 الأبعاد

المركز الوطني للمتميزين

The National Center for the Distinguished

تقديم الطالب : عمار حسين

بتاريخ : 3 / 1 / 2016

ملخص :

تتناول هذه الحلقة البحث عن طبيعة الأبعاد العليا غير الأبعاد الثلاثة الأولى (الفضاء) ..

الفهرس :

المقدمة ......................................................................................3

الفصل الأول : الأبعاد الأربعة الأولى وفضاء هلبرت...........................................4

\*\*الأبعاد والهندسة ..........................................................................9

الفصل الثاني : الأبعاد ونظريات الفيزياء الحديثة ............................................10

\*\*الأبعاد ونظرية الأوتار الفائقة ............................................................10

\*\*الأبعاد والنسبية..........................................................................11

الفصل الثالث : تخيل البعد العاشر .........................................................13

الخاتمة والتوصيات ........................................................................25

المراجع.....................................................................................25

المقدمة :

بسم الله .. لطالما أثار موضوع الأبعاد اهتمام الفيزيائيين والمفكرين أصحاب الخيال الواسع , إلا أن العمل عليه ونتائج البحث الملموسة لم تظهر إلا في آخر قرن ..

يوجد في الرياضيات عدد غير منته من الأبعاد .. وكلما ازداد عددها زادت الدقة في تحديد موقع ما وفي الفيزياء عرفت الأبعاد الثلاثة منذ القدم بأنها الفضاء واعتقد البعض بأنه لا يوجد غيرها ..

إنه لمن الضروري عند دراسة الأبعاد إعادة التفكير مليا بمفهومي المكان والزمان وما نعرف عنهما .. أهما منفصلان أم متصلان .. ويجب الإنتباه إلى أن ما نعتبره منطقا هو ما نراه يتكرر أمام أعيننا باستمرار فغفلنا عن حقيقته وقبلنا به دون التفكير به بالطريقة الصحيحة ..

إشكالية البحث :

نشاهد دوما المجسمات والأشكال ونتعامل مع الأطوال والمسافات .. وأدركنا البعد الثاني فالثالث ولكن ماذا عن الأبعاد الأعلى؟ وما ماهيتها؟ .. إنها صعبة التخيل !

لنر ما قاله علماء الفيزياء والرياضيات في هذا المجال ...

الفصل الأول : الأبعاد الأربعة الأولى وفضاءات هلبرت

إننا كبشر بحكم طبيعة بناء أجسامنا وعالمنا الذي نعيش فيه ، قد تعودنا في حياتنا اليومية على تخيل والعيش في نظام ثلاثي الأبعاد . فعندما ننظر إلى الغرفة التي نجلس فيها مثلا نرى بعيوننا أرضية الغرفة ممتدة على بعدين (طول في عرض) ونرى الجدران التي تقوم على مستوى الأرضية (الارتفاع) ولا نكاد نستطيع أن نتصور أن هناك أبعادا فيزيائية غير هذه . ونتيجة لبعض المفاهيم البسيطة أيضا أصبح من المعتاد لدينا أن نصف كل بعد من الأبعاد الثلاثة بـ( محور ) ، أو (مرجع محوري) . فلنفس مثالنا عن الغرفة فقد اعتدنا القول أن الأرضية تمثل مستوى هندسي ( مكون من بعدين ) ويمتد على محورين هما (x and y)، والجدار هو البعد الثالث ونصفه أنه ذلك البعد الذي يمتد على المحور ( z ) ..

نشير الآن إلى أن مفهوم بعد (dimension) أو محور (axis) في الفيزياء على وجه الخصوص وفي الرياضيات عموما هو مفهوم لازم لتعريف شكل هندسي معين أو حركة معينة . لو كنا نتكلم عن جسم واحد فقط موجود في الطبيعة لما احتجنا إلى تعريف البعد أو المحور ، لكن بما أن هناك أجسام عديدة في الطبيعة ، وبما أن كل قياس بدون مرجع هو قياس غير دقيق ، ظهر مفهوم المحور والبعد. ولتعريف شكل أي جسم أو حركته لا بد أن نستخدم قياسا مضبوطا لنضمن تمييز شكل الجسم ، فنستعمل البعد هنا ، أو لوصف حركة هذا الجسم في اتجاه معين فنستعمل مفهوم المحور هنا.

مثلا ، أبسط الأشكال الهندسية (الخط المستقيم) لا بد أن نعرفه بنقطتين على الأقل هما نقطتا البداية والنهاية ، بالتالي يمكننا أن نرسم الخط المستقيم على بعد واحد باستخدام محور واحد ، مثل محور x ، ونقول حينها : هذا المستقيم بدأ من نقطة x1=0وانتهى إلى نقطة x2=10 ، وطوله هو x2-x1=10 بأي وحدات قياس) وعندما نريد أن نرسم خطين مستقيمين متقاطعين فهنا لا بد أن نلجأ إلى استخدام بعدين أو محورين ، والشكل الهندسي الناتج اعتدنا أن نسميه مستوي . ولرسم مستوي سنحتاج إلى بعدين لنقول (هذا المستوي معرف على أنه يمتد بين الأزواج المتبادلة الأربعة للنقاط الهندسية(x1,y1,x2,y2) ، أي من (x1,y1) و (x1,y2) إلى (x2,y1) و (x2,y2)، ومساحته هي حاصل ضرب طوله في عرضه في جيب الزاوية بينهما ، مقاسة بوحدات المساحة ) ونفس الشيء لوصف جسم هندسي في ثلاثة أبعاد . وإذا أردنا أن ندفع الأمور نحو شيء من التعقيد ونرسم خطا مستقيما مثلا ، في فضاء ثلاثي الأبعاد فعلينا أن نتبع نفس الطريقة المذكورة في تعريف الخط المستقيم ألا وهي تعريف نقطتي البداية والنهاية ، فنقول (هذا المستقيم يبدأ من النقطة الثلاثية (x1,y1,z1) وينتهي بالنقطة الأخرى (x2, y2, z2) ، وطوله هو جذر مجموع مربعات الفرق بين هذه المحاور، مقاسا بوحدات الطول )  
الأمر الذي يهمنا أن نذكره هو أننا دائما نلجأ إلى أقل عدد ممكن من الأبعاد أو المحاور لوصف شكل جسم معين أو حركته . فمن غير المنطقي مثلا، أن يكون الخط المستقيم الذي له بعد واحد، ونريد أن نرسمه منطبقا على محور (x) فقط، ونقول أن هذا الخط المستقيم يبدأ من النقطة الثلاثية (x1,0, 0) وينتهي في النقطة (x2, 0, 0). هذا الوصف سيبقى وصفا صحيحا ، لكنه وصف غير منطقي وليس عمليا، وذلك لأن المحور (x) لوحده يعتبر كاف لوصف الشكل الذي نريد أن نصفه . إذا نحن نلجأ إلى أبعاد أو محاور جديدة عندما لا نتمكن من وصف حركة أو شكل جسم ما باستخدام المحاور المتوفرة .  
ومعنى قولنا (أنه صحيح، لكنه غير منطقي) هو أن الاستخدام المفرط للأبعاد قد لا يزال يصف شكل أو حركة الجسم بدقة ، لكن هذا الاستخدام المفرط سيعقد المشكلة بدلا من أن يبسطها . وكل حل يعقد المشكلة التي يحاول علاجها بدلا من تبسيطها يعتبر حلا غير منطقي ، وإن كان صحيحا. فمن أساسيات المنطق العلمي السليم ، هو أن المشكلة تحل بأن يتم تبسيطها إلى أسهل صورة أو نتيجة صحيحة ، وبطريقة مقبولة . أما الحلول من النوع الذي يعقد المشاكل ، فهذه الحلول تعتبر مشكلة بحد ذاتها وهي تحتاج إلى حل . هذا المفهوم المهم والبسيط لا ينطبق في الفيزياء أو الرياضيات فقط ، بل إنه صحيح حتى على مستوى اجتماعي أيضا.

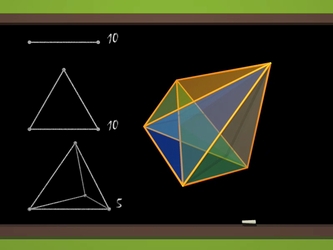
ونتطرق الآن لمفهوم البعد الرابع الذي ينشأ من محور إضافي غير المحاور الثلاثة التي اعتدنا عليها. وهو أنما يضاف عندما لا نتمكن من وصف شكل أو حركة معينة باستخدام ثلاثة أبعاد فقط . لهذا في الفيزياء خصوصا نستخدم البعد الرابع كثيرا عندما نريد أن نصف حركة جسم في فضاء ثلاثي الأبعاد. ولغرض التمكن من وصف هذه الحركة ، نحتاج بصورة أكيدة إلى أن نصف (موقع الجسم في لحظة زمنية معينة). هذا يعني أننا لا بد أن نستخدم الأبعاد الثلاثة للفضاء الوجودي الملموس إضافة إلى (الزمن) ، فمن هنا نقول (أن حركة الجسم في فضاء ثلاثي الأبعاد تحتاج إلى أربعة أبعاد)  
لهذا يظهر لنا في الواقع أن أبسط مثال عن البعد الرابع هو بعد (الزمن) مرة ثانية ، نشير إلى أننا في عالمنا اليومي معتادون على النظر والتفاعل مع الموجودات وفقا لثلاثة أبعاد فضائية والتي تسمى مجازا أبعاد (الطول و العرض و الارتفاع) ، أو التي تسمى بصورة دقيقة (البعد الأفقي، البعد العمودي والبعد القائم). هذه الأبعاد الثلاثة تجمع وتسمى اختصارا واصطلاحا (بالإحداثيات الموضعية الفضائية Spatial Space، أو الفضاء الإقليدي Euclidean Space ) لكننا أيضا معتادون على التعامل مع الزمن الذي يعرف (أنه الفترة المحصورة بي0ن حدثين متتابعين). والإحداثيات الثلاثة (الإقليدية) إضافة إلى إحداثي الزمن، تسمى (الإحداثيات الأربعة، أو فضاء منكوفسكي Minkowski Space وهي ثلاثة إحداثيات موضعية زائد إحداثي الزمن .  
عندما نصف حركة جسم معين في الفضاء سنحتاج أيضا إلى تعريف البعد الخاص بالزمن ، أو البعد الرابع ، الذي يضاف إلى الأبعاد المادية الثلاثة ليقدم وصفا كاملا لحركة الجسم ، بل يستخدم لوصف موضع الجسم المتوقف كذلك.  
مثلا، أنا الآن موجود في إحداثيات معينة. هذا الوصف يتضمن أبعادا محددة في الفضاء، أي أنني الآن موجود في النقطة الثلاثية (x,y,z). لكن ، في نفس المكان قبل 100 عام مثلا، أنا لم أكن موجودا هنا، مع أن هذا المكان هو نفسه وهذه هي نفس الإحداثيات الموضعية لمكاني ، وبعد فترة لن أكون موجودا هنا أيضا. لهذا إذا أردت أن أصف موضعي الحالي بدقة قياسية غير قابلة للشك، سأحتاج إلى إدراج بعد الزمن (t)ليكتمل وصفنا، عندها سنقول أني موجود في الإحداثيات (x,y,z,t) وهناك مبدأ كلاسيكي لكنه مهم لتفسير موضع الأجسام الكبيرة الحجم فقط ، يقول باستحالة تواجد جسمين من أي نوع في نفس الإحداثيات في نفس اللحظة ، لكن هذا المبدأ قد تم تعديله حسب نظرية الكم بصورة جذرية فأصبح ذو معنى آخر ومختلف كثيرا ..  
ويمتاز بعد الزمن كما نعرفه كلاسيكيا بأنه يتحرك باتجاه واحد فقط وبسرعة ثابتة ، أي أنه بعد لا يمكننا التحكم في الحركة خلاله ، على الأقل لحد الآن لأسباب تقنية فقط – أي لأننا لا نعلم كيف نصنع آلة تقوم بهذا العمل . إلا أن تغيير الحركة في هذا البعد ممكن من الناحية النظرية ولهذا التغيير نتائج خيالية تماما. هذا من وجهة النظر الكلاسيكية ، أما من حيث أساسيات النظرية النسبية العامة لأينشتاين ، فالزمن هو بعد حاله مثل حال أي بعد آخر يمكن التحرك خلاله بأي اتجاه (للأمام أو نحو الخلف ).

بعد أن قدمنا مفهوما بسيطا عن البعد الرابع ، لنسأل عن أشياء أخرى لندفع بأفكارنا قليلا خطوة أخرى نحو الأمام . فإذا كانت هناك إمكانية لوجود بعد رابع ، فهل بالإمكان اللجوء إلى القول أن هناك بعد خامس أو سادس أو.. عاشر ربما؟ وما هو أكبر عدد ممكن للأبعاد والمحاور المحتملة في الكون؟  
نعود هنا للتذكير أننا عندما نريد أن نصف شكل أو حركة جسم ما ولا تكفي الأبعاد التي بين أيدينا، نلجأ إلى استخدام بعد آخر إضافي ، شرط أن يكون استخدمنا هذا منطقيا ولا يعقد المسألة. ولغرض تقديم الإجابة بأبسط مثال لنتصور هنا أننا نريد أن نصف مجموعة من الأشخاص ، ليس حسب أسمائهم بل حسب موضعهم الفضائي والزمني، وحسب أوزانهم. هنا سنحتاج إلى الأبعاد الأربعة الفضاء الموضعي والزمن إضافة إلى بُعد آخر وخامس نسميه (بُعد الوزن أو فضاء الوزن)، وسيصبح لدينا في هذه الحالة (خمسة أبعاد). لنقل أننا أردنا أن نضيف إلى وصفنا لنفس الأشخاص ميزة أخرى، لون الشعر مثلا، والجنس (ذكر أم أنثى) لوصف نفس المجموعة. وهنا سنقول أننا سنحتاج إلى أن نعرف (سبعة أبعاد)، هي: ثلاثة أبعاد فضائية موضعية، بعد الزمن، بعد الوزن، بعد لون الشعر و بعد الجنس. وعندها سنقول من دون أن نخطئ أن كل صفة من الصفات أعلاه تمثل محورا (أو بعدا فضائيا مرجعيا) يمكن من خلالها تعيين حالة شخص ما من هذه المجموعة. وهذه أبعاد متعددة أكثر من ثلاثة أو أربعة. لكن لنا أن نكون ممتنين أننا نحمل عناوين تميزنا من خلال ربط أشكالنا مع أسمائنا، وإلا لأصبح وصف أحدنا للآخر طويلا ومملا!  
وفي الفيزياء نضطر في كثير من الأحيان إلى استخدام أبعاد عديدة ، وخصوصا في فروع الفيزياء الحديثة التي تعتمد على الميكانيك الكمي الذي وضع من قبل شرويدنكر وهايزنبرك كلا على حدة. فنفس المثال سينطبق إذا أردنا أن نصف جسيم له كتلة معينة، وشحنة، وبرم أو لف مركزي، وحركة في أبعاد ثلاثة، وعمر زمني، وطاقة، وزخم.. الخ. وفي مثل هذه الحالة قد نستخدم نظاما من عدة أبعاد.  
من هنا سنتمكن من الوصول إلى نتيجة ملخصها يقول التالي: (يمكن أن يكون هناك عدد لا نهائي من الأبعاد في الفضاء). هذا هو الفضاء مثلما وصفه العالم هلبرت ، والذي يسمى اصطلاحا (فضاء هلبرت Hilbert Space وكان لهذا المفهوم أثر كبير في تطور الفيزياء الحديثة وغير من مفاهيمنا الأساسية حول تعريف الفضاء ، خصوصا في ما يخص الجسيمات الفائقة الصغر مثل الإلكترونات والنويات ، فأصبحت العبارة الكلاسيكية أعلاه (يستحيل وجود أي جسمين في نفس الإحداثيات) عبارة غير دقيقة إلى حد كبير، إذ أنها أصبحت صحيحة للأجسام الكبيرة فقط.  
إذا، هناك عدد لا نهائي من الأبعاد في الكون. ونحن نأخذ من هذه الأبعاد ما يكفي لوصف حركة جسم أو شكله فقط وبالطريقة التي تجعل وصفنا هذا دقيقا وبأبسط صورة ممكنة البلوغ. أخيرا يمكننا أن نتوصل إلى أن فضاء هلبرت اللانهائي الأبعاد هو الحالة العامة، وأن فضائي منكوفسكي و إقليدس هما فقط حالتان خاصتان منه. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ فضاء هبلرت , أحمد عبد الرزاق , منتدى دور العراق

الأبعاد والهندسة :

بالوصل بين نقطتين نحصل على البعد الأول ( مستقيم ) , و عندما نضيف نقطة ثالثة ونصل بين الرؤوس ندخل البعد الثاني , وعندما نضيف نقطة رابعة ونصل بينها وبين بقية النقط ندخل مجال البعد الثالث ..

وعلى نفس المنوال تابع رياضي اسمه **Ludwig Schläfli ( لودويغ سكلافلي )**وهو عالم في الهندسة على نفس المنوال السابق ؛ فأضاف نقطة خامسة وادعى بذلك دخول البعد الرابع ..



\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ <http://www.dimensions-math.org/Dim_CH3_E.htm>

الفصل الثاني : الأبعاد ونظريات الفيزياء الحديثة

\*\*الأبعاد في نظرية الأوتار الفائقة  
بالنسبة لنظرية الأوتار ، عالمنا يتكون من 10 أبعاد ، وبعضها على شكل كرات ملتفة عند المستوى الميكروسكوبي ، بالإضافة إلى وجود بعض الأبعاد الكبيرة التي نعتبرها ''حقيقة" . وهو عالم (حسب النظرية النسبية) يكون الفرق فيه بين الزمان والمكان مجرد زيف ؛ وفي الحقيقة ، هو عالم مفهوم الزمان والمكان فيه على حافة التلاشي ..

في نظرية الأوتار ، لا وجود لأية جسيمات أولية ( كالإلكترون و الكوارك ) ، بل كل ما هو موجود عبارة عن قطع من أوتار مهتزة ، ويتوافق كل وضع اهتزاز مع جسيم معين ويحدد هذا الاهتزاز شحنة الجسيم وكتلته . في فهمنا الحالي للنظرية ، تلك الأوتار ليست مصنوعة من أي شيء ؛ إنها المكون الأساسي للمادة .

ستكون النتائج المترتبة على استبدال جميع الجسيمات بأوتار مهتزة ومتناهية في الصغر هائلة ؛ والوصف الملائم والوحيد لهذه الأوتار، التي تحتوي على 10 أبعاد أو حتى 11 بعد ، هو القول بأن 6 أو 7 أبعاد منها متكوّرٌ؛ وهذه الأبعاد الإضافية هي التي تُحدد خصائص العالم الذي نعيش فيه ؛ أما الأبعاد الأكبر والعادية هي ما نَعتبره المكان والزمان . (( وأكثر من ذلك ، فان وضع الأوتار المغلقة يتميز بجزيئين دوارين من الجرافيتون : هو الجسيم المسؤول عن الجاذبية كواحدة من التفاعلات الأساسية ))

في نظرية الأوتار الفائقة ذات الأبعاد العشر، نرصد أربعة أبعاد فقط –الزمكان- ؛ ولذلك نحن بحاجة إلى طريقة ما من أجل الربط بين هاتين الحزمتين من الأبعاد حتى نستطيع وصف الكون . لفعل ذلك ، علينا تكوير الأبعاد الست الإضافية في حيز صغير جدا من الفضاء ، فإذا كان حجم هذا النطاق هو 33-^10 بالتالي لن نستطيع رصدها بطريقة مباشرة لأنها ببساطة صغيرة جدا ؛ والنتيجة هي العودة إلى عالمنا المألوف ذي الأبعاد 1+3 ؛ لكن يبقى هناك ''كرة'' صغيرة في كل نقطة من المكان وهي متصلة مع كل نقطة من كوننا ذي الأبعاد الأربعة . \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ موقع ناسا بالعربي : الأوتار الفائقة

<https://nasainarabic.net/education/articles/view/superstring>

\*\*الأبعاد والنسبية

يعد البعد هوية فيزيائية تعطى لكل ما هو موجود ، وكلما تعددت الأبعاد زادت الدقة في تعيين الحالة أيا كانت ..

وقد أحدث عالم الفيزياء ألبرت آينشتاين ثورة حقيقية في عالم الفيزياء ، وذلك عندما خرج للعالم بالنظرية النسبية المحدودة ( الخاصة ) عام 1905 ثم العامة سنة 1917 إذ أضافت للفراغ ذي الأبعاد الثلاثة حسب غاليلو ونيوتن بعدا رابعا هو الزمن ، وأصبحت السرعة بعد ذلك عاملا هاما في سلوك المادة ضمن الفراغ رباعي الأبعاد .

ووجد مصطلح الزمكان وهو ترجمة حرفية لمصطلح (Space-Time) أو (Time-Space) التي استخدمها آينشتاين في شرحه لنظريه النسبية الخاصة والعامة والمتعلقة بمفهوم البعد الرابع .

وبهذا فإن الفيزياء الحديثة قد أوضحت أن طبيعة الزمن ليست بمستقلة عن الكون ، وقد ربط آينشتاين في نظريته الزمن بالفضاء في سلسلة متصلة رباعية الأبعاد فلا يمكن التحدث عن الزمن بدون التحدث عن الفضاء ، وأن كل المقاييس المتعلقة بالفضاء والزمان هي نسبية ، كما جاء بمفهوم جديد لقوى الجاذبية لا يعمل مع الهندسة الإقليدية المعتادة . \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

رواء عباوي ، مفهوم البعد الرابع في الفضاءات الخارجية (أطروحة دكتوراه) 2008

الفصل الثالث : تخيل البعد العاشر

هذا الفصل هو ملخص الفصل الأول من كتاب تخيل البعد العاشر لروب براينتون\* وهو ملخص للفيلم العلمي "تخيل البعد العاشر"

لنبدأ بنقطة   
.  
مثل النقطة التي نعرفها من علم الهندسة ، ليس لها حجم ، ليس لها أبعاد ، مجرد فكرة تم تخيلها ليتم بواسطتها تحديد الموقع في نظام ما .

نقطة ثانية ، يمكن أن تستخدم للدلالة على موقع مختلف ، ولكنها أيضا ليس لها حجم محدد..  
.           .

لكي ننشئ البعد الأول ، كل ما نحتاجه هو خط يصل ما بين أي نقطتين..  
●--------------------●

الأشياء أحادية البعد لها طول فقط وليس لها عرض ولا عمق أيضا..

**البعد الأول (خط)**

لو أخذنا الآن خطا أحاديا البعد ، ورسمنا خطا يقطع الأول ، فإننا نكون قد دخلنا البعد الثاني ، لأن الأشياء التي نمثلها الآن لها طول وعرض.. ولكن ليس لها عمق.. ولكي نساعد أنفسنا على تخيل الأبعاد الأعلى سنقوم بتمثيل شيء ثنائي البعد ، وقد تم تكوينه باستخدام خط ثاني تفرع من الخط الأول ..

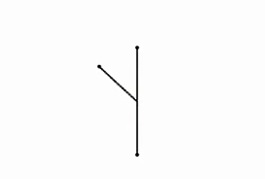
والآن لنتخيل سباق لكائنات ثنائية البعد تسمى "مسطحات" فماذا سيكون الوضع إذا كنت مسطحا تعيش في عالم ثنائي البعد ؟  
الك**ائنات الثنائية البعد لها فقط طول وعرض** ، كأفراد العائلة الملكية الموجودة على أوراق اللعب "الكوتشينا" ..

ودعونا نتخيّل أن الكائن المسطح لا يمكن أن يكون له جهاز هضمي ، لأن أنبوب جهازه الهضمي أو التنفسي من فمه إلى بطنه ، سيقسمه إلى جزئين ..

 وفي مسعى للمسطحين لمشاهدة عالمنا الثلاثي الأبعاد، سيكونون قادرين فقط على ملاحظة الأشكال في المقاطع العرضية ثنائية البعد ، وعند مرور "بالون" خلال عالم المسطحين سيبدأ المسطحون برؤيته كنقطة صغيرة ، كدائرة جوفاء ، والتي لسبب غير مفهوم تزداد لحجم معين ،

 ثم تنكمش لتعود إلى نقطة قبل أن تختفي من الوجود.. ونحن الكائنات الثلاثية الأبعاد سنبدو غرباء جدا بالنسبة للمسطحين..

**البعد الثاني (الإنفصال أو التفرع) :**

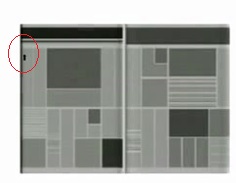
****

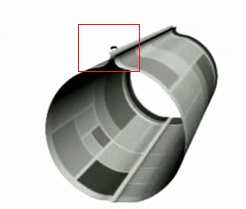
تخيل البعد الثالث هو الأسهل بالنسبة لنا.. لأن كل لحظة من حياتنا هي ما نحن موجودون فيه.. الجسم الثلاثي البعد له طول وعرض وارتفاع ..

**ولكن ها هي طريقة أخرى لنصف بها البعد الثالث :**

لو فرضنا أن هناك نملة تسير على جريدة موجودة على منضدة ، سنعتبر أن النملة واحدة من الكائنات المسطحة ، تسير على طول في عالم الجريدة ثنائي البعد ..

ولو تم طي الجريدة الآن من منتصفها .. فإننا سنتيح للنملة بأسلوب سحري طريقة تستطيع بها الإختفاء من نقطة و الإنتقال فوريا إلى نقطة أخرى ..

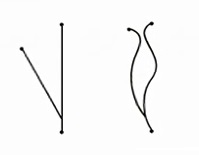




ونستطيع أن نتخيل ما قمنا به، بأن نأخذ شيء ثنائي البعد ، ونطويه إلى البعد الأعلى و الذي يكون بعدنا الثالث ..

ومرة أخرى من الملائم لنا أثناء تخيلنا للأبعاد الأعلى لو نفكر في البعد الثالث على هذه الطريقة : إن البعد الثالث هو ما نطوي فيه أو خلاله ، ولكي نقفز من نقطة إلى أخرى في الأبعاد الأدنى ..

**البعد الثالث (طيّة) :**



الأبعاد الثلاثة الأولى يمكن أن نصفها بهذه الكلمات : طول وعرض وعمق ، ولكن ما هي تلك الكلمة التي يمكن أن نشير بها إلى البعد الرابع ؟  
لا توجد غير إجابة واحدة .. : " **المدة** "  
إذا فكرنا أين كنا منذ دقيقة ماضية و أين نحن الآن ، الخط الذي نستطيع أن نرسمه من " حالة اللحظة الفائتة " إلى " حالة اللحظة الحالية " سيكون ذلك الخط في البعد الرابع ..

 و إذا أتيح لك أن ترى نفسك في البعد الرابع ستكون مثل " أفعى طويلة متموجة "

 في أوله ستجد جنينك وفي آخره ستجد جثتك..



ولكن لأننا نعيش من لحظة إلى أخرى في البعد الثالث ، فإننا نشبه الكائنات المسطحة ثنائية البعد ، فإنه مثل ذلك الكائن المسطح الذي لا يستطيع أن يرى سوى المقاطع العرضية ثنائية البعد من الأشياء التي في البعد الأعلى .. و نحن ككائنات ثلاثية الأبعاد لا نستطيع أن نرى سوى المقاطع العرضية ثلاثية البعد من أنفسنا ذات الشكل رباعي البعد ..

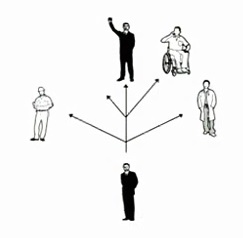
**البعد الرابع (خط) ..**

أحد أهم الخصائص من **كون البعد الواحد ؛ أنه مكدس فوق الآ**خر .. و أنه في الأبعاد الأدنى لا يمكن لنا أن نعي بحركاتنا في الأبعاد الأعلى.. والمثال بسيط على ذلك : لو أننا صنعنا شريط " موبيوس " ، ونأخذ شريط طويل من الورق ونقوم بلفه ولصق طرفيه ، ثم قمنا برسم خط على طوله ، فإن خطنا سيكون في النهاية على جانبي الورقة ، قبل أن يلتقي بنفسه مرة أخرى ، وهذا يبدو شيء مذهل ، الشريط له وجه واحد فقط ، ولذلك فانه يمثل شيء ثنائي البعد ،

وهذا يعني أن الكائنات المسطحة ثنائية البعد أثناء حركتها على طول ذلك الخط الذي رسمناه من بدايته وصولا حتى نهايته لن يشعروا مطلقا بأنهم غادروا البعد الثاني ، وفي الواقع إنهم كانوا يدورون ويلتفون في البعد الثالث ، بينما هم كانوا يشعرون أنهم تحركوا في خط مستقيم..



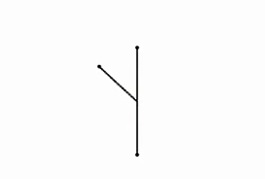
ا**لبعد الرابع (الوقت)**  
الوقت نشعر به كخط مستقيم ، وهو يتحرك من الماضي إلى الحاضر .. ولكن ذلك الخط المستقيم في البعد الرابع هو في الحقيقة مثل شريط " موبيوس " ملتف ومنطو في البعد الأعلى ، وعلى ذلك فإن ذلك الثعبان الطويل المتموج و الذي يمثلنا عند أي لحظة معينة ، سنشعر به يتحرك في خط مستقيم في الوقت " البعد الرابع " ، ولكنها ستكون في الواقع في البعد الخامس ، لأن المسارات المتعددة التي تتفرع إلى أي لحظة مطلوبة ، من تلك التفرعات ستتأثر باختياراتنا ، والحظ ، وأعمال الآخرين ..



تخبرنا ميكانيكا الكم بأن الجسيمات تحت الذرية ، والتي يتكون منها عالمنا تنهار معاملاتها كموجات احتمالية بفعل **الملاحظة** ..

 ونحن في الصورة التي نرسمها لأنفسنا هنا تسمح لنا البدء بأن نرى كيف نسببّ في انهيار الموجة اللاتحديدية للإتجاهات المستقبلية المحتملة التي يتضمنها البعد الخامس في خط البعد الرباعي الذي نعيشه ، وهو الوقت ..

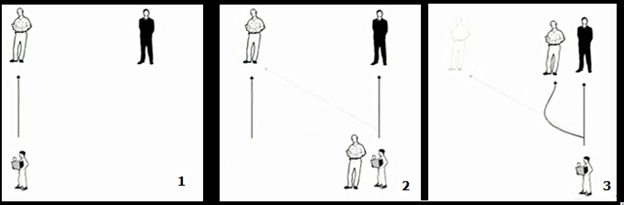
**البعد الخامس (انفصال أو تفرع) :**



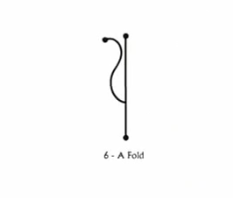
**ماذا يحدث إذا أردت أن تعود إلى طفولتك وأن تزور نفسك** ؟ يمكننا تخيل أننا نقوم بطي البعد الرابع خلال البعد الخامس ، ثم نقفز عبر المكان والزمان إلى ماضينا المنشود ..

ولكن ماذا إذا أردت أن تذهب إلى عالم ، على سبيل المثال قمت فيه باختراع عظيم وأنت طفل ، والذي سيجعلك الآن غنيا ومشهورا ؟ يمكننا تخيل إحتمالات نفسنا المعدودة رباعية الأبعاد والمتفرعة من لحظتنا الحالية في البعد الخامس ..

 ولكن مهما فعلت لا يمكن الذهاب من هنا ، فإن خط الزمن الخاص بالطفل العظيم المخترع ليس خيارا متاحا في حالتك الزمنية الحالية ؛ "لا يمكنك الإنتقال إلى هناك من هنا" مهما تدخل الإختيار والحظ وأفعال الآخرين..   
لا توجد سوى طريقتان فقط لتصل إلى ذلك العالم .. الأولى هي أن تعود بالزمن ثم تقوم بطريقة ما بتغيير أحداثك المعاشة ، بحيث تؤول إلى أن تتوصل إلى اختراعك ، ثم تبدأ بالحركة في البعد الخامس ، لكي ترى العوالم المحتملة التي من الممكن أن تنشأ ، ولكن هذا سيأخذ وقتا طويلا ، الطريقة المختصرة التي يمكن أن نسلكها هي أن نطوي البعد الخامس خلال البعد السادس الذي يتيح لنا الإنتقال الفوري من وضعنا الحالي إلى خط خماسي البعد آخر .

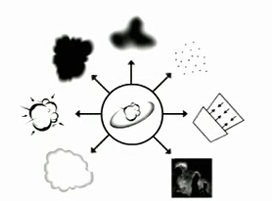


**البعد السادس (طيّه) :**

  
في طريقة وصفنا للبعد الرابع ، تخيلنا أننا أخذنا الأبعاد الأدنى منه ، وتصورناها على أنها نقطة وحيدة ، البعد الرابع هو خط و الذي يستطيع أن يربط بين حالة العالم منذ لحظة مضت وحالته الآن ، أو بأكبر صورة ممكنة هو الخط الذي يربط بين لحظة الإنفجار الكبير و إحدى تلك النهايات المحتملة لكوننا ..



وبينما سنتناول الحديث عن البعد السابع ، سنكون على وشك أن نتخيل خط ، و الذي يمثل البعد السادس كما لو كان نقطة ، ولكي نفعل ذلك علينا أن نتخيل كافة خطوط الزمن و التي يمكن أن تبدأ من لحظة الإنفجار العظيم و الممتدة إلى كل النهايات المحتملة للكون..



 وهو المفهوم الذي نعبر عنه بأنه لا نهائي ، أو اللا نهاية ، ونعاملها كما لو كانوا نقطة واحدة ، نقطة في البعد السابع يمكن إعتبارها " اللانهاية " و هي كل خطوط الزمن المحتمل حدوثها ، أو التي ستحدث منذ لحظة الإنفجار الكبير .



**البعد السابع (خط) ..** 

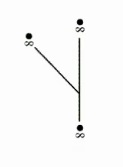
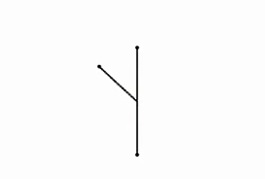
عندما وصفنا اللانهاية كنقطة في البعد السابع ، نكون قد تخيلنا جزء من الصورة فقط ؛  
لو أننا رسمنا خط سباعي البعد ، يجب علينا أن نكون قادرين على تخيل ما ستكون عليه نقطة "أخرى" لأن خطنا السباعي البعد لا بد أن يصل بين نقطتين لكي يكون خط ، ولكن ؟

كيف يمكن أن توجد أكثر من ما لانهاية واحدة ؟! الإجابة هي : من الممكن أن تتواجد ما لانهايات أخرى مختلفة تماما قد تم خلقها في ظروف أولية مختلفة عن ظروف الإنفجار الكبير الخاص بنا - ما لانهايتنا – و هي ظروف أولية مختلفة يمكن لها أن تخلق عوالم مختلفة ، حيث تكون القوانين الفيزيائية الأساسية مختلفة تماما ، مثل الجاذبية أو سرعة الضوء مختلفة عن قوانين عالمنا ، والنتيجة تفرع خطوط الزمن من بداية كل كون إلى النهايات المحتملة الخاصة بكل كون لتتكون ما لا نهايات منفصلة عن ما لانهاية كوننا ..

وهكذا الخط الذي سنرسمه في البعد السابع ؛ سيصل بين تلك النهايات ونهاية أخرى ،

وبالرغم من إمكانية جهلنا عما نستكشفه هنا ، إلا أنه إذا وجب علينا أن ننشأ فرع من ذلك الخط السباعي البعد، برسم خط إلى ما لانهاية أخرى سنكون بذلك نتحدث عن البعد الثامن..

**البعد الثامن (انشقاق أو انفصال) :**



مما عرفناه سابقا ، فإنه إذا أردنا أن نقفز من نقطة إلى بعد إلى أخرى، فكل ما علينا فعله هو ثني تلك الأبعاد في البعد الأعلى ، ولو نملتنا التي على الجريدة كانت في عالم المسطحين ثنائي البعد ، ثم قمنا بطي ذلك العالم خلال البعد الثالث ، فإننا سنتيح لها بطريقة سحرية الإنتقال من موقع إلى موقع آخر مختلف ..

و حيث أننا الآن نتخيل البعد التاسع ، فإن نفس القواعد ستطبق ، فلو أننا استطعنا لحظيا الإنتقال من خط ثماني البعد إلى آخر ، فإن هذا سيحدث لأننا استطعنا طيّه عبر البعد التاسع.

**البعد التاسع (طيّه) ..**

سابقاَ ناقشنا البعد الأول ، ويمكن القول أن البعد الأول جاء من اللا بعد أو الصفر والذي هو أحد المفاهيم الهندسية للنقطة ، وتستخدم النقطة في تحديد الموقع في نظام ما ، وكل نقطة ليس لها حجم ، وقد جاء البعد الأول بأخذ نقطتين وتوصيلهما بخط ، وعندما قمنا بتخيل البعد الرابع ، كم لو عاملنا مجمل الفضاء الثلاثي البعد في حالة معينة كما لو كان نقطة واحدة ،

ثم قمنا برسم خط رباعي البعد من تلك النقطة إلى أخرى والتي تمثل الفضاء في حالة أخرى ، ونشير غالبا إلى ذلك الخط الذي رسمناه بالزمن ، ثم بالبعد السابع ، عاملنا كل خطوط الزمن المحتملة والتي يمكن أن تنتج من لحظة الإنفجار الكبير كما لو كانت نقطة ، وتخيلنا رسم خط من تلك النقطة إلى أخرى ، و التي تمثل أيضا كل خطوط الزمن المحتملة الخاصة بعالم آخر مختلف تماما عن عالمنا ، و الآن و بينما نتعرف على البعد التاسع ؛ وجب علينا أن نتخيل كل التفرعات المحتملة لكل خطوط الزمن المحتملة لكل العوالم المحتملة ونعاملها كنقطة واحدة في البعد العاشر..

حتى الآن هذا جيد .. و لكن هنا نصدم بحاجز ، لو أننا سنتخيل البعد العاشر على ذلك المنوال السابق ، بأنه خط فإنه يلزمنا نقطة أخرى لكي نرسم ذلك الخط .. ، ولكن للأسف لقد نفذت حيلنا ! فبمرور الوقت كنا قد تخيلنا كل خطوط الزمن الممكنة لكل العوالم الممكنة على أنها نقطة في البعد العاشر ، يبدو أن رحلتنا قد انتهت..

في نظرية الأوتار ، يخبرنا الفيزيائيون ، بأن اهتزاز الأوتار الفائقة في عشرة أبعاد هي من خلقت تلك الجسيمات تحت الذرية التي يتكون منها عالمنا ، وتلك العوالم الأخرى المحتملة على السواء ، وبعبارة أخرى ، يمكن القول بأن كل الإحتمالات قد احتواها البعد العاشر ، تلك الإحتمالات التي تبين أنها حجر الزاوية التي تبنيناه أثناء تخيلنا للأبعاد العشرة واحدا تلو الآخر..

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Imagining the tenth dimension , Rob Bryanton , 2012

الخاتمة والتوصيات :

وفي النهاية بعد البحث , يمكن التأكيد على وصف البعد الرابع بالزمن ؛ فقد غدا ذلك أمرا متفقا عليه بين الفيزيائيين ..

ويمكن ملاحظة أن الطريق الأمثل للإكتشاف العلمي هو الخيال .. فهو الممهد لكل الإختراعات والإنجازات العلمية ...

المصادر و المراجع :

Rob Bryanton , Imagining the tenth dimension (book) , 2012 \*\*

\*\* أحمد عبد الرزاق , فضاءات هلبرت , منتدى دور العراق

https://www.dorar-aliraq.net/threads/164453-

\*\* موقع ناسا بالعربي "الأوتار الفائقة"

<https://nasainarabic.net/education/articles/view/superstring>

\*\* رواء عباوي ، مفهوم البعد الرابع في الفضاءات الخارجية (أطروحة دكتوراه) , 2008

<http://www.dimensions-math.org/Dim_CH3_E.htm> \*\*