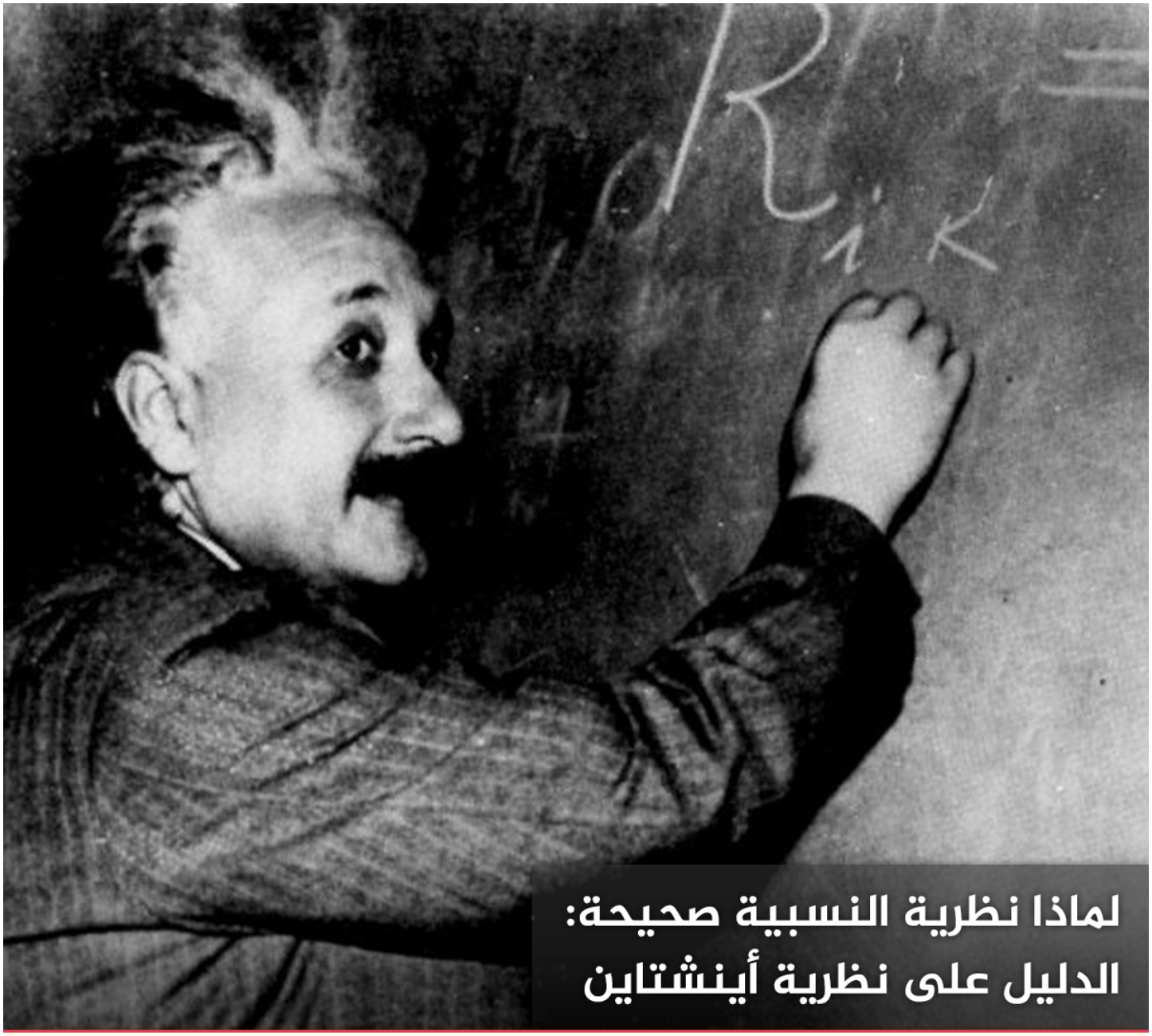
لماذا نظرية النسبية صحيحة: الدليل على نظرية أينشتاين



www.nasainarabic.net
@NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic

.تم إثبات صحة نظرية النسبية الشهيرة لإلبرت أينشتاين في العالم الواقعي وتم قياسها بالكسوف والمجرات المنحرفة وحتى عن طريق بنية الكون

حقوق الصورة: ناسا

كلنا نعرف ونحب نظرية الجاذبية المفضّلة في العالم وهي تُعرف باسم النسبية العامة **general relativity**، والتي طوّرها ألبرت أينشتاين بنفسه بعمل رائع حتى اكتملت على مدى سبع سنوات، وقدّم رؤى مذهلة حول كيفية عمل الكون.

إنه من السهل بما فيه الكفاية للكشف عن جوهر النظرية بعبارتين بليغتين مختصرتين: "إنّ كلاً من المادة والطاقة تُخبر نسيج الزمكان

كيف ينحني، كما أن انحناء نسيج الزمكان يخبر المادة كيف تتحرك". ولكن تأخذ الميكانيكا الفعلية عشرة معادلات ضخمة لِتُوصف، وكل واحدة منها صعبة للغاية ومتصلة بمستوى عالي مع المعادلات الأخرى.

وكما أن التشكيك جيد، فاللوهلة الأولى لا ينبغي علينا أنا نصدق فوراً بهذا التشابك في الرياضيات، حتى لو أنها أتت من دماغ أينشتاين، عوضاً عن ذلك نحتاج إلى دليل، دليل قوي.

رسولٌ مقدس

ومن بين جميع ميزات نظريته الجديدة، أينشتاين كان فخوراً بقدرتها على تفسير خبايا مدار كوكب عطارد **mercury** هذا الكوكب الداخلي والذي له مدار قريب إلى الإهليلجي، وهذا المدار الإهليلجي يدور ببطء شديد حول الشمس، بمعنى آخر، المكان الذي يكون فيه عطارد أبعد ما يكون عن الشمس فإنه يدور ببطء شديد.

إذا قمت بتطبيق جاذبية نيوتن على نظام الشمس_عطارد، فهذا يتغير مع الوقت وتسمّى التعجّل **precession** حيث أن رؤية إسحاق نيوتن لا تظهر على نحو كامل. حالما تُضاف إلى الجاذبية الخفيفة فإنك تُدفع وتنحرف بسبب الكواكب الأخرى، وتقريباً عملية الانحراف (التعجل) يمكن تفسيرها ولكن ليس كلّها، في بدايات القرن التاسع عشر كان هناك مشكلة معروفة جيداً في حركة النظام الشمس، ولكنها لم تسبب الكثير من الجدل، ولقد أضافها معظم الناس إلى القائمة التي تزداد باستمرار "الأشياء الغريبة التي لا يمكننا تفسيرها عن الكون" وقد افترضنا بأننا سنجد حلاً رتيباً لها في يوم ما.

ولكن أينشتاين لم يكن من معظم الناس، وكان يعتقد بأنّ عطارد كان يعطيه دليل، عندها وبعد سنين من المحاولات، كان قادراً على استعراض عضلاته في النسبية العامة وشرح بدقة شذوذ مدار كوكب عطارد، وقد علم بأنه أخيراً قد انتهك غموض الجاذبية.

انحناء الضوء

قبل أن يضع أينشتاين لمسته الاخيرة على نظرية النسبية العامة العظيمة، فقد جاء ببعض الإنجازات الرائعة حول طبيعة الجاذبية، إذا كنت معزولاً في سفينة فضائية والتي لها تسارع ثابت وسلس يساوي 1g–موفّرةً نفس التاسرع التي تحدثه جاذبية الأرض_فإنّ كل شيء في مختبرك سيتصرف وكأنه موجود على سطح الأرض، مسبِّب أينشتاين. سوف تسقط جميع الأجسام على ارضية المختبر بنفس السرعة التي تسقط بها على سطح الأرض، ستبقى قدميك مزورعتين بإحكام على الأرض,...الخ.

هذا التكافؤ بين الجاذبية (كالمُختبر على الأرض) والتسارع (كالمُختبر على الصاروخ)، قد دفع أينشتاين إلى الأمام لتطوير نظريته، لكنّ الاختفاء في هذا السيناريو هو فكرة مدهشة، تخيّل شعاعاً من الضوء يدخل نافذة من جهة اليسار لمركبة فضائية، فأين سيكون الضوء في الوقت الذي يعبر فيه السفينة الفضائية ليخرج منها؟

من منظور مراقب خارجي الجواب واضح، يسافر الضوء في خط مستقيم مثالي، عمودياً على مسار الصاروخ، خلال وقت مرور الضوء، الصاروخ دفع نفسه إلى الأمام وعندها الضوء سوف يدخل الصاروخ من نافذة واحدة، لنقل قرب قمته، وسيخرج بالقرب من أسفل الصاروخ قُرب المحركات.

رغم ذلك من داخل المركبة الفضائية تبدو الأشياء غريبة، حتى يتسنّى للضوء الدخول من النافذة قرب قمة المركبة والخروج قرب المحركات، يجب ان يكون مسار شعاع الضوء منحنياً وهذا بالضبط ماتراه.

وحيث أنّ الجاذبية هي بالضبط كالتسارع، فيجب أن يتبع الضوء مسارات منحنية حول الكتل الضخمة.

من الصعب رصد ذلك بشكل تجريبي، لأنك تحتاج إلى كتلة هائلة وضوء يمرّ بالقرب من السطح للحصول على تأثير يمكن ملاحظتهن ولكن في عام 1919 كسوف الشمس أثبت أنه فرصة مناسبة، وبرحلة استكشافية بقيادة السير آرثر إدينجتون **Aurther Eddington** وجد الإزاحة الدقيقة للضوء القادم من النجوم البعيدة والتي تنبأت بها نظرية أينشتاين حديثة الولادة.

رؤية اللون الأحمر

هناك نتيجة رائعة أخرى تنبثق تجارب التفكير الإبداعي التي تحيط بالنسبية العامة، يعتمد هذا الاستنتاج على تأثير دوبلر القديم، ولكن يُطبق هنا على سيناريو مختلف.

إذا تحرّك شيء ما مبتعداً عنك، فسيتمدّد الصوت الذي ينتجه، ناقلاً إياه إلى ترددات منخفضة- وهذا هو تأثير دوبلر. وينطبق نفس الشيء على الضوء: فتبدو سيارة تتحرّك مبتعدةً عنك أكثر احمراراً مما لو كانت ثابتة. (هناك انزياح نحو الأحمر كلما انخفض التردد).

يمكن لرجال الشرطة الاستفادة من هذا الانزياح بمطاردة ضوء سيارتك ليتمكنوا من حساب سرعتك، في المرة التالية التي يتم فيها جعلك تركن جانباً، يمكنك الاستفادة من هذه الفرصة للتفكير في طبيعة الجاذبية.

لذلك إذا كانت الحركة تُزيح الطول الموجي للضوء، فإن التسارع يتمكن من فعل ذلك أيضاً، القليل من الضوء الذي ينتقل من أسفل إلى أعلى قمة صاروخ فضائي مُتسارع سيختبر انزياحاً نحو الأحمر، وتحت غطاء النسبية العامة، مايحدث للتسارع ينطبق على الجاذبية، هذا صحيح سينزاح الضوء المُنبعث من سطح الأرض إلى ترددات نحو الأحمر كلما تحرّك إلى الأعلى.

استغرق ذلك بضعة عقود لبرهان هذا التبؤ بشكل قاطع، لأن التأثير ضئيل للغاية. ولكن في عام 1959 اقترح روبرت باوند **Robert Pound** وجلين ريبكا **Glen Rebka** وصمّما ونفذا تجربة مكنتهما من قياس إزاحة الضوء نحو الأحمر أثناء نقله لبعض القصص إلى مختبر جيفيرسون **Jefferson** في جامعة هارفارد **Harvard University**.

لا تتوقف أبداً عن الاختبار

حتى مع كل هذه الأدلة فنحن نستمر في وضع النسبية العامة تحت الاختبار إنّ أي إشارة تدلّ على وجود ثغرة في عمل أينشتاين الرائع، ستشعل الشرارة لتطوير نظرية جديدة عن الجاذبية، وربما تمهّد الطريق لكشف الطبيعة الكمومية الكاملة لهذه القوة. وهذا شيء لا نفهمه حالياً على الإطلاق.

- التاريخ: 2019-08-27
- التصنيف: فيزياء

#النظرية النسبية #الجاذبية #آينشتاين #الإنزياح نحو الأحمر

المصطلحات

- **النسبية العامة (General Relativity)**: هي النظرية الهندسية للجاذبية. تم تطوير هذه النظرية من قبل البرت اينشتاين، و هي توسعة و مزج مع النسبية الخاصة. تقوم هذه النظرية بتوسيع مفهوم نظرية النسبية الخاصة، لتشمل جمل الإحداثيات التي تتحرك بتسارعٍ معين وتقدم هذه النظرية مفهوم التكافؤ بين قوى الجاذبية وقوى القصور الذاتي، كما أن لهذه النظرية مجموعة من النتائج التي تتعلق بكل من هذه المواضيع، كانحناء الضوء جرّاء وجود الأجسام فائقة الكتلة، و طبيعة الثقوب السوداء، و نسيج الزمان والمكان. المصدر: ناسا

المصادر

- space.com

المساهمون

- ترجمة
  - فارس بلول
- مُراجعة
  - سلمان عبود
- تصميم
  - Azmi Salem
- نشر
  - Azmi Salem