أكثر خطورة من سابقتها، هي قابليته للدحض. تم تعميق مفهوم القابلية للدحض في الثلاثينيات من قبل فيلسوف العلم كارل بوبرKarl Popper ، والذي بالنسبة له، لم يكن المبدأ الذي بموجبه يكون التوافق مع التجربة هو المعيار الوحيد الكافي لحقيقة النظرية العلمية وصلاحيتها وهو مبدأ لن يكون كافيا وحدهً، نظراً لعدم وجود "تجربة حاسمة" لتأكيد البيان. لذلك اقترح بوبر معيار القابلية للدحض بدلاً من معيار القابلية للتحقق ليس لتوصيف الحقيقة، ولكن لبقاء النظرية العلمية: البيانénoncé قابل للتطبيق علميًا فقط إذا كان يتوافق مع ملاحظة أو تجربة من المحتمل أن تتعارض معها. على سبيل المثال، نظرية التطور الداروينية قابلة للدحض: يكفي اكتشاف أرانب أحفورية تعود إلى عصر ما قبل الحقبة الكمبريةPrécambrien لإبطالها. وبالمثل، فإن نموذج الانفجار العظيم قابل للدحض: يكفي العثور على نجم أقدم من عمر الكون المحسوب في النموذج. لكن ليس لأن هذين النموذجين لم يتم دحضهما (حتى الآن) أنهما مثبتتان !وبالتالي فإن القابلية للدحض هي طريقة لرفض التصريحات العلمية. والبيانات الأشياء التي لا يمكن مواجهتها بالتجربة. الوضعية كان لموقف بوبر الصارم إلى حد ما فيما بعد تأثير كبير جدًا في فلسفة العلم لدرجة أنه، حتى لو ارتفعت المفاهيم المعرفية الأخرى الأكثر مرونة ضد بوبر، في أذهان العديد من الباحثين الحاليين. يظل عدم قابلية نموذج أو نظرية للدحض إشارة تحذير معرفية .من المثير للاهتمام أن نلاحظ أن الجدل حول دحض لقد تجاوز الكون المتعدد لنظرية الأوتار المسألة البسيطة المتمثلة في المواجهة العلمية المعتادة والصحية، ليؤدي إلى تبادلات خبيثة وليست مشرفة دائمًا بين علماء الفيزياء البارزين من الآراء المتعارضة • في الواقع، ما تمت مناقشته لم يكن الكون المتعدد في حد ذاته، ولكن الإطار النظري نفسه، أي المشهد الكوني لنظرية الأوتار. ومع ذلك، يمكن ملاحظة أن الأكوان المتعددة التي تختلف اختلافًا كبيرًا عن ميكانيكا الكموم، أو الكوسمولوجيا المتضخمة أو الجاذبية الحلقية لم تتم مناقشتها بشكل خاص فيما يتعلق بدحضها .في فرنسا، يعتبر الباحث أورليان بارو

Aurélien Barrau مدافعًا قويًا للمفهوم وفقا له، الكون المتعدد العام - لأسباب أكثر فلسفية من كونها تقنية. يجادل بأن أي نظرية للكون المتعدد "مثيرة للاهتمام علميًا" قادرة على عمل تنبؤات حول كوننا، والتي يمكن اختبارها تجريبيًا. إذا نجحت النظرية في الاختبارات، فإنها تكتسب المصداقية والكون المتعدد الذي تتنبأ به أيضًا؛ إذا فشلت، يتم دحضها. بهذا المعنى، يمكن دحض نظريات الكون المتعدد. يبدو أن المنطق مشكوك فيه. أولاً، سيكون من الضروري تحديد الأكوان المتعددة الأكثر "اهتمامًا علميًا" من الأكوان الأخرى - على سبيل المثال تلك التي تضم بالضرورة كونًا مشابهًا تمامًا لكوننا. في هذا الصدد، تم بالفعل حذف بعض النماذج المحددة للغاية من نظرية الأوتار. بعد ذلك، فإن أي دليل تجريبي يمكننا جمعه في كوننا سيكون، بحكم الواقع، دائمًا متوافقًا مع هذا أو ذاك أو مع تلك الأكوان المتعددة "المثيرة للاهتمام علميًا". يبدو بالفعل أنه، مثلما لا يوجد حد لعدد الأكوان المحتملة، لا يوجد حد على ما يبدو لعدد الأكوان المتعددة المحتملة أو الممكنة.

جنون لطيف:

" لا يجب أن تكون في أي مكان، لكي تكون في كل مكان ." ميشيل دي مونتاين ، DE Michel MONTAIGNE, *Essais* ابحاث ، 1 ، 8

في هذه المرحلة من الارتباك، يتساءل المرء لماذا سيتطلب الأمر الكثير من المتاعب لإثبات إمكانية التحقق أو دحض نماذج الأكوان المتعددة. للاستمرار في العمل بهدوء، ألا يكفي تبني الموقف المعرفي الذي دعا إليه فيلسوف العلم بول فييرابند Paul Feyerabend ، والذي يتمثل في رفض أي منهج توجيهي؟ وفقًا له، "في الواقع، يتقدم العلم خلال تاريخه باستخدام جميع الأساليب المتاحة لفرض نظرية أو أخرى، بحيث تكون القاعدة المنهجية الصالحة الوحيدة لتحديد تقدم العلم هي "اللاسلطوية المعرفية"، والتي يمكن تلخيصها بالصيغة البسيطة "كل شيء جيد". في هذا الترتيب من الأفكار تم وضع مفهوم الكون الرياضياتي المتعدد. في كتابه عام 1986 حول تعددية العوالم، الفلسفة *On the Plurality of Worlds*, le philo-

sophe طرح ديفيد لويسDavid Lewis فرضية "الواقعية النموذجية"réalisme modal ، والتي

بموجبها توجد جميع العوالم الممكنة بالفعل في شكل أكوان غير متصلة. إنه نوع من ذكريات "مجموعة كل العوالم الممكنة" التي استند إليها لايبنيز ذات مرة. كانت الأسباب التي دفعت لويس إلى الترويج للواقعية الشكلية مختلفة نوعًا ما عن تلك التي قدمها الفيزيائيون عمومًا. تدور عوالم لويس حول إعادة بناء الحس السليم. يقول لويس أننا، في الفطرة السليمة، نتلاعب بالأحكام الشرطية "المخالفة للواقع" - أي الأحكام التي كان من الممكن أن تحدث ولكنها لم تحدث - والتي لها قيم الحقيقة. كيف نفسر قيمة الحقيقة لحكم يقع تحت الفطرة السليمة مثل "لو تركت الزجاج" لكان قد سقط "، عندما لا يتعلق الأمر بشيء يمكن ملاحظته؟ يؤكد لويس أن قيمته تعتمد الحقيقة على العوالم المحتملة الأخرى حيث تم إطلاق الزجاج. هناك بالتأكيد عدد لا نهائي من هذه العوالم، ولكن إذا حددنا "مقياس القرب" بين العوالم المحتملة، فسنقول إنها الحقيقة. أن "الزجاج ينكسر في أقرب العوالم" مما يعطي قيمة الحقيقة للحكم المضاد الذي تم ذكره في البداية .لذلك فإن عوالم لويس المحتملة مبنية ومبنية من حيث القرب لتحليل منطق الفطرة السليمة. لا علاقة لها بالأكوان غير المترابطة للكون المتعدد للفيزياء. وعادة ما يتم تقديم هذا الأخير من حيث عدد الأكوان الكبير بشكل لا يمكن تصوره ولكنه محدود. كما رأينا، فإن عدد الأكوان المرتبطة بنظرية الأوتار الفائقة هو 10^{500} على الأقل - وهو رقم هائل جدًا إلى جانبه يعتبر عدد الذرات في كوننا المرئي غير مهم. مع تقدم النظرية (على كل حال على المسار الصحيح)، تكتشف المزيد والمزيد من المتغيرات؛ نحن نتحدث بالفعل عن 10^{100000} ربما هم في النهاية عدد لا حصر له. آلان غوثAlan Guth ، أحد آباء نموذج التضخم ، مقتنع بذلك: "عندما بدأ التضخم ، لم يكن ليخلق كونًا واحداً فقط ، بل عدد لانهائي من الأكوان .." . الواقعية الشكلية التي يدعمها لويس تجلب إلى حيز التنفيذ كل العوالم الممكنة، الكل يقابل ربما لانهاية غير قابلة للعد. أتذكر أن المعدود هو أصغر اللانهائيات الرياضياتية، المقابلة للكاردينال من مجموعة الأعداد الصحيحة. لكن مجموعة الأعداد الحقيقية لها عدد لا نهائي من الرتب الأعلى، غير القابلة للعد • الآن الكون المتعدد ومع ذلك ، فإن الكون المتعدد "النهائي الأقصى أو الكليultime " الذي دعا إليه تغمارك Tegmark يقع ضمن هذه الفئة الأخيرة. ووفقًا له، فإن جميع الهياكل الرياضياتية ستتحقق من منظور الأكوان الفيزيائية، والتي يمكن تلخيصها من خلال المعادلة البسيطة الرياضيات = الفيزياء*Mathématiques = Physique* . على سبيل المثال، معادلات نظرية كل شيء) نظرية M أو أي نظرية أخرى يمكن تخيلها (هي مجرد تراكيب رياضياتية من بين أمور أخرى، معقدة بما يكفي لمنحنا الوقت للتفكير فيها. وبالتالي، فإن الكون الرياضياتي المتعدد هو الكون المتعدد "النهائي الأقصى المتسامي الكلي الشامل" لأنه يحتوي بالضرورة على جميع الأكوان المتعددة لجميع النظريات الممكنة في الفيزياء .يلغي الكون الرياضياتي المتعدد الحاجة إلى شرح سبب عيشنا في كيان أو إنجاز خاص réalisation particulière : إن وجود عالم مضياف للإنسان هو صدفة لا ينبغي أن تفاجأ بعد الآن ، إنها نتيجة بسيطة إحصائية. من بين العدد اللامتناهي من الأكوان، يجب أن يكون عالمنا موجودًا تمامًا كما سيكون هناك دائمًا شخص ما يرسم الأرقام الستة الصحيحة للعبة اللوتو إذا لعب عدد كافٍ من الأشخاص. من السهل جدًا حساب أنه إذا لعب جميع البشر اللوتو على الأرض، فسيكون هناك أكثر من 1000 فائز في كل سحب !للوهلة الأولى، يبدو أن الكون المتعدد الرياضياتي يتعارض مع مبدأ البساطة المقدس، يُطلق عليه أيضًا "شفرة أوكام "Ockham's razor rasoir d'Ockham، من اسم هذا اللاهوتي الإنجليزي من القرن الحادي عشر الذي قال" :من غير المجدي أن نحقق بوسائل أكثر ما يكفي لإنتاج بعدد أقل من الوسائل. بعبارة أخرى، في مجموعة من النماذج التي تشرح الحقائق، يجب إعطاء الأفضلية للنموذج الذي يستدعي الحد الأدنى من عدد الفرضيات. غالبًا ما لعب مبدأ البساطة دورًا إرشاديًا في تاريخ العلم في فرز النماذج والنظريات المتنافسة • ولكن يمكن أن يقودنا الحدس بسهولة إلى الضلال في البحث عما هي البساطة حقًا. إن مجموع كل معادلات نظرية الأوتار محددة تعتبر مجموعة معادلات نظرية الأوتار بمعنى معين "أبسط" من أي من حلولها الخاصة، لأنها تعرض المزيد من التماثلات أو التناظراتsymétries وتستخدم عددًا أقل من المعلمات أو الإعدادات المجانيةParamètres libres .

يعتبر العديد من الفيزيائيين النظريين أطروحة ماكس تغمارك Tegmark خيالية بحتة وغير كفؤ رياضياتيًا • على سبيل المثال ، يستدعي Tegmark مفهوم القياس على مساحة الهياكل الرياضية

المحتملة ، والتي لا يمتلكها أحد لا يزال بإمكانه إعطاء معنى رياضياتي محدد .لكن لا يجب بالضرورة التغاضي عن الفكاهة والأهواء في هذه الأمور. قارن مارتن ريسMartin Rees ، الكون المتعدد بمتجر ملابس كبير: إذا كان الاختيار كبيرًا بما يكفي ، فلن يفاجأ أحد بالعثور على شيء يناسبه. بهذا المعنى، لكنا وجدنا كوننا الخاص. من ناحيتي، سأختتم هذه المناقشة بإحالة القارئ إلى .Fontenelle ألقى في صحبة ساحرة محادثاته حول تعددية العوالم، تردد في أن يقسم أن "هذا كان صحيحًا" بينما قال إنه يحب أن يكون صحيحًا من أجل المتعة التي كان يتمتع بها في تصديقها. وماذا رد عليه الماركيز؟ حسنًا، "بما أن جنونك لطيف جدًا، أعطني إياه." سأؤمن بالنجوم كيفما تشاء، طالما أجدها ممتعة!"

ماذا كان يوجد قبل البغ بانغ؟:

مَنْ سأل هذا السؤال: قبل الدهر أو قبل بداية الزمن، هل كان هناك شيء؟ في حين أن الكلمة السابقة تدل أو تنطوي على فكرة الزمن، تتصرف تمامًا كما لو كانت تسأل: "في الزمن الذي سبق بداية الزمن، هل كان هناك شيء؟*De Universo*. Guillaume n'AUVERGNE, (xm siècle)

نحن نعتبر عمومًا الانفجار العظيم بداية لكل شيء، ونمنع أنفسنا من التفكير فيما ربما حدث قبل ذلك. إذا التزمنا بالنسبية العامة الكلاسيكية وحلول فريدمان-لومترFriedmann-Lemaître الكونية المستخدمة في النموذج القياسي، فإن مسألة "قبل الانفجار العظيم" ببساطة لا معنى لها. في هذه النظرية، يشير الانفجار العظيم إلى أن الزمن نفسه بدأ بالتزامن مع الفضاء والمادة والطاقة قبل 13.8 مليار سنة .حتى بداية هذا القرن، كان السؤال الذي يُطرح كثيرًا في مؤتمرات الترويج للانفجار العظيم يُحرج المتحدث. كان عليه بشكل عام أن يرد على ذلك التخيل للزمن، كان عليه عمومًا أن يقول إن تخيل حقبة قبل الانفجار العظيم هو كالبحث عن لحظة قبل وجود الزمن نفسه. من الواضح أن هذه الإجابة لم ترضي أحدا. هناك طرفة بشأن السؤال المماثل الذي طرح على القديس أوغسطينوس منذ زمن بعيد (وإن كان في سياق مختلف): "ماذا كان الله يفعل قبل خلق العالم؟»، وإجابته، بلا شك، ملفقة، "كان يعد الجحيم لمن يسأل هذا السؤال " !"لحسن الحظ ، تغير هذا الرأي. فمن ناحية، لم يعد علماء الكونيات المعاصرين يخشون الجحيم، ومن ناحية أخرى يحاولون إيجاد حلول يمكن أن تأتي من فيزياء الكموم. فبنفس الطريقة التي حلت بها نظرية الكموم مشكلة فرادة أو تفردla singularité نموذج رذرفوردRutherford الكوكبي للذرة ، فلماذا ، من خلال دمجه في النسبية العامة ، لن يلغي أيضًا الفرادة أو التفرد الذي يمثل بداية الزمن؟ تُحرج المفردات الفيزيائيين لأنها مرتبطة بقيم لا حصر لها من الكميات والقيم الفيزيائية أو الهندسية ، مثل درجة الحرارة أو كثافة الطاقة أو انحناء الفضاء. منذ بدايات علم الكون النسبي والنموذج الأول "للذرة البدائية" الذي طوره جورج لومتر في عام 1931، كان يشتبه في أن السيناريو الكلاسيكي لم يعد صحيحًا عندما خضع الكون الشاب لقوانين فيزياء الكموم. لكن على مدى عقود، لم يكن لدى الباحثين أي شيء آخر ليقدموه. لم يروا حتى التسعينيات كيف يمكن لمقاربات الجاذبية الكمومية أن تجعل التفرد الأصلي يظهر. لقد أصبح بالنسبة لبعضهم، ولكن ليس جميعهم، أحد أهدافهم الرئيسية. لذلك لا شيء يمنع من تخيل أن الكون كان يمكن أن يكون موجودًا قبل الانفجار العظيم، لم يعد هذا الأخير حالة فردية، بل انتقالًا عنيفًا بين حالتين مختلفتين من الكون .الاستعداد لمراعاة ما قد يحدث "قبل الأصل" ليست سوى أحدث الانتكاسات الفكرية التي تبعت بعضها البعض لآلاف السنين. واجه الفلاسفة واللاهوتيون من جميع الثقافات والأديان مسألة بداية الزمن. هل تعود شجرة عائلتنا إلى الأبد في الماضي، أم أنها تتجذر في مرحلة ما؟ دافع أرسطو عن غياب البداية من خلال التذرع بالمبدأ الذي بموجبه لا يمكن لأي شيء أن ينشأ من العدم: إذا كان الكون لا يمكن أن يولد من العدم، فلا بد أنه كان موجودًا دائمًا، ويجب أن يمتد الوقت إلى أجل غير مسمى في الماضي مثلما في المستقبل .اتخذ اللاهوتيون المسيحيون وجهة نظر معاكسة. وفقًا لهم، الله، الموجود خارج المكان والزمان، خلقهم جنبًا إلى جنب مع جوانب أخرى من العالم. ماذا كان يفعل من قبل؟ ببساطة لم يكن هناك من قبل... قادت نظرية النسبية العامة علماء الكونيات إلى استنتاج مماثل، على الرغم من استنادهم إلى حجج عقلانية أخرى، وهي أن الاستقراء في الماضي لنماذج فريدمان لومتر يأتي حتماً مع الزمن صفر.

تفضل نظريات الجاذبية الكمومية إثبات صحة طرح أرسطو بجعل التفرد يختفي. لسوء الحظ، فهم لا

يحلون المعادلات التي تصف الكون في المنطقة المجاورة مباشرة للانفجار العظيم. على سبيل المثال، الحسابات في نظرية الأوتار ممكنة فقط عند الطاقة المنخفضة، أي عندما تتفاعل الأوتار بشكل ضعيف مع بعضها البعض. ولكن في الانفجار العظيم بالتحديد، تكون الأوتار متشابكة للغاية وتتفاعل بأقوى طريقة ... وتواجه نفس الصعوبات في نظريات أخرى .ومع ذلك، هناك نماذج مختلفة تتجاوز النسبية العامة تخاطر بوصف جوانب معينة من "ما قبل الانفجار العظيم." أي تصف الكون قبل الانفجار العظيم كما في «علم الكونيات الارتدادي" ، والذي بالمناسبة لا يقع بالضرورة في إطار الجاذبية الكمومية. وينطبق الشيء نفسه على نظرية آينشتاين-كارتانd'Einstein-Cartan ، التي تستند إلى الهندسة مع الالتواء التي يجعل نظريات هوكينغ-بنروز الكلاسيكية حول الحدوث الحتمي l'occurrence inévitable للفرادات لم تعد تنطبق. في الواقع، يسمح الالتواء بتمديد جسيمات الفرميونية مكانيًا وليس باعتبارها نقطيةponctuelles ، مما يتجنب تكوين التفردات عن طريق استبدالها بالارتداد .لنتذكر أيضًا أن نظرية الجاذبية الكمومي الحلقيةla théorie de la gravitation quantique à boucles ، من خلال افتراض القيم القصوى المحدودة للانحناء والكميات الفيزيائية المرتبطة به، يستبدل أيضًا تفرد الانفجار العظيم بارتداد كبير. كان الكون قبله موجودًا مسبقًا وخضع لانكماش سريع .من جانبها، تتسم نظرية الأوتار بالمرونة لدرجة أنها تقبل "سيناريوهات" عديدة مما قبل الانفجار العظيم. تم الاقتراح الأول في عام 1992 من قبل غابرييل فينيزيانو Gabriele Veneziano و موريزيو غاسبيريني Maurizio Gasperini. تستغل مقاربتهم واحدة من أكثر الخصائص المحيرة لنظرية الأوتار المسماة "الثنائيةdualité ": يمكننا وصف الحالة النشطة التي يكون فيها الكون في لحظة معينة من حيث حجمه بطريقتين مختلفتين، ولكن يرتبط كل منهما بالآخر بواسطة عنصر معين، بالتناظرsymétrie الخاص والازدواجية أو الثنائية. من وجهة نظر طاقوية، لا يمكن تمييز كون أكبر بمرات من مقياس بلانكlQ-) (33سنتيمتر (عن كون أصغر بمقدار l / R مرة. لذلك لم يعد هناك أي عائق أمام الاعتراف بأن الكون كان من الممكن أن يكون أصغر وأصغر كلما عدنا بالزمن إلى الوراء، ولاستقراء ما بعد الانفجار العظيم. لا يصبح أكثر وأكثر سخونة ولا يزداد كثافة: الازدواجية أو الثنائية تضمن، على العكس من ذلك، أنه يمكن وصفه بأنه عالم يزداد اتساعًا وبرودة متزايدة. نتيجة لذلك، سيكون الكون ما قبل الانفجار العظيم عبارة صورة معكوسة للكون اللاحق .دعونا نأخذ مرة أخرى في هذا السياق تاريخها في وقت مضى قبل 14 مليار سنة من الانفجار الكبير التقليدي، لنقل 50 مليار. الكون عبارة عن مساحة شاسعة متجمدة، شبه فارغة، يمر بها عدد قليل من حقول الطاقة. تتأرجح وتتقلب هذه الحقول الكوانتية بنسب متفاوتة بحكم مبدأ عدم اليقين الكمومي ؛ مع مرور الوقت ، تزداد قوى التفاعل وتتقلب هذه المجالات بنسب مختلفة وفق مبدأ الريبة أوعدم اليقين الكمومي ؛ ومع مضي الزمن ، تزداد قوى التفاعل حدة في بعض المناطق ، وتبدأ المادة في التجمع ، وتتراكم على حساب المناطق المجاورة. يتم نقل هذه الكتلgrumeaux فجأة إلى ما وراء نقطة اللاعودة وتنخرط في عملية انهيار لا رجعة فيها: تتشكل الثقوب السوداء. المادة المحاصرة بالداخل تعزل نفسها، وينقسم الكون إلى قطع منفصلة. داخل كل ثقب أسود، تزداد كثافة المادة باستمرار. ينهار الفضاء فجأة على نفسه في عملية "انكماش"déflation (صورة معكوسة للتضخم) ، مصحوبًا بارتفاع مهول في درجة الحرارة. تتركز كل الطاقة في حجم مجهري. عندما تصل الكثافة ودرجة الحرارة والانحناء إلى القيم القصوى التي تسمح بها نظرية الأوتار، فإن هذه الكميات "ترتد" وتبدأ في الانخفاض. لذلك فإن الانفجار العظيم ليس سوى اللحظة التي يحدث فيها هذا الانعكاس. من هناك، يصبح الحدث هو قصة التوسع الذي وصفه علم الكونيات القياسي. هناك سيناريو مختلف تمامًا ناتج عن امتداد لنظرية الأوتار: وهو نموذج الإيكبيروتيك le modèle ekpyrotique إذ يشير إلى نموذج العودة الأبدي الذي دعا إليه فلاسفة العصور القديمة الرواقيين، فإنه يقدم دورة لا نهاية لها من حرائق الكون تليها تطورات متطابقة لأكوان جديدة. يقال إن الانفجار العظيم هو تبادل هائل للطاقة يحدث عندما تتلامس أغشية ثلاثية الأبعادbranes tridimensionnelles . كوننا المكون من 3 غشاء، يطفو في الكون الفائق ذي الأبعاد الإضافية، قد خضع بالفعل لأكثر من انفجار كبير واحد، وسيتكرر هذا الحدث .على الرغم من مغرياتها، فإن كل هذه النماذج تثير تكهنات ميتافيزيقية أكثر مما تثيره النظريات الفيزيائية، لأنها لا تستند إلى أي حسابات موثوقة. ومع ذلك، يبحث علماء الكون عن عواقب يمكن

ملاحظتها تجعل من الممكن التفاوض بينهم. من الكون السابق يمكن أن تبقى آثار موجات الجاذبية، التي يختلف توزيعها في الترددات العالية والمنخفضة وفقًا للنماذج. يمكن أن تساعد ملاحظات كاشفات الجاذبية Virgo و LICQ على الأرض ومستقبلاً LISA في الفضاء في الاختيار بينهما، حتى لو كنا بالكاد نصدق ذلك. يبدو على أي حال أنه، بغض النظر عن النهج المستخدم لمحاولة توحيد النسبية العامة وفيزياء الكموم، فإن الإنفجار العظيم Big Bang بالمعنى الضيق قد تم التخلص منه باعتباره فرديًا أو فرادة كونية، وإعادة اكتشاف خلود الزمن الماضي، وبالتالي القضاء على المفهوم اللاهوتي الإشكالي لـ " السبب الأول .» أو المسبب الأول".

علم الكون المطابق الدوري لبنروز: *La cosmologie conforme cyclique de Penrose*

"يرتبط البحث المجنون باكتشافات غير متوقعة" بول فاليري، بخصوص Eureka لإدغارآلان بو

ينهي جون بيير لومينيت هذا الفصل من كتابه بمناقشة ونقد النظرية الكونية الأكثر إسرافًا، من وجهة نظره، من بين كل تلك التي سبق عرضها أعلاه. سأخصص بضع صفحات لها بطريقة استثنائية، ليس لأنه يؤمن بها، ولكن لأنها تنبع من واحدة من أقوى الشخصيات العلمية التي قابلها على الإطلاق والتي لا تزال تظهر حتى اليوم، في العالم. البالغ من العمر 88 عاماً، وإبداع استثنائي. وهو يشير هنا إلى روجر بنوروز، المذكور عدة مرات في فصول مختلفة كتاب" رغوة الزمكان". قدم السير روجر بنروز مساهمة عميقة في تجديد النسبية العامة خلال الستينيات والسبعينيات، مع الاستفادة من مفاهيم وطرق الهندسة الجبرية والطوبولوجيا التفاضلية. نحن مدينون له بالنظرية الأولى حول الفرادات singularitiesالمتعلقة بفيزياء الثقوب السوداء، وبالتعاون مع ستيفن هوكينغ ، أظهر النظرية الثانية المتعلقة هذه المرة بعلم الكونيات النسبية .لكن لديه العديد من الخيوط الأخرى لقوسه. في عام 1958، أثناء الدردشة مع والده، وهو طبيب نفساني، وكان يخربش رسومات صغيرة على ورقة، وجد الشاب روجرز بينروز شكلاً أو نمطًا غريبًا يشبه المثلث للوهلة الأولى، ولكن من المستحيل بناؤه في الفضاء العادي ثلاثي الأبعاد. بعد أن نشر مقال له في مجلة علم النفس يصف فيه رسمه الذي سماه «مثلث بنروز triangle de Penrose " وعدد قليل من الرسوما والتخطيطات والأشكال المستحيلة الأخرى من نفس النوع ، اتصل به الفنان الهولندي موريتس كورنيلس إيشرMaurits Cornelis Escher : وكان هذا الأخير يرسم منذ فترة طويلة أشكال مجردة مستحيلة دون أن يعرف أنها كانت أشياء رياضياتية جديدة ومدهشة. بعد تبادلات مثمرة بينهما ، استوحى إيشر الإلهام من عمل بنروز في نسختين شهيرتين بعنوان الشلال *Chute d'eau* ، والتي تستخدم مثلث بنروز ، والصعود والنزول *Montée et descente,*، والتي تُظهر سلمًا مستحيلًا لايمكن للمرء أن يصعد وينزل عليه إلى ما لا نهاية ، مع البقاء على نفس المستوى . اشتهر بيرنوز Penrose أيضًا باكتشافه في عام 1974 لأسقف مكونة من شكلين (على سبيل المثال البنتاغون والماسpentagones et des losanges) ، والتي لها خاصية تغطية سطح بالكامل بطريقة غير دورية. بدا الأمر وكأنه ترفيه رياضياتي جميل حتى اكتشاف شبه البلورات، في عام 1984 ، وهي مواد غريبة ذات بنية منظمة بقوة مثل تلك الموجودة في البلورات cristaux ، ولكن ليس بشكل دوري. في السنوات 1990، خلال عشاء مع صديقه المشترك براندون كارتر Brandon Carter (والذي كان بنروز أستاذه قبل خمسة عشر عامًا قبل أن يصبح كارتر بدوره مشرفًا على أطروحة جون بيير لومينيت!) ، أتيحت له الفرصة لمناقشة تعاونه مع إيشر ، والتبليط غير الدوري ، وبشكل عام العلاقات بين العلم والفن والهندسة. أظهر بنروز شرائح من بعض الأسقف غير الدورية التي حصل عليها ببراءة اختراع والتي تستخدمها اليوم شركات البلاط، مضيفًا بكل روح الدعابة البريطانية أنه في النهاية يمكنك كسب المال من خلال الاكتشافات الرياضياتية ، وهو أمر نادر إلى حد ما !تساءل روجر بنروز، أحد أتباع المفهوم الأفلاطوني للرياضيات الذي بموجبه يكون جمال وأناقة القوانين بمثابة علامات على الحقيقة، في الروابط بين الوعي البشري وقوانين الفيزياء. يعتقد أن أجهزة الكمبيوتر تعمل مثل آلات تورينغ من حيث الخوارزميات، وهي غير قادرة بشكل أساسي على نمذجة الذكاء والوعي، والتي هي خوارزمية جزئيًا فقط. لا يستبعد بينروز إمكانية الذكاء الاصطناعي على أساس العمليات الكمومية، لأنه،

حسب رأيه، فإن العمليات الكموميةprocessus quantiques ، ولا سيما تقليل الحزمة الموجية (وهي جوهرياً غير حتمية في الأساس) ، هي التي تلعب دورها في سبر ظاهرة وعي - والإدراك. وهكذا اقترح حلولًا بيولوجية تسمح لظاهرة التراكب الكمومي بالحدوث في الدماغ، الأمر الذي جعل جميع الباحثين في العلوم المعرفية يصرخون - هذا هو الثمن الذي يجب دفعه مقابل الأصالة.

لكن دعنا نصل إلى علم الكونيات الذي يهمنا هنا، وما ورد أعلاه لم يكن غير ضروري حيث سنرى أن كل شيء متصل في ذهن بنروز. من الواضح أنه عالج المشكلة الهائلة المتمثلة في توحيد مفاهيم فيزياء الكموم مع تلك الخاصة بالفيزياء النسبية. لذلك اقترح في عام 1967 نظريته عنtwisteurs "الملتوية"، وفي عام 1971، نظرية شبكات السبينات réseaux de spins. تم تطبيق الأول على نطاق واسع على نظرية الأوتار في إطار مراسلة AdS / CFT ، والثاني على أساس الجاذبية الكمومية الحلقية. كما رأينا، هاتان النظريتان مرشحتان جادتان لعنوان نظرية الجاذبية الكمية ويمكنهما حل السؤال: "ماذا كان هناك قبل الانفجار العظيم؟" لا يخفي بنروز حقيقة أنه لا يؤمن كثيرًا بنظرية الأوتار وأبعادها المكانية الإضافية. كما أنه غير راضٍ عن نظرية التضخم. وإذا كانت هذه الأخير نجحت بالفعل في اجتياز العديد من الاختبارات فذلك بفضل قياسات الإشعاع الأحفوري التي أجراها تلسكوبات WMAP و Planck ، فذلك ليس كافياً لكي يتم إثباتها بأي حال من الأحوال ، وبالتالي لا ينبغي أن تكون جزءًا من النموذج القياسي لعلم الكونيات ، على الرغم من رغبة العديد من الفيزيائيين الذين روجوا لها. لطالما وجد بنروز الحلول التي قدمتها نظرية التضخم للمشاكل، سواء كانت صحيحة أو خاطئة، للنموذج الكوني القياسي خاطئة، على وجه الخصوص لأنها لا تحل لغز الحالة الأولية الخاصة جدًا للكون، وصلة ذلك بـ المبدأ الثاني للديناميكا الحرارية .إن مسألة مكانة المبدأ الثاني للديناميكا الحرارية second principe de la thermodynamique في علم الكون النسبي قديمة. يعود تاريخها إلى عمل الفيزيائي الأمريكي ريتشارد تولمان Richard Tolman ، بناءً على النماذج الأولى للأكوان الديناميكية التي اكتشفها ألكسندر فريدمان في عام 1922 .عادة يبدأ نموذج فريدمان "المغلق "وينتهي في التفرد,singularité أو الفرادة، لكن مؤلفه اقترح إمكانية حل دائريcycloïdale يتم فيه توسيع الكون المغلق ويتقلص على التوالي عددًا كبيرًا من المرات. إذا قبل المرء معادلات "غريبة" معينة لحالة المادة، يحصل المرء بشكل فعال على حل حيث يتأرجح نصف قطر الفضاء بين قيمة دنيا (حالة الحد الأقصى من الضغط) وقيمة قصوى (حالة الحد الأدنى من الضغط) .في نهاية عمله الأخير عام 1924 تم الاستشهاد به بالفعل، الكون كمكان وزمان،*L'Univers comme espace et temps* يقدم فريدمان، وإن كان بإيجاز شديد، حلول "الأكوان المتغيرة"univers variables التي اكتشفها ونشرها في شكل تقني قبل عامين. يكتب على وجه الخصوص: "يولد النوع المتغير للكون مجموعة أكثر عمومية من النماذج: في بعض الحالات، يبدأ نصف قطر انحناء الكون من قيمة معينة ويزداد باستمرار بمرور الزمن ؛ في حالات أخرى ، يتغير نصف قطر الانحناء بشكل دوري ، يتقلص الكون إلى نقطة حجمها صفر ، ثم من هذه النقطة ، يزداد نصف القطر إلى قيمة قصوى معينة ، ثم يتناقص مرة أخرى ليصبح نقطة مرة أخرى ، وهكذا. ويضيف عالم الكونيات الروسي ذلك "لا يخلو من التذكير ببعض المفاهيم الأسطورية عن الهندوس فيما يتعلق بـ" دورات الوجود." إن مفاهيم الأكوان الدورية أو المتذبذبة شائعة جدًا في الأساطير المختلفة. بين الهندوس، كل دورة من الكون هي "كالبا" أو "يوم براهما"، والتي تستمر منذ 4320 مليون سنة. فيشنو، الذي يتحكم في الكون، لديه حياة من مائة "سنة كونية"، كل منها يحتوي على 360 كالبا. بعد 36000 دورة تقابل ما يقرب من 150 تريليون سنة أرضية ، يقترب العالم من نهايته وتبقى الروح فقط. بعد فترة زمنية غير محددة، يظهر عالم جديد وفيشنو Vishnu جديد، وتستأنف الدورة. لاحظ أن طول يوم براهما قريب جدًا من العمر المنسوب إلى كوكبنا والنظام الشمسي (4.56 مليار سنة) ، وبنفس الترتيب من حيث الحجم مثل عمر الكون في علم الكونيات الحديث !ومع ذلك، فإن هذه الذكريات الغريبة لعلم الكونيات الهندوسي التي ذكرها ألكسندر فريدمان لم تأخذ في الاعتبار المبدأ الثاني للديناميكا الحرارية. في أوائل الثلاثينيات من القرن الماضي، كان ريتشارد تولمان Richard Tolman مهتمًا بنموذج فريدمان الدوري، حيث يمر الكون بمراحل متتالية من الانكماش والتوسع، وذلك منذ الأزل، بدون بداية أو نهاية. وفقًا لتولمان ، كان لابد من استبدال التفردات أو الفرادات الأولية والنهائية من خلال تكوينات صغيرة جدًا وكثيفة جدًا

من الأكوان ، من نوع "الذرة البدائية" التي اقترحها لومتر Lematre للتو. ومع ذلك، قاده عمله ليُظهر في عام 1934 أن الفكرة يجب أن تفشل بسبب المبدأ الثاني للديناميكا الحرارية. هذا يثبت أن إنتروبيا النظام المغلق - وهي حالة الكون المغلق - يمكن أن تزداد بمرور الوقت فقط. وفقًا لحسابات تولمان، يجب أن تكون كل بداية لدورة كون جديدة مصحوبة بزيادة في إنتروبيا المادة والإشعاع الذي كانت تحتويه سابقًا. ومع ذلك، فإن إنتروبيا كوننا الحالي محدودة ومنخفضة جدًا في النهاية، وهذا لا يتفق مع فرضية وجود عدد كبير جدًا، بل غير محدود، من الدورات السابقة لدورتنا. نحن نعلم اليوم أن الكون يتوسع بسرعة بسبب محتواه السائد في الطاقة المظلمة الطاردة. يبدو أن هندسته قريبة جدًا من كونها إقليدية، على الرغم من أن التحليلات الأخيرة لتلسكوب بلانك التي تميل إلى تفضيل مساحة من الانحناء الإيجابي قليلاً. على أي حال، إذا تم وصف الطاقة المظلمة جيدًا بواسطة ثابت كوني أو مجال متغير من الجوهر يبقيها دائمًا نابذة، فإن كوننا سيواصل تمدده المتسارع إلى الأبد. من الواضح أن هذا يغلق الباب أمام كون دوري. سيكون لكوننا حياة واحدة فقط، أبدية بالتأكيد ولكن محكومًا عليها بالانحلال بلا هوادة، كل الهياكل المعقدة في كوننا ستختفي بمجرد استنفاد مصادر الطاقة الموجودة في النجوم وفي الأشكال الأخرى .
يرفض روجر بنروز هذه الفكرة. النظرية التي اقترحها منذ ذلك الحين ويُطلق على عام 2010 علم الكون المطابق الدوري) la cosmologie conforme cyclique اختصار (CCC ، وباستخدام تعبير نيلز بور المعروف جيدًا ، من الجنون بما يكفي أن تكون دقيقًا! لفهم CCC ، دعنا أولاً نأخذ منعطفًا بسيطًا من خلال مفهوم التحويل المطابق ، وهو مصطلح ينطبق بشكل عام في الهندسة على التحول الذي يحافظ على الزوايا بدلاً من الحفاظ على الأطوال (وهي حالة الاستدارة أو التدويرات le cas des trans-lations ou des rotations,، وهي وبالتالي غير متوافقة). في الستينيات من القرن الماضي، أظهر بنروز بالفعل كيف يمكن مطابقة المخططات للزمكان اللانهائي، التي تصف جميع أحداث الكون في تاريخ معين، بمساعدة التحويل المطابق. بالضبط مع مربع واحد بحجم محدود. بعده، استخدم براندون كارتر هذه التقنية للوصف الكامل للثقوب السوداء. وبالتالي، فإن مخططات بنروز كارتر تجعل من الممكن تمثيل الخصائص السببية للثقب الأسود أو النموذج الكوني بكفاءة عالية، على ورقة، بما في ذلك اللانهايات الزمنية والمكانية المحتملة. بداهة، هذه مسألة خدعة رياضياتية لتمثيلها بطريقة محدودة خصائص الزمكان التي تتكشف إلى ما لا نهاية. بالفعل في نهاية القرن الحادي عشر، تصور هنري بوانكاريه تمثيلًا مطابقًا لسطح قطعي لانهائيplan hyperbolique في شكل قرص منتهي يُدرج فيه الفضاء المحدبhyperbolique بأكمله. كان موريتس كورنليس إيشر قد أنتج، مرة أخرى، في نهاية 1950 سلسلة من المطبوعات بعنوان الحدود الدائريةCircular Limit - *Limite circulaire* ، والتي استخدم فيها التمثيل المطابق لـتصميم بوانكاريه Poincaré مع نموذجه في علم الكونيات المطابق الدوري ، بدأ روجر بنروز باللعب بطريقة مماثلة مع معادلات النسبية العامة ، ولكن بدلاً من اعتبار التحولات المطابقة كأداة رياضياتية للمهن التعليمية أو الفنية ، كان مقتنعًا بأن التكافؤ المطابق بين حالة من التوسع اللانهائي للكون والحالة البدائية المحدودة كانت حقيقة فيزيائية !هذا ليس واضحًا، لأنه يتطلب وصف المراحل الأولية والنهائية للكون بمحتوى جسيمي من كتلة صفرية، وإلا فسيتم فقد التناظر المطابق. بالنسبة للمرحلة الأولى، تبدو الأمور جيدة في وقت أقرب. يُعتقد أنه عندما كانت درجة الحرارة مرتفعة بدرجة كافية، كان حقل هيغز المسؤول اليوم عن كتلة الجسيمات يساوي صفرًا، وهو ما ألغى فعليًا كتلة الجسيمات الأخرى. وحتى بدون هذا المجال أو الحقل، كانت الطاقات الحركية للجسيمات بعد الانفجار العظيم عالية جدًا لدرجة أنها هيمنت إلى حد كبير على تلك المرتبطة بكتلها. لذلك حدث كل شيء كما لو أن جميع الجسيمات الموجودة في الكون الصغير البدئي كانت بلا كتلة بالفعل.

بالنسبة لمستقبل الكون البعيد، فإن السؤال أكثر إشكالية. ليس هناك ما يشير إلى أن كتل الإلكترونات أو الكواركات سوف تلغي بعضها البعض يومًا ما وأن الكون سيتكون فقط من جسيمات عديمة الكتلة. ومع ذلك، يمكننا استدعاء سيناريوهات غير مؤكدة مثل تفكك البروتونات، والتبخر الكمومي للثقوب السوداء أو حتى بحر من الثقوب السوداء الافتراضية التي تبتلع جزيئات المادة لبصقها في شكل فوتونات وتحويل كل محتوى المادة في الكون إلى ضوء. بعض الآليات الموجودة في نظريات الأوتار ذات الأبعاد المكانية الإضافية تسمح أيضًا لكتل الجسيمات بالتطور بمرور الوقت لتصبح صفرًا في النهاية .افترض إذن أن

هذا الشرط قد تم التحقق منه في مستقبل بعيد جدًا (ليس بالضرورة غير محدود). لنتذكر إذن أنه في نظرية النسبية، لا يوجد وقت للجسيمات ذات الكتلة الصفرية التي تسافر بسرعة الضوء؛ حتى كلمة الخلود ليس لها معنى بالنسبة لها. يعتقد بنروز أنه مثلما لا ترى الفوتونات مرور الزمن، فإن هندسة الزمكان لن تتذكر الزمن الذي يمر، ولن يتم حساب سوى بنيته المطابقةsa structure conforme . المقياسLa métrique ، الذي يجعل من الممكن عادة إعطاء معنى لفترات الزمان والمكان ، يفسح المجال لخصائص مطابقة. ومن ثم يصبح من الممكن رياضياتيًا ربط الزمكان النهائي بمرحلته الأولية من التوسع، وهذا دون وجود مشكلة مرتبطة بالتفرد الكوني الذي يحظر عادةً القيام بذلك .عند تطبيق نفس الفكرة على زمكان رباعي الأبعاد، فإن الفكرة نفسها تجعل من الممكن اعتبار الكون الإقليدي اللامتناهي في الزمان والمكان على أنه مكافئ لكون مفرط كروي محدودunivers hypersphérique fini ، والذي يتمدد ويتقلص في تناوب دائم ، بطريقة مماثلة للانفجارات والنكماشات أو التقلصات الكبيرة الكبيرة Big Bang et Big Crunch لأكوان الفينيكسdes univers-phénix . لذلك سيكون كوننا دوريًا، حيث يولد من جديد باستمرار لمغامرة جديدة بعد فترة يسميها بنروز ."eon" وهذا المصطلح، المشتق من اليونانية القديمة، يعني في البداية "الحياة" أو "أن تكون" قبل أن يتطور تدريجيًا نحو فكرة "شبه الخلود ."في علم الكون المطابق الدوري، يختبر الكون سلسلة من تعاقب الدهور une succession d'éons. كانت الحقبة السابقة، قبل الانفجار العظيم، تشبه تلك التي نعرفها اليوم: المجرات المتجمعة في مجموعات احتلت الفضاء، مع وجود ثقوب سوداء في قلوبها أكبر بمليارات المرات من كتلة الشمس. تحت تأثير الجاذبية، انجذب العديد منهم، ووضعوا في مدار مشترك، ليندمجوا أخيرًا في رقصة الفالس النهائية. أطلق اندماجهمLeur coalescence طاقة هائلة في شكل موجات الجاذبية. انتشرت هذه الموجات بشكل كروي في الزمكان وتشويهه أثناء عبورها. لن يقتصر الأمر على غزوهم لكون الدهر le cosmos de l'éon السابق، ولكنهم تركوا بصماتهم في إشعاع الخلفية لدهرناnotre propre éon ، في شكل مناطق حلقية حيث تقل تقلبات درجات الحرارة. وبالتالي، لن يكون الانفجار العظيم بداية كل شيء، ولم تكن مرحلة التضخم التي يُستشهد بها تقليديًا لتحدث أبدًا .في نوفمبر 2010، نشر بنروز بالتعاون مع عالم الفلك الأرمني فاهي غروزاديانVahé Gurzadyan مقالًا على الإنترنت أثار ضجة: زعموا أنهم رصدوا شذوذًا في تقلبات درجات الحرارة للإشعاع الأحفوري المسجل بواسطة التلسكوب الفضائي WMAP ، والتي تظهر في شكل الدوائر التي تنبأت بها نظرية .CCC نظرًا لسمعة Penrose العالية، احتدم النقاش بسرعة. لقد أشار المتخصصون في تحليل الإشعاع الأحفوري عن حق إلى أنه في خريطة معقدة مثل تلك الخاصة بتباين درجة الحرارة، يمكن للمرء أن يجد جميع الأنماط الممكنة والتي يمكن تخيلها دون أن يعني هذا أي شيء بخلاف الصدفة الإحصائية الخالصة ". حتى أن فريقًا كنديًا استمتع بالبحث عن مثلثات متحدة المركز متساوية الأضلاع بدلاً من الدوائر، ووجدوها !بالإضافة إلى ذلك، على الرغم من القفزة العملاقة التي تحققت بفضل مهمة بلانك، التي أعطت في عام 2013 خرائط أكثر دقة لتقلبات درجة الحرارة للإشعاع الأحفوري وكذلك التقلبات في استقطابها، لم يأت شيء على الإطلاق لتأكيد تحليلات بنروز وغورزاديان. يذهب فقط لإظهار أن أناقة نموذج CCC ليست كافية لضمان صدقيتها لكن ذلك لم يثبط عزيمته ولا يزال مبتكرًا كما كان دائمًا، قدم روجر بنروز طريقة جديدة لاختبار نظريته بافتراض التناظر المطابق لمعادلاته ووجود مجال طاقة مشابه لذلك المرتبط ببوزون-Brout هيغز إنغلرت Englert-Higgs في نموذج الجسيمات القياسي. يصف هذا المجال الجسيمات عديمة الكتلة في الأصل، ولكنها ستصبح ضخمة بعد الانفجار العظيم. مرتبطًا ارتباطًا وثيقًا بالجاذبية، سيكون ترتيب الحجم الطبيعي لكتلة هذه الجسيمات بترتيب كتلة بلانك، أو حوالي 10^{-5} جرام. يقترح بنروز أن هذه الجسيمات هي مرشح طبيعي لعنوان المادة المظلمة غير الباريونية. وهي حساسة لقوة الجاذبية وحدها ، سيكون من الصعب جدًا اكتشافها ، تمامًا مثل WIMPs في النموذج القياسي ، والأسوأ من ذلك ، من المستحيل إعادة إنشائها بشكل مصطنع في المسرعات الأرضية ، لأنها ثقيلة جدًا . عمد بنروز هذه الجسيمات الجديدة باسم "érébons" ، في إشارة إلى) Erebos بالفرنسية ، (érèbe، الإله الجهنمي للأساطير اليونانية المولودة من الفوضى ، مجسدة ظلام العالم السفلي. يفترض أن الأيروس غير مستقر وأنه يمكن أن يتفكك عن طريق التحول إلى موجات الجاذبية الكروية. لا تتفكك

جميع هذه الحركات في نفس الوقت، فالموجات المنبعثة ستجمع لتشكل ضجيجًا في الخلفية يسمى العشوائية,stochastique ، وهذا يعني التقلب في الشدة والترددات بشكل عشوائي، كما تفعل مجموعة الحصى الصغيرة. يتم رميها عشوائيًا، في الوقت المناسب والفضاء على سطح البركة .سيظل من الضروري أن يكون لهذه الموجات سعة كافية لدخول نطاق تردد أجهزة الكشف ولكي تحدث كثيرًا بشكل كافٍ. تكمن المشكلة في عدم وجود تنبؤ دقيق بخصائص موجات الجاذبية الناتجة عن اضمحلال الإيربونات الافتراضية ذاتهاhypothétiques érébons . اتساعها وترددداتها، أو عدد المصادر لكل وحدة زمنية كدالة للمسافة أو الموقع على القبو السماوي، إذ هي غير معروفة على الإطلاق .لا بأس. في يونيو 2017 فريق من الباحثين المقيم في الدنمارك قال الفريق إنه وجد نتيجة غريبة عند تحليل الإشارات التي تم التقاطها بواسطة كاشفات موجات الجاذبية خلال الأحداث الثلاثة الأولى المسماة GW150914 و GW151226 وGW170104 ، أي تم الكشف عنها على التوالي في 14سبتمبر 2015 و 26 ديسمبر 2015 ثم 4 يناير كانت هذه الإشارات موضوع دراسات مكثفة من قبل أعضاء فريق تعاون LIGOفي الولايات المتحدة وفيرغو في أوروبا ، ويتم تفسيرها على أنها مرور الأمواج على الأرض الناتجة عن اندماج الثقوب السوداء النجمية في الأنظمة الثنائية. ولكن، وفقًا للباحثين الدنماركيين، ستحتوي البيانات التي تم جمعها على مكون إضافي ظل دون أن يلاحظه أحد حتى ذلك الحين، والذي من شأنه أن يكشف عن ضوضاء خلفية لموجات الجاذبية. اقتنص روجر بنروز الفرصة وافترض أن هذا هو الضجيج العشوائي الناتج عن تفكك أذرعه .بالنسبة لباحثي LIGO-Virgo ، المكون الإضافي الذي وجده زملاؤهم الدنماركيون كان ناتجًا عن خطأ يتعلق بفهم ضعيف للبيانات العامة التي يقدمها التعاون. وحتى لو كان مثل هذا المكون موجودًا، إذا كان بسبب موجات الجاذبية المرتبطة بانحلال الأيروس، فيجب العثور عليه في جميع البيانات وليس فقط أثناء مراقبة الأحداث الثلاثة الأولى. من غير المحتمل بشكل مطلق أن تمر الموجة الثقالية الناتجة عن التفكك العشوائي للإيربون عن طريق الصدفة وبدقة شديدة في نفس الوقت الذي تمر فيه موجة الجاذبية الناتجة عن اندماج ثقبين أسودين، لم يحدث ذلك قبل أو بعد ذلك. يجب أيضًا رؤية ارتباط ضوضاء الخلفية المرتبط بـeros الإيروس في البحث الذي تم إجراؤه بواسطة كواشف LIGO و Virgo والآن KAGRA في اليابان. ومع ذلك، إذا تم اكتشاف اندماجات جديدة للثقوب السوداء الثنائية منذ عام 2017، فلن تظهر ضوضاء في الخلفية بخلاف تلك الخاصة بالأدوات .في الوقت الحاضر، لا أعرف ما إذا كان السير روجر بنروز سيجد جديدًا بخصوص هذه الفكرة لإثبات تصوره الأفلاطوني للعالم ... على أي حال، هذا النوع من البحث الاستفزازي وربما المحكوم عليه بالفشل مثير للاهتمام، لأنه يجعل من الممكن أن يشرح للطلاب والباحثين الشباب الحاجة إلى التفكير خارج النماذج القياسية، فقط اختبار متانة هذا الأخير. وفوق كل شيء، كما كتب الشاعر نوفاليس: "النظريات مثل الصيد: فقط من يرمي يجازف بالإمساك بشيء" !

الأكوان المتعددة في كون مطلق لامتناهي كلي القدرة ودائم التطور، حي وعاقل، هو المخرج الممكن من مأزق أو معضلة الألوهية الدينية:

إن لغز الألوهية بين اللاهوت والناسوت، معضلة واجهت وماتزال تواجه البشرية على مر العصور، والمقصود هنا تحديداً باللاهوت الرؤية الدينية أما الناسوت فهو الرؤية البشرية ، بعبارة أخرى التناقض بين الرؤية الميثولوجية والرؤية العلمانية المادية. ومسألة الألوهية هذه تواجه البشر منذ ظهور الإنسان على وجه البسيطة عندما كان البشر الأوائل يعيشون كبقية دواب الأرض وفق الدوافع الغريزية والبقاء على قيد الحياة . نشأ التحدي منذ نشوء الوعي وملكة التفكير التي ميزت الإنسان عن الحيوان . بالطبع مسألة ظهور الوعي والتفكير العقلي عند الإنسان تحتاج للعديد من الأبحاث والدراسات والكثير من الكتب والمؤلفات لكشف جذور نشؤها وتطورها عند الإنسان أي كيفية ظهور الذكار الذي جعل البشر يفكر ويتأمل ويتساءل في أعماقه عن هذا الخوف من المجهول ومن مخاطر الطبيعة وتحدياتها كالزلازل والبراكين والعواصف والأعاصير والفيضانات والجفاف وافتراس السباع الجائعة ورهبته من الشمس والقمر والخسوف والكسوف . أعتقد البشر الأوائل إن في الطبيعة قوى خفية عليا فتاكة تهدده إذا لم يذعن ويطيع ويقدم القرابين . ثم تبلورت هذه العلاقة بين الإنسان والطبيعة وقواها الخفية لتأخذ أشكالاً وأسماء

مختلفة لآلهة متعددة ومتخصصة يمثلها كهنة وعرافون وسحرة ومشعوذون للسيطرة على القطعان البشرية الهائمة وتدجينها وقيادتها. ثم تطورت الحياة الاجتماعية وظهرت الحضارات المجتمعية الوثنية المنظمة منذ العصر السومري ومن ثم الآشوري والبابلي والحضارة الفرعونية والحضارة الإغريقية لغاية ظهور الديانات التوحيدية التي اختلقت فكرة الإله الواحد الخالق والقادر على كل شيء والذي سوقته المؤسسات الدينية الأرضية الكنسية واستعبدت البشر باسمه.ومنذ ذلك الحين توالت القوانين والتشريعات والمحرمات ومفاهيم الحلال والحرام والعقاب والثواب والآخرة ويوم الحساب والجنة والنار والجحيم والفردوس ورسخت الخرافات والأساطير في رؤوس مليارات البشر وعقولهم وجعلتهم يصدقون ادعاءات الأنبياء ومعجزاتهم التي تخرق قوانين الطبيعة والتي يجب على البشر تصديقها وعدم التشكيك بها أو معارضتها تبلورت المشكلة اللغز المتعلقة بالألوهية ولم يتمكن أحد من تقديم صورة حقيقية أو وصف حقيقي مقنع وقابل للاثبات لهذا الإله الواحد. فتارة هو كائن قابل للتشبيه والتجسيد ويشبه البشر ويتشرك مهم بالعديد من الصفات والسلوكيات من قبيل الغيرة والانتقام والغضب والمكر وخصوصاً قدرته على لإتيان الشر . وتارة هو كائن خارج عن التصور ولايشبهه شيء ويعلو أو يسمو على الصفات والتشييئ وهو خالق للزمان وخارجه وخالق للمكان وخارجه . ثم دخل العلم ، مواصلاً مهمة الفلسفة في العهود القديمة التي نازعت الأديان سلطانها وآيديولوجيتها ، لكن دخول العلم حلبة الصراع زاد المشكلة تعقيداً ولم ينجح في إثبات عدم وجود هذا الإله الواح و لا إثبات وجوده . ومن ثم ظهرت النزعات الارتدادية والهرطقية والإلحادية والطوائف الانشقاقية واشتعلت المعرك الدامية بين المؤسسات الدينية والمؤسسات العلمية ، بين علماء الدين وعلماء الطبيعة ، بين الدين والعلم، بين اللاهون والناسوت.

أفرز العلم كم هائل من النظريات والفرضيات المليئة بالثغرات والحلقات المفقودة والافتراضيات النظرية المتخمة باللانهايات والفرادات عن الكون والحياة والتطور ، فيما توغل الدين في الخرافات والماوراءيات والغيبيات الميتافيزيقية عن الخلق والحياة والإله الديني الثيولوجي وأدخلت البشرية في مأزق لابد للخروج منه ببديل يكون مقبولاً ومقنعاً علمياً ودينياً في آن واحد. رسمت الأديان ، في أفضل الأحوال، صورة مثلى عن إله خارق ، خرج الزمن وخارج المكان لايحتويه شيء وهو أكبر من كل شيء،أزلي أبدي سرمدي كلي القدر ، خير ، كلي العلم،خالق للكون والحياة، لم يلد ولم يولد، لانهائي في أبعاده وصفاته وماهيته . فيما تحدث العلم عن كون مرئي ، كان ثابتاً ساكنا مستقراً لايتغير وأبدي، لكن العلم تطور وغير هذه الصورة إلى كون ديناميكي متحرك ومتطور ومتغير له بداية وستكون له حتماً نهاية محدود في الزمان والمكان موجود بذاته لم يخلقه أحد " كون من لاشيء" . فلا الدين وأتباعه يتقبلون النظرة العلمية ولا العلم وأتباعه يتقبلون النظرة الدينية للكون والطبيعة والحياة، وماتزال الحرب الشعواء دائرة بينهم. ليس كل المتدينيين وليس كل رجال الدين يتقبلون الرؤية الدينية الأرثوذوكسية ، وليس كل العلماء يتقبلون بلا نقاش الرؤية المادية المحضة للكون والحياة. آن الأوان اليوم لطرح فرضية بديلة علمية ولاهوتية في آن واحد مع بعض التنازلات من هذا الطرف وذاك لتقريب المواقف والمفاهيم . وهذه الفرضية هي الكون المتعدد المطلق الكلي الحي العاقل الكلي القدرة لا بداية له ولانهاية لم يخلقه أحد ولم يخلق أحد فهو المطلق الوحيد واللانهائي الوحيد وماعداه نسبي وجزئي فهو اللامتناهي السامي وهو الوحيد الموجود في الوجود لأنه هو الوجود كله " كما تقول نظرية وحدة الوجود الصوفية" وكل شيء آخر في هذا الوجود هو جزء لايتجزأ منه. ونعني بالمتعدد هنا أن فيه عدد لانهائي من الأكوان على غرار كوننا المرئي تشبه وتختلف عن كوننا المرئي لانهائية العدد ولكل منها مكوناته وقوانينه وثوابته الخاصة كما هو الحال في كوننا المرئي الذي ندرسه ونعيش فيه من اللامتناهي في الصغر" الجسيمات الأولوية" ، إلى اللامتناهي في الكبر" الأقمار والكواكب والنجوم والمجرات والسدم وأكداس أو عناقيد الجرات والحشود المجرية" وكافة المكونات المادية الأخرى من مادة وطاقة بكل أشكالها وأنواعها ومسمياتها، بما فيها نحن البشر والكائنات الحية الأخرى والنبتات والجماد " لكل دوره المحدد في هذه التركيبة وكل شيء متصل ببعضه

ومرتبط ببعضه بتفاعلات لانعرف إلا الجزء اليسير منها الآن فكوننا المرئي ليس سوى جسيم أولي لامتناهي في الصغر في كينونة الكون المطلق الحي الكلي المتسامي والإنسان هو جزء من هذا الكيان الكلي اللامحدود والمطلق والذي يمكننا أن نسميه " الله" .

لمعرفة اكثر

From the Big Bang to the Living: قابل جان بيير لومينيت وهوبير ريفز

مقال بقلم Laurent Sacco نُشر في 2011/07/02