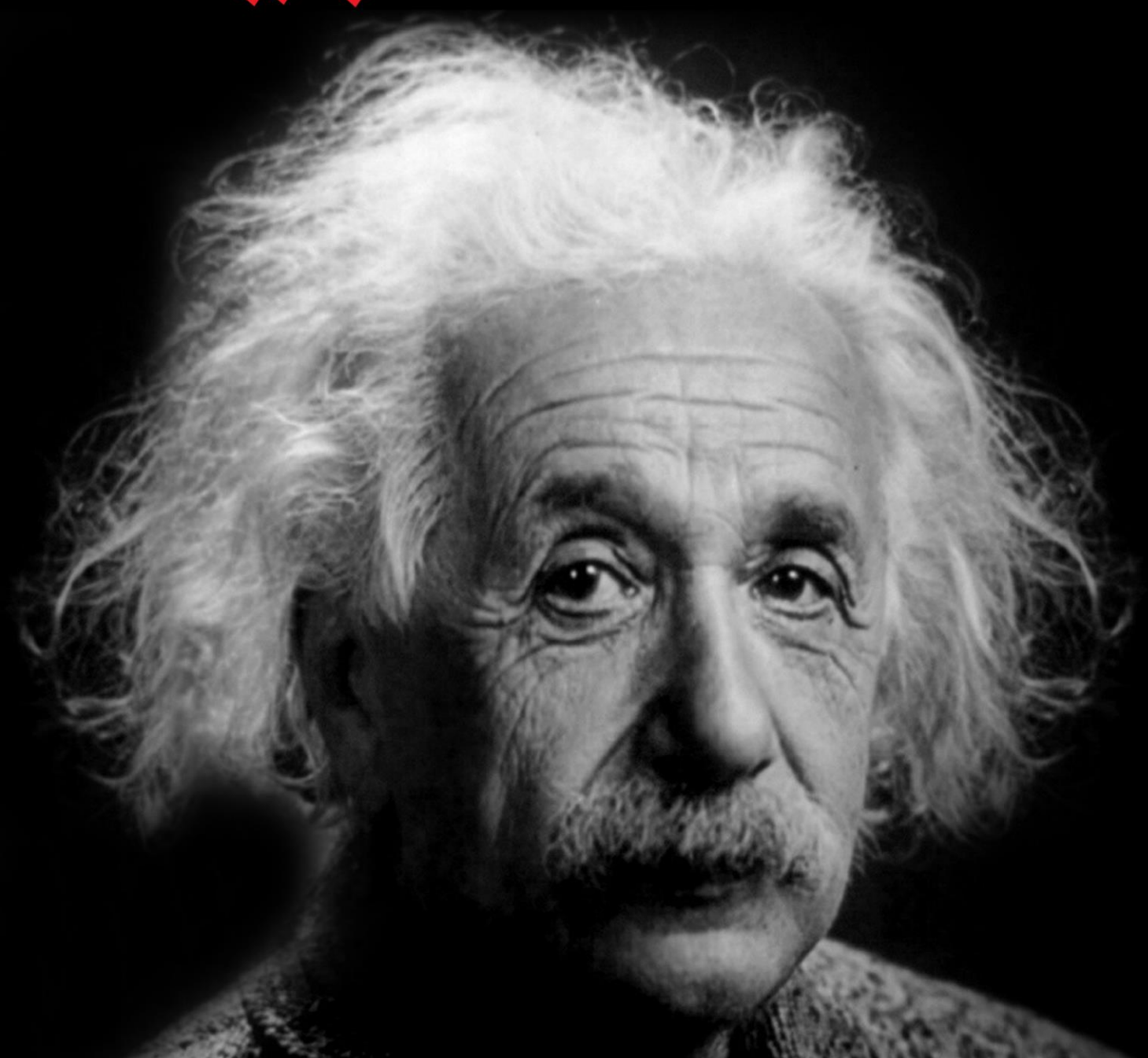
منشورة
للنشر
الإلكتروني

علوم

عبد الحفيظ العمري

حكاية النسبية



نوع العمل: علمى

اسم العمل: حكاية النسبية

اسم المؤلف: عبد الحفيظ العمرى

الناشر: حروف منثورة للنشر الإليكترونى

الطبعة: الأولى مارس 2015

تصميم الغلاف: مروان محمد

تفضلوا بزيارة موقعنا حروف منثورة للنشر الإليكترونى على الرابط التالى:

http://ebook-heruf.blogspot.com

كما يمكنكم مراسلاتنا بأعمالكم على الإيميل التالى:

Herufmansoura2011@gmail.com

حكاية النسبية

(شرح مبسط للنظرية النسبية بشقيها الخاصة والعامة)

المهندس/عبدالحفيظ العمري

الفهرس

1. توطئة
2. مقدمة
3. النسبية الخاصة
4. قياس الاثير
5. نتائج النظرية
6. النسبية العامة
7. المراجع
8. السيرة الذاتية

توطئة

النظرية النسبية واحدة من أهم نظريات العلم الحديث ، لأنها غيرت مفاهيم عديدة لدينا حول الزمن والمكان والكتلة والجاذبية وغيرها .

ورغم مرور قرابة القرن من الزمن على ظهورها، إلا أنها لا تزال واحدة من دعائم الفيزياء الحديثة التي لا يمكن الحديث عن هندسة الكون بدونها .

كثيرون الذين يتوقون معرفة فحواها، نظرًا للشهرة التي لحقت بصاحبها العالم الكبير ألبرت أينشتاين، لكن الذي يصدهم عن ذلك هو عدم وجود كتاب مختصر لشرح هذه النظرية بشكل مبسط بعيداً عن المعادلات الرياضية ، خصوصًا أن هؤلاء التواقين للمعرفة يأتون من خارج تخصص الفيزياء أو الرياضيات.

هم لا يريدون كتابًا منهجيًا عن النسبية، بقدر ما يريدون كتابًا بسيطاً عنها يوصل لهم المفاهيم الثورية التي قدمتها تلك النظرية الرائعة .

لذا قدمت هذا الكتيب الصغير الذي يمكنك أن تقرأه - عزيزي القارئ - في دقائق معدودة، وتخرج منه بتصور بسيط وواضح عن النظرية النسبية، ولم أغفل أن أضع في آخره اسماء المراجع التي يمكنك الرجوع إليها إذا أردت الاستزادة بالمعلومات حول هذه النظرية .

آملاً أن أكون قد وفّقت في إيصال المعلومة إليك واضحة، وأن أكون موفقًا في إثارة فضولك ونهمك للاستزادة من مراجع أخرى حول النظرية النسبية .

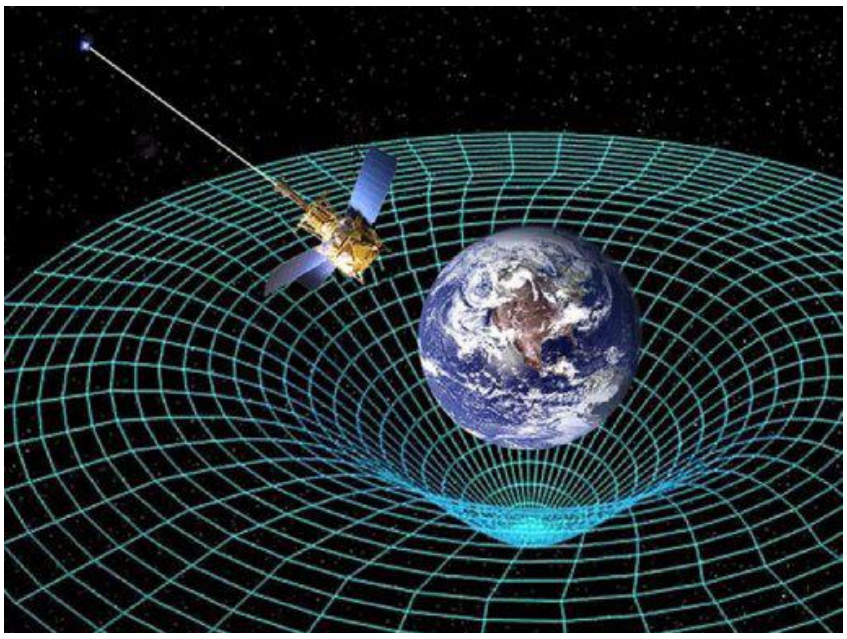
.....

رجوع للفهرس

مقدمة

في مايو عام 2011م أعلنت وكالة الفضاء الأمريكية ناسا تمكن مسبارها Gravity Probe B الذي تم إطلاقه في العام 2004م من تأكيد صحة توقعات نظرية النسبية العامة لألبرت أينشتاين .

الباحث فرانسيس إيفيريت Francis Everitt من جامعة ستانفورد في كاليفورنيا – المشرف الرئيس على التجربة - يصف ما تم تحقيقه قائلاً :"لقد أكملنا هذه التجربة التاريخية المتمثلة في اختبار الكون وفق رؤية أينشتاين ...وأينشتاين يبقى"



هذه التجربة كلفت وقتًا ومالاً كثيرين من كل من جامعة ستانفورد وناسا؛ حيث التحق الدّكتورِ فرانسيس إيفيريت بالتجربة عام 1962م، مع العلم أن التجربة تم التفكير بها عام 1959م، لكن التقنية لبدء التجربة لم تكن متوفرة بعد، لهذا السبب استغرقت التجربةُ وقتاً طويلاً وكلّفت كثيراً؛ فالجيروسكوبات - على سبيل المثال- التي كانت لِزاماً عليها أَن تحلق في صندوق لعزلها من أيّ تأثيرات أخرى في الكون لم تكن جاهزة إلا عام 1975م، ولم يحصل إيفيريت على التمويل المقدر بـ 750مليون دولار إلا بعد ذلك، وواجه المشروع قرار الإلغاء على الأقل سبع مرات!

المسبار الحامل لجهاز التجربة تم إطلاقه أخيراً إلى الفضاء في إبريل 2004م، وعمل لمدة 17 شهرًا، وبعدها عاد إلى الأرض، وعندما بدأ العلماء بتحليل البيانات اكتشفوا بيانات خاطئة، الأمر الذي استغرق خمس سنوات أخرى لتفهم تلك البيانات الخاطئة، حتى تمت استعادة البيانات الصحيحة، في تلك الأثناء نفذت منحة ناسا، التي رفضت تقديم منحة جديدة، لكن تركي آل سعود - خريج جامعة ستانفورد والذي أصبح نائب رئيس معاهد البحث في مدينة الملك عبد العزيز للعلوم

والتقنية في السعودية – قدّم 2.7 مليون دولار منحة منه، فأنقذ الموقف، ليتم العلماء التحليل حتى أعلنت النتيجة في الرابع من مايو 2011م مؤكدة صحة توقعات أينشتاين.

تعلّق صحيفة نيويورك تايمز حول الموضع بالعنوان التالي (أكثر من 52 سنة وأكثر من 750 مليون دولار لنثبت أن أينشتاين كان على حق!)

فما هي هذه النظرية التي استحقت كل هذا الوقت والجهد للتحقق منها ؟

ما هي حكاية النظرية النسبية لأينشتاين ؟

رجوع للفهرس

النسبية الخاصة

نظرية النسبية

نظرية النسبية لأينشتاين تتكون من جزئين الأولى النسبية الخاصة Special Relativity التي قدمها في عام 1905م، والأخرى هي النسبية العامة General Relativity المقدمة عام 1916م

نظرية النسبية لأينشتاين تتكون من جزئين الأولى النسبية الخاصة Special Relativity التي قدمها في عام 1905م، والأخرى هي النسبية العامة General Relativity المقدمة عام 1916م.

لنبدأ بالنظرية الخاصة :

بدأت محاولات كثيرة لقياس سرعة الضوء منذ أيام جاليليو في القرن السابع عشر الميلادي ، ثم تتابعت التجارب ، حتى استقرت على سرعته البالغة 300 ألف كيلومتر في الثانية.

وكان الاختلاف على ماهيته بين جسيمات كما يقول نيوتن أو موجات كما يرى كريستيان هويجنز، وتم حسم المسألة بشكل جزئي في عام

1860م بواسطة تجربة العالمين الفرنسيين فيزو وفوكو، فالضوء يتباطأ عندما يدخل في الماء، وهذا يعني أنه موجة، ولكن في ذلك الوقت كانت الموجة تعني وجود وسط ناقل أو وسط لانتشار الموجة لأن الأمواج المعروفة تنتشر خلال وسط (كالماء أو الهواء)، فما هو الوسط الذي يسمح بانتقال الضوء القادم من الشمس والنجوم البعيدة باتجاه الأرض؟

كان هذا الوسط يسمى الأثير ether إنما دون معرفة أي شيء عنه! - طبعا نتحدث عن اثير موجات الأثير التي في الراديو- بل عن وسط يحيط بالكرة الأرضية, وهذا الأثير يكون المرجع لكل الحركات الحقيقية ، ولإثبات وجوده راح العلماء يبحثون عن سرعة الأرض بالنسبة للأثير.

رجوع للفهرس

قياس الاثير

صمم العالمان مايكلسون ومورلى عام 1885م تجربة غاية في الدقة باستخدام المرايا لمعرفة سرعة الضوء مع اتجاه حركة الأرض, وسرعته في عكس اتجاه حركة الأرض ومن الفرق يمكن حساب سرعة الأرض بالنسبة للأثير. فكانت المفاجأة أن سرعة الضوء ثابتة في كلا الحالتين وهي سرعته المعهودة.

دقة التجربة

حاول العلماء حل المشكلة فافترضوا عدم دقة التجربة فأعادوها في أكثر من مكان فكانت نفس النتيجة، فظهرت اقتراحات عديدة للحل أبرزها ما قدمه أينشتاين عام 1905م

حاول العلماء حل المشكلة فافترضوا عدم دقة التجربة فأعادوها في أكثر من مكان فكانت نفس النتيجة، فظهرت اقتراحات عديدة للحل أبرزها ما قدمه أينشتاين عام 1905م – فيما عرف بالنسبية الخاصة – حيث افترض أن سرعة الضوء ثابتة لا تتغير بغض النظر عن مصدر الضوء كان ثابتاً أو متحركاً، فمصباح مضيء في يدك يطلق ضوءًا بسرعته الثابتة سواء تحركت أو توقفت ، إلى جانب أنه لا وجود للأثير، فلا يحتاج الضوء إلى وسط لينتقل خلاله، ولا توجد سرعة مطلقة لجسم بل سرعة نسبية مقارنة لجسم آخر.

ومن ثم قدّم أينشتاين نتائجَ ثورية من ذلك أن الزمن ليس مطلقًا ولا المكان بل هما نسبيان – بسبب ذلك اكتسبت

النظرية اسم النسبية- فالزمان والمكان مترابطان مع بعضهما البعض ولا يمكن الحديث عن واحد دون الآخر، والأمر واضح بسهولة؛ فعندما أقول الساعة الثالثة عصرًا – على سبيل المثال- هذا زمن وهو يعني أن الأرض في تلك اللحظة تميل عن الشمس بمقدار كذا وهذا مكان، تمامًا كما لو كان مكان عقربي الساعة يشيران إلى الزمن وبتغير مكانيهما يتغير الزمن، هذا الترابط بين الزمان والمكان سمي الزمكان space-time وقدمه أينشتاين في قالب رياضي متين.

رجوع للفهرس

نتائج النظرية

من نتائج هذه النظرية أن الأحداث ليست متزامنة وللحركة دور في رصدها؛ فالمراقب الساكن للحدث تكون الأحداث له أبطأ منها للمراقب المتحرك معها، فأصبح للقياس دور في زمن الحدث ولا تزامن بين الأحداث فلو انطلقت إشارة ضوئية من كوكب يبعد عنا خمس سنوات ضوئية مثلاً – أي يحتاج الضوء إلى أربع سنوات ليصل إلينا- فإن ما يحدث (الآن) هناك لن نعرفه على الأرض إلا بعد خمس سنوات عبر أسرع رسول في الكون وهو الضوء.

ومن أهم نتائج نظرية النسبية الخاصة التأخير الزمني الذي يشرحه أينشتاين قائلاً:

"إننا إذا تصورنا ساعة ملصقة بجسم متحرك بسرعة هائلة، فإن عقارب هذه الساعة لابد أن تسير بسرعة مختلفة عن سرعة عقارب ساعة أخرى ملصقة بجسم ساكن كالجدار مثلاً... وبالمثل فإن مسطرة متحركة لابد أن يتغير طولها تبعاً لسرعتها المتحركة بها، وعلى وجه الدقة فإن الساعة الملصقة بجسم متحرك تتأخر في الوقت كلما ازدادت سرعة الجسم

سرعة الجسم

إذا بلغت سرعة الجسم سرعة الضوء والشخص المتحرك مع الساعة لا يدرك هذه التغيرات وإنما يدركها الشخص الذي يلاحظها من مكان ساكن."

حتى تتوقف عقاربها تماما عن الدوران إذا بلغت سرعة الجسم سرعة الضوء والشخص المتحرك مع الساعة لا يدرك هذه التغيرات وإنما يدركها الشخص الذي يلاحظها من مكان ساكن."

الاختلاف في الزمن بين الشخص المتحرك والشخص الساكن دفع إلى ما يسمى بمعضلة التوائم Twin Paradox ؛ فنفترض أن توأمين بعمر 25 سنة أحدهما يقلع في مركب فضائي ليقوم بدورة في الفضاء بسرعة قريبة من سرعة الضوء (لتكن 80% من سرعة الضوء) والآخر يبقى على الأرض ينتظر عودة مثيله، رحلة المركب تتطلب 40 سنة ضوئية أي مدة 50 سنة ، إذاً التوأم الذي على الأرض سيكبر 50 سنة هند لحظة عودة الآخر ، ولكن هذا

الأخير قطع 60% ولن يكبر عمره عند عودته إلا 30 عاما .
وعندما يلتقيان على الأرض فإن أحدهما سيزيد عمره 20 سنة عن الآخر!

ومن نتائج النظرية أن طول الجسم المتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء يتقلص في اتجاه حركته !

يقول أينشتاين :"إذا تصورنا مسطرة متحركة لابد أن يتغير طولها تبعاً لسرعتها المتحركة بها.. حيث تنكمش المسطرة في اتجاه حركتها كلما زادت هذه الحركة حتى يتحول طولها إلى الصفر حينما تبلغ سرعة الضوء بالنسبة للشخص الساكن."

طبعًا لا نرى هذا في حياتنا اليومية لأن سرعاتنا ضئيلة جدًا مقارنة بسرعة الضوء ، لكن في السرعات الكبيرة التي تقترب من سرعة الضوء يحدث ذلك ، ومنْ يلاحظ ذلك التقلص هو المراقب الساكن وليس المتحرك بنفس السرعة !

ومن النتائج أيضا أن الكتلة تتزايد بالتسارع بالقرب من سرعة الضوء، طبعًا هذا لا نلاحظه أيضاً في حياتنا اليومية، لأن مقدار هذا الازدياد ضئيل بسبب ضئالة سرعاتنا مقارنة بسرعة الضوء، لكن طبقًا للمعادلة التي قدمها أينشتاين –

طاقة محبوسة

الكتلة عبارة عن منجم من طاقة محبوسة لو استطعنا استخراجها لأعطتنا مقدارًا هائلاً من الطاقة؛ وهذا ما حدث عند أنتاج أول قنبلة ذرية عام 1941م، فتحولت الكتلة إلى طاقة مدمرة.

والتي تعتبر من أهم معادلات القرن العشرين- والتي فيها يساوى بين الطاقة والمادة والتي تقول $(E=mc^2)$ فالطاقة المتولدة من جسم كتلته m تساوى حاصل ضرب كتلته في مربع سرعة الضوء.

فأصبحت الكتلة عبارة عن منجم من طاقة محبوسة لو استطعنا استخراجها لأعطتنا مقدارًا هائلاً من الطاقة؛ وهذا ما حدث عند أنتاج أول قنبلة ذرية عام 1941م، فتحولت الكتلة إلى طاقة مدمرة.

إلى جانب أن هذه المعادلة فسرّت احتراق النجوم التي تزودنا بطاقة الدفء والنور مثل الشمس التي رغم عمرها الطويل تخسر كمية قليلة جداً من مادتها لتعطي طاقة تمد بها الكون بأكمله.

والأهم أن سرعة الضوء هي السرعة القصوى لكل كتلة في الكون، ولا يمكن

لأي مادة من الانتقال في الكون بأسرع من سرعة الضوء، لأن الكتلة في تلك الحالة - بحسب المعادلة السابقة - سيصبح قيمتها ما لانهاية وبالتالي ستحتاج لطاقة مقدارها ما لانهاية لانتقالها وهذا مستحيل.

كل هذه النتائج تم اختبارها وأثبتت صحتها على مدى المائة عام الماضية.

رجوع للفهرس

النسبية العامة

كانت النسبية الخاصة تتمحور حول الأجسام ذات السرعات المنتظمة (سرعة خاصة)- لذا سميت الخاصة - لكن النظرية لم تتضمن الأجسام ذات السرعات الغير منتظمة ولا الجاذبية.

في عام1907م قدح زناد فكر أينشتاين بفكرة أطلق عليها مبدأ التكافوء الذي يجعل من كتلة القصور الذاتي وكتلة الجاذبية شيئًا واحدًا.

ما معنى هذا؟

كتلة السيارة

لأن كتلة السيارة الكبيرة تقاوم تحريكك لها وتحويلها من حالة السكون إلى الحركة بما يسمى بقوة القصور الذاتي Inertia mass التي هي تقوم بنفس الدور إذا أردت إيقاف جسم متحرك ومنبع هذه القوة هو كتلتها؛ فتزداد قوة القصور الذاتي بزيادة كتلة الجسم

أنت إذا حاولت دفع سيارة ساكنة على الأرض إلى الأمام تلاقي صعوبة في ذلك لماذا؟

لأن كتلة السيارة الكبيرة تقاوم تحريكك لها وتحويلها من حالة السكون إلى الحركة بما يسمى بقوة القصور الذاتي Inertia mass التي هي تقوم بنفس الدور إذا أردت إيقاف جسم متحرك ومنبع هذه القوة هو كتلتها؛ فتزداد قوة القصور الذاتي بزيادة كتلة الجسم ونلاحظ هذا في حياتنا اليومية فنحن نبذل جهدًا أكثر في تحريك أي حجر كلما كبرت كتلته..

أما كتلة الجاذبية Gravity mass هي التي تسبب جذب الأرض لهذه الكتلة فلو تركت حجر من يدك لسقط إلى الأرض بسبب جذبها له.

وكان العلماء قبل أينشتاين يفرقون بين هاتين الكتلتين، لكن أينشتاين جمع بينهما وبيّن أنهما

كتلة واحدة، وهذا الجمع بينهما أظهر نتيجة خطيرة؛ وهي لماذا لا تكون قوة الجاذبية بين الكتل مجرد قوة قصور ذاتي ؟

إلى جانب أن نظرية نيوتن للجاذبية عام1687م افترضت أن قوة جاذبية الشمس تنتقل بشكل آني إلى الكواكب وبسرعة أعلى من الضوء، وهذا يناقض نظرية النسبية الخاصة التي ترى أن سرعة الضوء هي السرعة القصوى لكل كتلة في الكون، ولا يمكن لأي مادة من الانتقال في الكون بأسرع من سرعة الضوء!

فهل الجاذبية ذات قدرة فريدة للانتقال عبر الكون أم أن الكتل تؤثر على بعضها البعض بسبب مختلف؟

في عام 1916م نشر أينشتاين نظريته النسبية العامة والتي تحول الفضاء من الفكرة النيوتنية ذات الفراغ الواسع بلا شيء سوى مجال لقوة جاذبية غير مرئية إلى متحكم بحركة المادة عبر نسيج الزمكان والذي "يمسك" بالمادة ويوجه مسارها عبر الكون، هذا النسيج من الزمكان يملأ الكون ويربط بشكل جوهري كل المواد والطاقات التي ضمنه.

كيف يغير هذا الأمر طريقة التفكير في آلية حركة الكواكب أو مدارات القمر والأقمار الصناعة حول الأرض؟

نسيج الزمكان

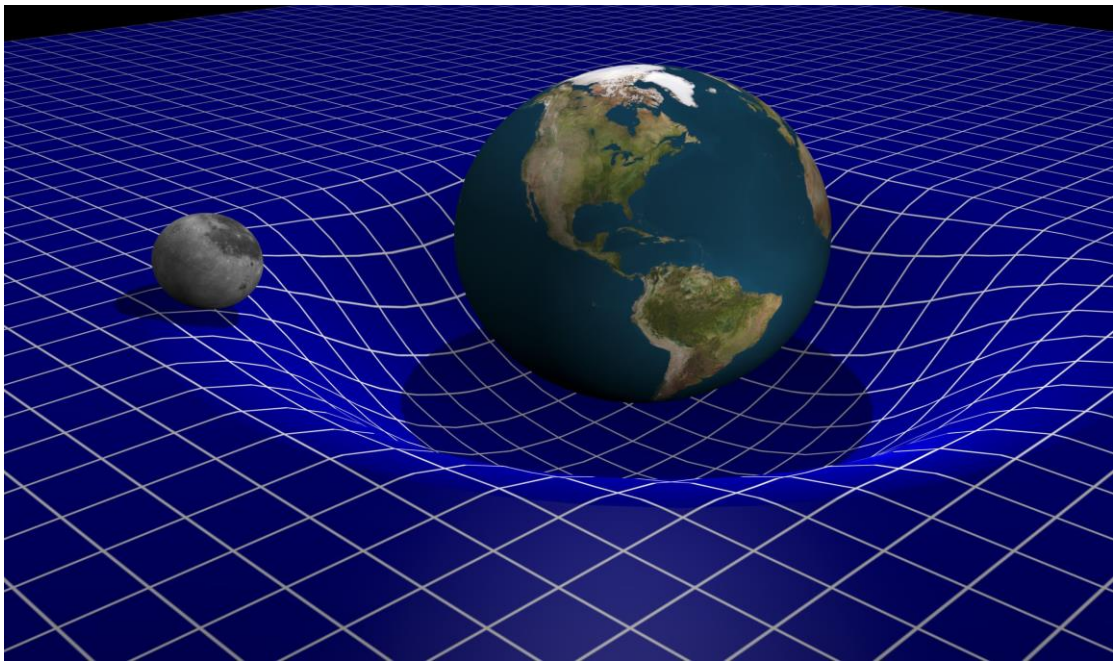
عندما تكون الكتلة على نسيج الزمكان سوف تشوه هذا النسيج نفسه مغيرة شكل الفضاء ومعدلة مرور الزمن حوله، ففي حالة الشمس نسيج الزمكان يتقوس حولها صانعًا "انحناء" في الزمكان، ولأن الكواكب (والمذنبات والكويكبات) تنتقل عبر نسيج الزمكان فهي تستجيب لهذا الانحدار وتتبع الانحناء في الزمكان فتدور حول الشمس

نظريًا عندما تكون الكتلة على نسيج الزمكان سوف تشوه هذا النسيج نفسه مغيرة شكل الفضاء ومعدلة مرور الزمن حوله، ففي حالة الشمس نسيج الزمكان يتقوس حولها صانعًا "انحناء" في الزمكان، ولأن الكواكب (والمذنبات والكويكبات) تنتقل عبر نسيج الزمكان فهي تستجيب لهذا الانحدار وتتبع الانحناء في الزمكان فتدور حول الشمس، وطالما الكواكب لا تتباطىء فستبقى في مدارات منتظمة حول الشمس فلا تسير في مدار حلزوني نحو الشمس ولا تنفلت إلى الفضاء الخارجي.

لصنع نموذج بسيط لهذه الفكرة، ضعْ جسم ثقيل في وسط سرير معلّق، ثم مرر كرات صغيرة خلال هذا السرير من نقاط مختلفة وراقب كيف تنحدر نحو الثقل المركزي، الكرات لم" تُجذب" بواسطة جاذبية الجسم

الثقيل، إنها ببساطة تبعت انحناء الزمكان الذي سببه وجود الجسم الثقيل!

يلخصها عالم الفيزياء جون ويلر في قوله: " تُخبر المادة



الزمكان كيف ينحني ، ويُخبر الزمكان المنحني المادة كيف تتحرك."

هكذا أصبحت الجاذبية لدى أينشتاين مجرد هندسة Geometry لنسيج الزمكان حول الكتل وليس قوة Force كما يقول نيوتن، هذه الأفكار تم تقديمها بمعادلات رياضية تدعمها وتم اختبارها عمليًا عام 1919م في كسوف الشمس، تلك الشمس التي قامت بحني الضوء المار بالقرب منها بنفس الزاوية التي قدرها أينشتاين في معادلاته.

واستمرت التجارب في اختبار هذه النظرية، وكان آخرها تجربة جامعة ستانفورد مع ناسا التي سبق الإشارة إليها وكل النتائج كانت تؤكد صحة نظرية أينشتاين.

هذه ببساطة هي حكاية النسبية.

***

رجوع للفهرس

المراجع :

1- كتاب أينشتاين والنسبية- د مصطفى محمود- دار أخبار اليوم 2009م.

2- كتاب أسطورة المادة - بول ديفيز و جون جريبين، ترجمة: علي يوسف علي-الهيئة العامة للكتاب 1998م.

3- كتاب الزمن من العصور القديمة حتى أينشتاين- منشورات حروف منثورة للنشر الإلكتروني - يناير 2015م.

4- كتاب قليل من العلم للجميع - كلود أليغر ، ترجمة: أحمد بلال- مكتبة دار طلاس ،دمشق،ط1 ،2005م.

5- مقال اختبار كون أينشتاين- الملحق العلمي لمجلة العربي - عدد أكتوبر 2009م.

6- مقال الأسس الفيزيائية للنظرية النسبية الخاصة- موسى ديب الخوري- الباحثون العدد45 آذار 2011م.

7- مقال

Newton's Gravity or Curved Spacetime?

من هذا الرابط

http://science.nasa.gov/media/medialibrary/2004/04/10/16nov_gpb_resources/VIP_Lithos-2.pdf

8- مقال

52Years and $750 Million Prove Einstein Was Right

http://www.nytimes.com/2011/05/05/science/space/05gravity.html?_r=0

***

رجوع للفهرس

السيرة الذاتية

الاســـم كاملا: عبدالحفيظ احمد صالح العمري

تاريخ الميلاد: 7 ديسمبر 1975 م

مكان الميلاد : تعز - اليمن

البريد الالكتروني: alamri_75@yahoo.com أو abdualamri.75@gmail.com

المدونة: http://knoweyes.blogspot.com (مدونة عيون المعرفة)

المؤهلات :

بكالوريوس (بك) في الهندسة الميكانيكية جامعة الانبار العراق عام 2000 م + دبلوم في علوم الحاسوب من المعهد الوطني للعلوم الإدارية إب 2008م.

الكتابات :

1/ معدا لبرنامج تلفزيونية مثل: (لسان عربي) و(دلائل الإعجاز)

3/ كاتبا في صحف عربية ويمنية.

المشاركات :

1/ مهرجان القصة والرواية اليمنية الرابع الذي أقامه منتدى نادي القصة اليمني (المقه) في صنعاء للفترة من 2008/7/28م إلى 2008/7/30 م .

2/ مهرجان الأدب اليمني الذي أقامه الاتحاد العام للكتاب والأدباء اليمنيين في عدن للفترة من 2010/5/24م إلى 2010/5/27م .

المنشورات :

* لا توجد لي كتب مطبوعة ، لكني نشرت للآن 6 كتب إلكترونية هي :

1- آفاق الثقافة العلمية - ديسمبر 2014م.

2- عالَم الذرة - ديسمبر 2014م.

3- التلوث الضوضائي - ديسمبر 2014م.

4- الزمن من العصور القديمة إلى أينشتاين - يناير 2015م.

5- هذا زمان النانو - يناير 2015م.

6- هل نحن وحدنا في الكون؟ - فبراير 2015م.

كلها صدرت عن دار حروف منثورة للنشر الإلكتروني

http://ebook-heruf.blogspot.com

رجوع للفهرس

النظرية النسبية واحدة من أهم نظريات العلم الحديث ، لأنها غيرت مفاهيم عديدة لدينا حول الزمن والمكان والكتلة والجاذبية وغيرها .

ورغم مرور قرابة القرن من الزمن على ظهورها، إلا أنها لا تزال واحدة من دعائم الفيزياء الحديثة التي لا يمكن الحديث عن هندسة الكون بدونها .