دراسة مقارنة لمفهوم الزمكان في نظريتي النسبية والكم باستخدام نظرية الاوتار الفائقة

*تهاني فوزي ابوزيد ابوبكر

المستخلص: استطاعت نظرية الأوتار الفائقة توحيد قوى وجسيمات الطبيعة بشكل واحد مذهل فالبروتونات والنيوترونات والالكترونات التي تتكون منها الذرات تتكون من أجزاء أصغر هي الكواركات، تلك الكواركات التي كان يعتقد أنها مادة وبحسب نظرية الأوتار عبارة عن أوتار أو خيوط صغيرة جداً من الطاقة تهتز بعدة اتجاهات وطرق مختلفة، كل وتر من هذه الأوتار حجمه صغير جدا مقارنة بالذرة، وكل اهتزاز معين لتلك الأوتار يعطي الجسيم خصائص مختلفة، فقد يشكل الاهتزاز جزيئا مكونا لذرات المادة أو الطاقة أو الجاذبية، أي أن كل ما في هذا الكون من مادة أو طاقة أو شحنات هي في الواقع أوتار لكنها مهتزة بطرق مختلفة، حيث أصبحت نظرية الأوتار الفائقة حلقة الوصل بين ميكانيكا الكم والنظرية النسبية لأنها تلغي الفروقات بينهما بناء على طبيعة الأوتار وخصائصها، والكون الفوضوي على المستوى الكمي يصبح أقل فوضوية وأقرب إلى الكون الكبير على مستوى الأجرام السماوية، وهو نصر كبير لعلماء الفيزياء النظرية .

الكلمات المفتاحية: النسبية العامة، ميكانيكا الكم، الزمكان، الأوتار.

المقدمة Introduction

شهد العلم الحديث تطورات هائلة في أفكاره كان بعضها أشبه بالثورات العارمة، وقد صاحب ذلك اختراعات واكتشافات لا تقل أهمية عن النظريات التي أسست لها أو انبثقت عنها. وأكثر ما يشغل العلم ولا يزال تركيب الكون والقوانين التي تحكمه، حيث انطلق من تأملات الأقدمين مروراً بقوانين الحركة والنظرية الذرية وأجزاء الذرة والنسبية والكوانتا. وتقدم نظرية الأوتار الفائقة superstring theory أفكار جديدة حول تركيب الجزيئات وتعتبر من إبداع الفيزياء النظرية، تستند في صلبها إلى معادلات رياضية معقدة. تفترض هذه النظرية أن الأشياء مكونة من أوتار حلقية أو مفتوحة متناهية في الصغر لا سمك لها،هذه الأوتار تتذبذب فتصدر نغمات يتحدد بناء عليها طبيعة وخصائص الجسيمات الأكبر منها مثل البروتون والنيوترون والالكترون وغيرها. وتكمن ميزة هذه النظرية في أنها تأخذ في الحسبان كافة قوى الطبيعة، الجاذبية والكهرومغناطيسية والقوى النووية، فتوحدها في نظرية واحدة، تسمى النظرية الأم .

الكون في تصور هذه النظرية هو عالم متعدد الأبعاد، على خلاف الأبعاد الأربعة التي نحس بها (الطول ،العرض، الارتفاع، الزمان). ويقول أصحاب هذه النظرية بأن الأبعاد الأخرى متكورة على نفسها فهي غير محسوسة لنا، ولا يتأتى ذلك إلا في ظل كميات هائلة من الطاقة تحتاج إلى مسرعات نووية بحجم المجرة. فهذه النظرية تقدم تصوراً جميلاً للكون ضمن إطار موسيقي يقول لنا بأن كل شيء هو نتاج نغمات وذبذبات لأوتار صغيرة.

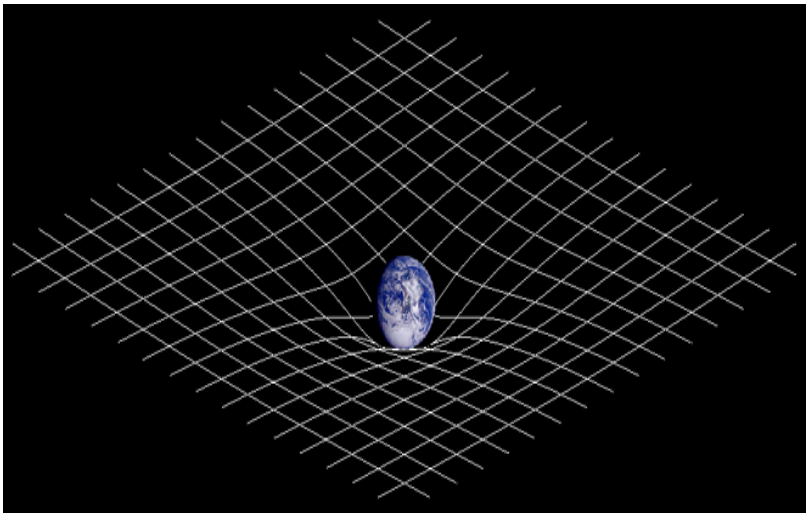
وأن نظرية الأوتار هي النموذج الرياضي الأول من نوعه الذي يوضح معنى كمومي للجاذبية (ميكانيكا الكم التي نجحت في توحيد القوى الثلاثة ونظرية الجاذبية لاينيشتاين المعروفه باسم النظرية النسبية العامة).

النسبية العامة: General Relativity:

الاعتقاد السائد أن العلماء كانوا يعتقدون أن الكون ثابت الشكل، لكن نظرية أينشتين النسبية تقول أن الكون عبارة عن نسيج يمكن حنيه وثنيه الشكل (1) فإذا تخيلنا أننا نسير على أرض مستوية لنقطع مسافة ما فإننا بثني تلك الأرض يمكننا الوصول

* قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة سرت ، ليبيا aldctorphta@gmail.com

إلى هدفنا بشكل أسرع. قدم اينشتين فكرة انحناءات الكون و تشوهات النسيج الكوني بما يعرف بـ wormholes أو الطرق الدودية. وهي طرق مختصرة للوصول إلى أجزاء قصوى من الكون بسرعة فائقة وزمن قصير (بشكل نظري فقط).



الشكل(1)

وترتبط معظم أجزاء النظرية النسبية بسرعة الضوء، لان سرعة الضوء تفسر حقائق كثيرة تتعلق بأجزاء من النظام الشمسي. كما أن لسرعة الضوء أهمية كبرى في الفيزياء عموما لأنها أقصى سرعة، والتي تقدر ب $3 \times 10^8 m/s$ ، يمكن أن تنتشر بها كل الأشياء، وأن الضوء إما أن يسبق أية ظاهرة أخرى أو على الأقل يصل معها في آن واحد وأن أي شيء تزداد سرعته حتى تصل إلى سرعة الضوء سوف يتحول هو نفسه إلى ضوء فالضوء ينتشر في الفراغ بسرعة ثابتة غير متأثر بالظروف التي يتولد منها، ولا بالظروف التي يستقبل بها وقبل ظهور النظرية النسبية لم يتخيل أحد أن المكان والزمان متماثلان في طبيعتهما، بما يكفي لإضفاء أهمية خاصة على ناتج إندماجهما، ولكن ثبت أن مثل هذا الإندماج له أهمية مذهلة في تفهم الفيزياء .إذ ليس من الممكن أن تأخذ الزمان أو المكان على انفصال بوصفه موضوعيا دقيقا، والموضوع نوع من المزيج مؤلف من الاثنين، يسمى متصل "الزمان– المكان" لقد أتت النسبية بمبدأ جديد هو مبدأ الزمان النسبي، زمان الكهرومغناطيسية الذي تتأثر بقياسات المسافات والسرعات، ففي الحادثة الواحدة تكون قياسات الأزمنة مختلفة عن راصدين أحدهما متحرك بالنسبة إلى الآخر.

فان:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = kt_0$$

حيث أن k تساوي

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

t_0 زمن الراصد الأول .

t زمن الراصد الثاني المتحرك بالنسبة للأول .

v سرعة احد الراصدين بالنسبة للأخر.

c سرعة الضوء.

في هذه الحالة إذا كانت $k>1$ فان t اكبر من t_0 .

وفي هذه المعادلة تعني أن الزمن قد يتمدد فمثلا لو كان الراصد الأول على الأرض والراصد الثاني في الفضاء فان الراصد على الأرض يشاهد عقارب ساعة رائد الفضاء وكأنها تتحرك ببطء مقارنة مع عقارب ساعته، لا يعود ذلك لخلل في الساعة ولكن لان الزمن يمضي أبطأ من المعهود أي أن الزمن يتمدد وتزداد أهمية هذه النظرية بزيادة السرعة واقترابها من سرعة الضوء (C) .

وبالنسبة لمسافة بين الراصدين تعطى بالعلاقة الآتية :

$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{L_0}{k}$$

من خلال هذه المعادلة يتضح أن L_0 اكبر من L .

وهكذا التقى الزمان بالحركة، ولكن إذا كان المكان يتدخل في تقدير الزمان، فإن قياس المسافات يصبح بدوره متعلقا بقياسات الزمن والحركة مقدار متغير يتوقف على المجموعة المتحركة التي يشتق منها وأن كل زمن له مرجع هو حركة الجسم وحركة المجموعة التي يستنبط منها أساس تقويمه الزمني، فإذا حدث وتغيرت حركة الجسم، فإنه ينبغي أن يتغير زمنه إن الزمان مقدار متغير في الكون، وحسب رأي آينشتاين لا يوجد زمن واحد للكون كله، وإنما يوجد عديد من الأزمان كلها مقادير متغيرة لا يمكن نسبتها إلى بعضها إلا بالرجوع إلى أنظمتها واكتشاف علاقة حوادثها بعضها بالبعض، وبما أن سرعة الضوء هي الثابت الكوني الوحيد، فينبغي تعديل الكميات التي نعبر بها عن الزمان والمكان في كل معادلاتنا لتتفق مع هذه الحقيقة الأساسية.

نظرية الكونتم :Countem theory :

لقد جلبت نظرية الكوانتم (الكم) معها تغييرا عميقا في أسس الفيزياء، إذ أن متغيرين (الزمان والمكان) قد جدا فاجبرا الفيزياء على التخلي عن واقعتيها في تصور الذرة كجسم صغير مادي في منتهى الدقة، لكن بظهور نظرية الكوانتم، أصبح بإمكان معرفة أن الخصائص التي كانت تبدو خاصة بالجسيمات عملية فيزيائية وما نلاحظه إذن ليس الجسيم نفسه بل هو لا يعدو أن يكون تأثير العملية فينا أو في آلات القياس التي نستخدمها، وبالتالي فالجسيم كالإلكترون، مثلا له حساسية أخرى وهي تأثره بالقياسات التي نجريها عليه بدرجة لا يمكن إهمالها واعتبارها ضئيلة.

وهكذا تفقد الجسيمات الدقيقة عند ملاحظتنا لها كجسيمات لها ذاتيتها الخاصة وهذا ما يؤدي بنا إلى الامتناع عن معالجتها بواسطة مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية، ومن هنا كان ظهور نظرية الكوانتم ضرورة لا غنى عنها، لمعالجة تلك الظواهر الدقيقة أو الجسيمات اللا مرئية بمفاهيم جديدة ألا وهي علاقة عدم اليقين لهيزنبرج. وينص مبدأ عدم اليقين على أن حاصل ضرب مقداري عدم اليقين بدالتين مرافقتين ينبغي أن تساوي أو أكبر من مقدار ثابت يعطى بالتعبير الفيزيائي :

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{2\pi}$$

حيث أن

Δx مقدار تغير الخطأ في قياس الموضع .

Δp مقدار تغير الخطأ في قياس كمية الحركة.

وكذلك ينطبق أيضا على متغير الزمن والطاقة

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$$

علاقة عدم اليقين لهيزنبرج "دليل على محدودية استطاعتنا في القياس، حيث أن القياس مرتبط بالقانون الفيزيائي وبالتالي تدفعنا إلى معرفة اللاتحديد، هذا ما يجعلنا واقعين تحت رحمة قوانين الطبيعة. فالقياس المتزامن للجسيمين اللامتناهيين غير محدودين في داخل مجال الأبعاد ، فمثلا لو تم تبريد بلورة في الصفر المطلق فان الذرات المكونة لها تتوقف بل تستمر بالحركة والاهتزاز ، والسبب انه لو حدث وتوقفت الذرات عن الحركة لعرفنا موقعها وعلمنا حركتها وذلك لا يتفق مع مبدأ عدم اليقين لأنه ليس بإمكاننا معرفة الموضع وكمية الحركة في آن واحد . نظرية الكم تصلح فقط للجسيمات الذرية وما دون ذلك حيث تتداخل الطبيعة الموجية مع الطبيعة الجسيمية ولكنها لا يمكن أن تفسر بنجاح حركة الأجسام الكبيرة والتي يمكن تفسيرها بالقوانين التقليدية ونظرية النسبية العامة ولقد كانت هناك عدة محاولات لربط النظرية الكمية مع النسبية العامة ولكن دون نجاح يذكر.

الجمع بين النسبية العامة وميكانيكا الكوانتم: Combine general relativity and quantum mechanics

يستخدم مفاهيم النسبية العامة في الحياة العادية في المسافات الفلكية الهائلة وبالنسبة إلى مسافات هذا الشكل فإن نظرية "آينشتاين " تعني أن غياب الكتلة معناه تسطح الفضاء، وللربط بين النسبية العامة وميكانيكا الكوانتم لابد للفيزيائيين من تغيير اهتمامهم بشكل حاد واختبار الخواص المجهرية المكروسكوبية للمكان.

وبتكبير مناطق صغيرة جدا في نسيج الفضاء، حتى يصل إلى مقاييس صغيرة الطول، فإن ميكانيكا الكوانتم ستغير هذه النتيجة جذريا فكل شيء معرض للتأرجحات الكمية المتأصلة في مبدأ عدم اليقين حتى مجال الجاذبية ، لأن مجالات الجاذبية تظهر على شكل تحدب، فإن التأرجحات الكمية تظهر نفسها تشوهات متزايدة العنف للفضاء المحيط .ومنه فيظهر تأرجح عشوائي كمي (كوانتي) في مجال الجاذبية ويقابله اعوجاج شديد في الفضاء بحيث لم يعد يمثل جسما هندسيا ذا انحناءات رقيقة كما في حالة الغشاء المطاطي الذي يتخذ شكلا رغويا هائجا ملتويا .وعلى مثل هذه المقاييس للمسافات الصغيرة فإننا نرى عدم التوافق الأساسي بين النسبية العامة ومكانيكا الكوانتم. وقد حطمت التأرجحات الكمية العنيفة التي تظهر عند مقاييس المسافات الصغيرة مفهوم الشكل الهندسي الفضائي الهادئ الذي هو المبدأ المحوري في النسبية العامة ، وعلي المقاييس فوق المجهرية فإن السمة المحورية لميكانيكا الكوانتم – مبدأ عدم اليقين تتناقض مباشرة مع السمة المحورية للنسبية العامة.

وعمليا يقحم هذا التناقض نفسه في كل أمر أساسي فالحسابات التي تمزج بين معادلات النسبية العامة وميكانيكا الكوانتم تؤدي بالضرورة إلى نفس الإجابة غير المنطقية (ما لا نهاية)، وان الإجابة بما لا نهاية تشير إلى أن الفيزيائيين ارتكبوا خطأ جسيما. وكيف يمكن أن يقبلوا بأن ما لا نهاية ينسجم مع الطبيعة، ولا تستطيع معادلات النسبية العامة أن تتعامل مع المتغيرين المتلازمين (للمكان والزمان).

وتسمح لنا المبادئ الأساسية للنسبية العامة وميكانيكا الكوانتم بحساب المقاييس التقريبية للمسافات التي علينا أن ننزل إلى أصغر منها لتظهر الظاهرة الغريبة – وهي الاعوجاج في نسيج الفضاء – وتتضافر كل من صغر ثابت" بلانك"والضعف الذاتي لقوى الجاذبية ليعطينا ما يعرف اسم" طول بلانك" و يصبح عدم التوافق بين النسبية العامة وميكانيكا الكوانتم واضحا فقط في جزء صغير من الكون (مستوى محدود من الكون)، ولهذا السبب قد نتساءل عما إذا كان ذلك يستحق المعاناة في الحقيقة هناك اختلاف بين الفيزيائيين فهم لا يتخذون موقف واحد عند تناول هذا الموضوع .ففي رأيهم أن عدم التطابق يشير إلى عيب أساسي في فهمنا للعالم الفيزيائي فحاول الفيزيائيين بمحاولات عديدة للنسبية العامة أو ميكانيكا الكوانتم بشكل أو بآخر لتجنب هذا التناقض، إلا أنها باءت بالفشل.

التوحيد من خلال نظرية الأوتار:Unification through the theory of tendons:

في محاولة للتوحيد بين النظريتين لا يوجد تفسير لتفاصيل التركيب أي عدم مقدرتها على احتواء قوة الجاذبية فهو يأخذ قائمة الجسيمات كمدخلات تجريبية ولا تقدم أي تنبؤ أن لم يتم إدخال البيانات عن الخواص الأساسية للجسيمات أما نظرية الأوتار فهي مختلفة جذرياً ولا تتطلب أي مدخلات ، فكل خواص العالم الميكروي تقع داخل مجال قدرتها على التفسير ، فمثلا لوتر المكان عدد هائل من الأنساق الاهتزازية المختلفة تسمى الرنين وللأوتار في نظرية الأوتار المتساوية بين القمم والمنخفضات التي تتناسب تماما بعده المكاني .

تماسك النظرية رياضيا يتطلب أن يكون الزمكان ذا أبعاد أكثر من أربعة أي عشرة أبعاد إضافية مسألة خطيرة جدا في مجال توصيف الجسيمات النووية لأننا نعلم حق العلم يوجد ثلاثة أبعاد مكانية وواحد زمني وان الموقف لا يحتمل مطلقا أبعاداً إضافية كذلك صعوبة بل استحالة اختبار النظرية بصورة عملية في المختبر بسبب حيِّز المسافات بالغة الصغر.

حيث أن الموضع في البعد الزمكاني x يساوي : $x_\mu(\sigma,\tau)$

حيث أن μ (D-dimensional space time) ويساوي :

$$\mu = 0,1,2 \dots\dots\dots\dots D-1$$

حيث أن σ متغير المكان و τ متغير الزمن .

$$x = \left(x_0, x_1, x_2 \dots\dots\dots x_\mu(\sigma,\tau) \dots\dots x_{D-1}\right)$$

حيث أن في البعد الزمكاني ذو الأبعاد المتعددة فان الأبعاد مضغوطة في دائرة نصف قطرها R تساوي

$$x^9 \cong x^9 + 2\pi R$$

والزخم أو كمية الحركة لذرة متحركة حول هذه الدائرة عبارة عن كمات من $\frac{1}{R}$ مربع كتلة هذه الذرة في حالة n عدد صحيح عدد الكمات يساوي:

$$m_n^2 = \frac{n^2}{R^2}$$

والوتر يلتف حول هذه الدائرة حيث أن زخم كتلة الوتر كما هو للذرة و الوتر المغلق يلتف حول الدائرة واحيانا الذرة لا تستطيع وعدد لفات الوتر حول الدائرة يعرف بعدد اللفات ويرمز له w وهو عدد صحيح.

وشدة سحب الوتر عبارة عن طاقة في وحدة طول الوتر :

$$E = \frac{wR}{\acute{\alpha}} = 2\pi wRT$$

$$T = \frac{1}{2\pi\acute{\alpha}}$$

حيث أن :

T شدة سحب الوتر ، w عدد لفات الوتر حول الدائرة ، $\acute{\alpha}$ طول الوتر

حيث أن مبدأ العمل S في نظرية الأوتار (Action principle) في هذه الحالة :

$$S = \int_{t_2}^{t_1} L(q(t), \dot{q}(t))dt$$

L دالة لاجرانج , q دالة في المكان , $\dot{q} = \frac{dq}{dt}$ سرعة لاجرانج .

بما أن الطاقة وكمية الحركة تعطى كالتالي : $E = mc^2 \quad , \quad p = mv$

فأن : $L = pv - E = mc\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

$$S = -mc \int_{t_2}^{t_1} dt\sqrt{1 - |\dot{x}|^2}$$

$$S = -mc \int_{t_2}^{t_1} \sqrt{dt^2 - |dx|^2}$$

تعتبر هذه العلاقة مهمة في استنتاج رابطة العمل في نظرية الأوتار التي قد شكلت بالفعل صورة جديدة بالملاحظة لكيفية عمل الكون ، حيث عدم التوافق بين النسبية العامة وميكانيكا الكم الذي يظهر فقط في المسافات الأقل (المجهرية) يمكن تجنبها في عالم له حدود دنيا للمسافات التي يمكن الوصول إليها أو حتى يمكن الزعم أنها موجودة بالمعنى العام . وهذا هو الكون كما تصفه نظرية الأوتار ، الذي نرى فيه أن قوانين الأشياء الصغيرة والأشياء الكبيرة يمكن أن تمتزج معا بتجانس التي من المفترض أن تظهر عند المسافات فوق المجهرية .

A comparative study of the concept of time in my relative and quantity using high tendons

Thani Fouzi Abouzid

Physics Department, Faculty of Sciences, sirte University, sirte, Libya

E-mail:aldctorphta@gmail.com

Abstract: The theory was able to unify the forces and particles of nature in one amazing way. The protons, neutrons and electrons that make up atoms are made up of smaller parts, which are quarks. Those quarks that were believed to be matter are, according to string theory, very small strings or strands of energy that vibrate in several directions and ways. Each of these strings has a very small size compared to the atom, and each specific vibration of those strings gives the particle different properties, Vibration may form a component of the atoms of matter, energy or gravity that is, all matter, energy, or charges in this universe are actually strings, but vibrate in different ways. Superstring theory was the link between quantum mechanics and relativity because it eliminates the differences between them based on the nature and properties of strings, and the chaotic universe at the level The quantum quantum becomes less chaotic and closer to the large universe at the level of celestial bodies, which is a great victory for theoretical physicists.

Keywords: General relativity, quantum mechanics, space-time, strings.

References : المراجع

1-Gervais ،J.-L. ؛Sakita ،B. (1971). "Field theory interpretation of supergauges in dual models". Nuclear Physics B. 34 (2): 632–639.Bibcode:1971NuPhB..34..632G. doi:10.1016/0550-3213(71)90351-8.

2-M. J. Duff, James T. Liu and R. Minasian Eleven Dimensional Origin of String/String Duality: A One Loop Test Center for Theoretical Physics, Department of Physics, Texas A&M University

3-Polchinski, Joseph (1998). String Theory, Cambridge University Press.

4- H. Nastase, The RHIC fireball as a dual black hole, BROWN-HET-1439, arXiv:hep-th/0501068, January 2005,

5-H. Nastase, More on the RHIC fireball and dual black holes, BROWN-HET-1466, arXiv:hep-th/0603176, March 2006,

6-H. Liu, K. Rajagopal, U. A. Wiedemann, An AdS/CFT Calculation of Screening in a Hot Wind, MIT-CTP-3757, arXiv:hep-ph/0607062 July 2006,

7-Burt A. Ovrut (2006). "A Heterotic Standard Model". Fortschritte der Physik. 54-(2-3): 160–164.

8-CH.Brunold ,universes et sa representation Librairie Belin,paris,1996

9 – Eddington,The Natur Of THE Physical World,Colline.London,1980.