النظـرية النسبيـة..وما بعـدها

...للجميـــع

بأسلوب علمي مبسّط ومدعّم بكثير من...

الصور.. والنماذج.. والأنشطة.. والتجارب..

خيـــر سليمان شواهين

المقدمة

بسم الله والصلاة والسلام على رسول الله

قال تعالى: {.. وَإِنَّ يَوْمًا عِندَ رَبِّكَ كَأَلْفِ سَنَةٍ مِّمَّا تَعُدُّونَ} (٤٧) سورة الحج،من هذه الآية الكريمة نستنتج أن الزمن ليس ثابتا،وإنما (نسبيّ) ،والله أعلم.

منذ أن ظهر الإنسان على وجه الأرض وهو يبذل جهده بالبحث والاستكشاف لمحاولة فهم الكون من حوله،وقد وضعت أكثر من نظرية لتفسير الكثير من الظواهر التي تحيط بنا مثل:القوة والحركة والمكان والزمان،ومن أهم هؤلاء العالم إسحق نيوتن،الذي وضع نظرية اعتبرت خلال سنوات عديدة الفهم الوحيد والحقيقي لهذه الظواهر ،كما أن تجارب العلماء تطابقت مع هذه القوانين،ولهذا اعتبر علماء الفيزياء في ذلك الوقت أن علم الفيزياء قد أُكمل اكتشافه ولم يعد هنالك شيء بحاجة للبحث والاستكشاف.

ولكن بعد زمن لم تعد نظرية نيوتن قادرة على تفسير كثير من الظواهر الفيزيائية وخاصة التي اكتشفت حديثا ،وبدأ البحث عن نظرية جديدة

بدايات القرن العشرين وضع العالم اينشتين نظرية أعادت علم الفيزياء إلى المربع،وهذه النظرية هي نظرية النسبية التي تقدم تفسيرا مختلفا تماما عن تفسير نيوتن،وبدأ العلماء في البحث والتجريب لمحاولة إثبات أو نفي هذه النظرية وفعلا تطابقت نتائج التجارب تماما مع هذه النظرية.

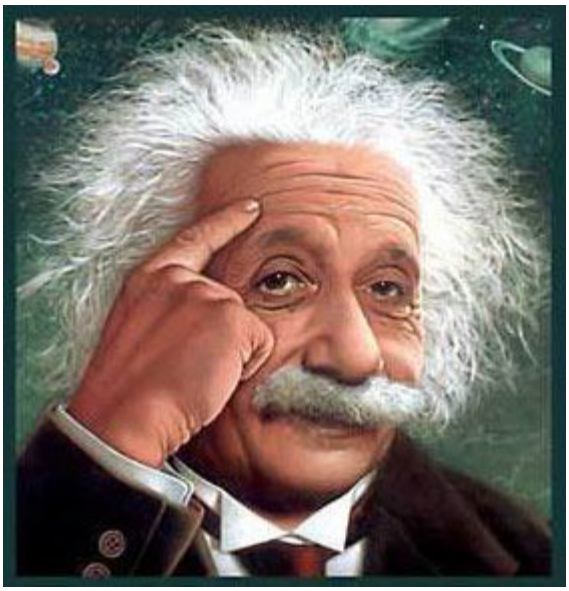
ولكن بعد زمن بدأت الشروخ تظهر في نظرية النسبية وبدأ العلماء يبحثون عن نظرية جديدة،وقد وجدوا ضالتهم في نظرية الأوتار الفائقة،وها هم الآن يبذلون جهدا لدراسة هذه النظرية ،وتجرى هذه الأيام تجربة هي الأكبر في تاريخ البشرية،ومن أهدافها البحث عن أدلة تثبت أو تنفي هذه النظرية،وكل هذا يثبت قصور الإنسان وعجزه مهما بلغ من علم،ولا نعلم ما يخبئ لنا الغيب،وهذا مصداق لقوله تعالى: {...وَمَا أُوتِيتُم مِّن الْعِلْمِ إِلاَّ قَلِيلاً} (٨٥) سورة الإسراء

المؤلف

النظرية النسبية

أينشتين والنسبية :

ربما سمعت عن العالم أينشتين الذي وضع النظرية النسبية عام ١٩٠٥م ، وربما سمعت بعض الناس يقولون أن هذه النظرية هي مجرد خيال وشطحات وردت على ذهن أينشتين وأنه لا يجب أن نشغل أنفسنا بها.



وربما سمعت بالمعادلة المهمة التي وضعها أينتشين بناء على هذه النظرية وهذه المعادلة هي:

الطاقة = المادة × مربع سرعة الضوء

ربما تقول مالي ولهذه المعادلات .....

ولكن لعلمك أن هذه النظرية وخاصة هذه المعادلة تحولت إلى تطبيقات خطيرة تهم كل فرد منا ، بعض هذه التطبيقات مفيد للإنسان مثل المفاعلات النووية التي تولد الكهرباء ، وتنتج بعض المواد المستخدمة في التشخيص الطبي ، والبعض الآخر خطير جدا ويمكن إذا أسئ استخدامه أن يفني الجنس البشري عن سطح الأرض،مثل القنابل النووية والهيدروجينية، وبعض الدول لديها كميات كبيرة من هذه القنابل

وفي البداية لنتعرف على أينشتين واضع هذه النظرية:

حياة آينشتين ؟

ولد ألبرت أينشتين في ١٤ مارس ١٨٧٩ في ألمانيا في مدينة صغيرة وبعد عام انتقلت أسرته إلى ميونخ، تأخر آينشتين عن النطق وكان يحب الصمت والتفكير والتأمل ولم يهوى اللعب كأقرانه. لم يكن يعجبه نظام المدرسة وطريقة التعليم فيها التي تحصر الطالب في نطاق ضيق ولا تدع له مجالاً للإبداع وإظهار إمكانياته.

أهدى له والده بوصلة صغيرة في عيد ميلاده العاشر وكان لها الأثر البالغ في نفسه وبإبرتها المغناطيسية التي تشير دائما إلى الشمال والجنوب واستخلص هذا الطفل بعد تأمل عميق أن الفضاء ليس خالياً ولا بد وأن فيه ما يحرك الأجسام ويجعلها تدور في نسق معين.

تعلق آينشتين في شبابه بعلم الطبيعة والرياضيات وبرع فيهما في البيت وليس في المدرسة ووجد متعة في علم الهندسة وحل مسائلها كانت اكبر مشكلة له اضطراره لدراسة اللغات والعلوم الإنسانية التي لا تطلق للفكر العنان وإنما حفظها للحصول على الشهادة وكان كثيرا ما يحرج أساتذة الرياضيات لتفوقه عليهم وطرده احد الأساتذة من المدرسة قائلاً له ((أن وجودك في المدرسة يهدم احترام التلاميذ لي)) سافر بعدها ليلتحق بوالديه في ميلانو بعد أن تركوه لمشاكل مادية في ميونخ والتحق هناك في معهد تقني ولكنه رسب في جميع امتحانات الالتحاق فيما عدا الرياضيات فأرشده مدير المعهد ليدرس دبلوم في إحدى مدن سويسرا ليتمكن بعد عام من الالتحاق في المعهد

في عام ١٩٠١ بلغ اينشتين من العمر ٢١ عاماً وبعد عناء طويل للحصول على عمل يعيش منه حصل على وظيفة في مكتب تسجيل براءات الاختراع في برن.

قرأ الكثير عن أعمال العلماء والفلاسفة ولم تعجبه كتاباتهم حيث وصفها بالسطحية والبعد عن العمق الفكري الذي يبحث عنه.

في العام ١٩٠٥ وضع آينشتين خلال عمله في مكتب تسجيل الاختراعات العديد من النظريات التي جعلت من العام ١٩٠٥ عاماً ثورياً في تاريخ العالم. واسترعت نتائج نظرياته اهتمام علماء الفيزياء في كافة جامعات سويسرا مما طالبوا بتغير وظيفته من كاتب إلى استاذ في الجامعة وفي عام ١٩٠٩ عين رئيسا للفيزياء النظرية في جامعة زيوريخ ثم انتقل إلى جامعة براغ الألمانية في ١٩١٠ ليشغل نفس المنصب ولكنه اضطر لمغادرتها في العام ١٩١٢ بسبب رفض زوجته مغادرة زيوريخ.....

في عام ١٩٠٥ نشر اينشتين أربعة أبحاث علمية الأولى في تفسير الظاهرة الكهروضوئية والبحث الثاني للحركة البروانية للجزيئات والثالثة لطبيعة المكان والزمان والرابعة لديناميكا حركة الأجسام الفردية. كان البحثين الأخيرين الأساس للنظرية النسبية الخاصة والتي نتج عنها معادلة

الطاقة $E=mc^2$ وبتحويل كتلة متناهية في الصغر أمكن الحصول على طاقة هائلة (الطاقة النووية)..

في العام ١٩٢١ حصل أينشتين على جائزة نوبل لاكتشافه قانون الظاهرة الكهروضوئية التي حيرت هذه الظاهرة علماء عصره.

وضع اينشتين الأسس العلمية للعديد من المجالات الحديثة في الفيزياء هي:

- النظرية النسيبة الخاصة
- النظرية النسبية العامة
- ميكانيكا الكم
- نظرية المجال الموحد

وحتى يومنا هذا يقف العلماء عاجزين عن تخيل كيف توصل اينشتين لهذا النظريات ولا سيما وأن التجارب التي تجرى حتى الآن تؤكد صحة نظريات اينشتين وينشر ما يقارب ١٠٠٠ بحث سنوياً حول النظرية النسبية..

قبل الحديث عن النظرية النسبية الخاصة وتطبيقاتها سوف نلقي بعض الضوء على حياة اينشتين...

قال عنه زميله في برلين العالم الفيزيائي لندتبورغ ((كان يوجد في برلين نوعان من الفيزيائيين: النوع الأول آينشتين، والنوع الآخر سائر الفيزيائيين)).

مع اندلاع الحرب العالمية ظل آينشتين يتابع أعماله العلمية في برلين وركز نشاطه على التوسع في نظرية الجاذبية التي نشرها في العام ١٩١٦ وهو في الثامنة والثلاثين من عمره. حاول الكثير من الأحزاب السياسية زجه في نشاطاتهم ولكنه كان دائما يقول إنني لم اخلق للسياسة وفضل الانعزال والوحدة قائلاً ((إن الفرد المنعزل هو وحده الذي يستطيع أن يفكر وبالتالي أن يخلق قيما جديدة تتكامل بها الجماعة)) هذا أدى إلى دفع معارضيه للنيل منه. ذاع صيته في مختلف أنحاء العالم ووجهت له الدعوات من العديد من الجامعات للتعرف عليه وسافر إلى ليدن بهولندا وعين أستاذا في جامعتها. وأسف الكثيرون في ألمانيا رحيله لأن شهرته العظيمة في الخارج من شأنها أن تعيد إلى ألمانيا هيبتها التي فقدتها في الحرب. وتلقى كتب ودعوات من وزير التربية ليعود إلى بلده فعاد وحصل على الجنسية الألمانية لأنه في ذلك الوقت كان لا يزال محتفظاً بجنسيته السويسرية.

كثرت الدعوات التي تلقاها اينشتين بسبب شهرة نظريته النسبية وكان يقابل في كل مرة يلقي فيها محاضرة باحتفال هائل يحضره عامة الناس ليتعرفوا على هذا الرجل بالرغم من عدم إلمامهم بفحوى النظرية النسبية ولكن اهتمام الناس به لم يسبق لعالم أن حظي به عالم من قبل لقد كان تقرير صادر عن البعثة الفلكية الانجليزية عام ١٩١٩ الذي تؤيد فيه صحة نبوءة آينشتين

عن انحراف الضوء عند مروره بالجو ألجاذبي من أهم دواعي شهرته العالمية. ولكن لكونه ألماني الجنسية كان صيته في انجلترا قليل وبدعوة من اللورد هالدين توجه آينشتين إلى انجلترا وقدمه هالدين قائلا ((إن ما صنعه نيوتن بالنسبة إلى القرن الثامن عشر يصنعه آينشتين بالنسبة إلى القرن العشرين)).

يروى أنه تم الإعلان عن جائزة قدرها خمسة آلاف دولار لكاتب احسن ملخص للنظرية النسبية في حدود ثلاثة آلاف كلمة فتقدم ثلاثمائة شخص وحصل على الجائزة رجل من محبي الفيزياء ايرلندي الجنسية عمره ٦١ عاماً في ١٩٢١.

ظل آينشتين يسافر بين بلدان العالم من فرنسا إلى اسبانيا إلى فلسطين وإلى الصين واليابان وحصل على جائزة نوبل في ١٩٢٣ وسلمه إياها ملك السويد وبعدها استقر في برلين وكان الزوار من مختلف أنحاء العالم يأتون له ويستمتعون بحديثه ولقاءه حتى عام ١٩٢٩ والتي فيها بلغ من العمر الخمسين عاماً قرر الاختفاء عن الأنظار ولم يكن احد يعلم أين يقيم.

كان آينشتين محبا للسلم ويكره الحرب وفي نداء تلفزيوني إلى تورمان رئيس الولايات المتحدة الأسبق قال ((لقد كان من المفروض أول الأمر أن يكون سباق التسلح من قبيل التدابير الدفاعية. ولكنه أصبح اليوم ذا طابع جنوني. لأنه لو سارت الأمور على هذا المنوال فسيأتي يوم يزول فيه كل أثر للحياة على وجه البسيطة)).

في ١٨ ابريل من العام ١٩٥٥ وفي مدينة برنستون مات ذلك العبقري وأخذ الناس يتحدثون عن آينشتين من جديد وتنافست الجامعات للاستئثار بدماغ ذلك الرجل عساها تقف من فحصه على أسرار عبقريته.. كان آينشتين يعيش بخياله في عالم آخر له فيه الشطحات ،وكان الكون بالنسبة له مسرحا ينتزع منه الحكمة فغاص في أبعاده السحيقة وبهذا نكون قد لخصنا قصة حياة أسطورة القرن العشرين لندخل في تفاصيل النظرية النسبية الخاصة ونتائجها.....

ظهرت النسبية الخاصة عام ١٩٠٥ على يد اينشتاين كبديل عن نظرية نيوتن في الزمان والمكان لتحل بشكل خاص مشاكل النظرية القديمة فيما يتعلق بالأمواج الكهرومغناطيسية عامة ،والضوء خاصة

مدخل إلى النسبية

١.هل نحن نرى الدنيا على حقيقتها ؟

٢.هل هذه السماء فعلا وهل الحقول خضراء وهل حبة البرتقال الناضجة برتقالية اللون،وهل رمال الصحراء صفراء ؟

٣.هل العسل حلو والعلقم مر والفلفل حار؟

٤.هل الماء سائل والثلج صلب ؟

٥.هل الخشب مادة جامدة؟

٦.هل الزجاج شفاف والجدران صماء كما نراها؟

٧.هل حجارة الأرض مادة ميتة لا حركة فيها؟

٨.هل الخط المستقيم هو اقصر مسافة بين نقطتين ؟

٩.هل طول الشارع من بيتك للمدرسة ثابت لا يتغير ؟

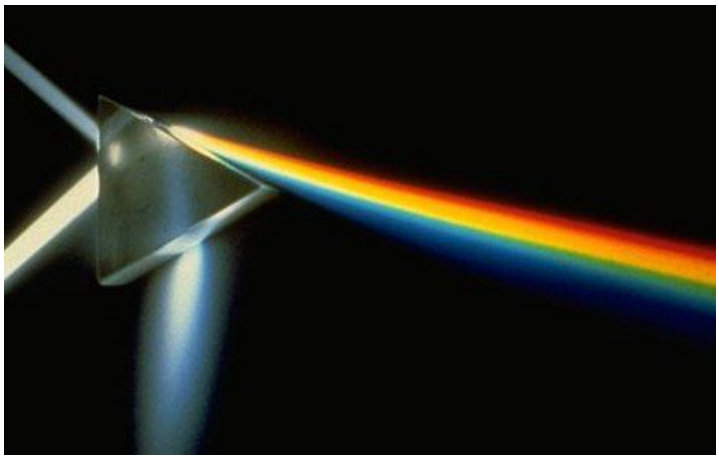
١٠. هل كتلة هذا التلفزيون الذي تشاهدنا من خلاله ثابتة لا تتغير ؟

العلم قبل أينتشين كان يجيب على جميع هذه الأسئلة بجواب **(نعم)** والنظرية النسبية تجيب على جميع هذه الأسئلة بجواب **(لا)**

واليك الأمثلة ؟

١-اللون

الضوء الذي نراه ابيض اللون..... ولكنه يتحلل خلال المنشور إلى ألوان الطيف المعروفة والمكونة من سبعة ألوان رئيسة هي (احمر ، برتقالي ، اصفر، اخضر ، ازرق ، نيلي ، بنفسجي)



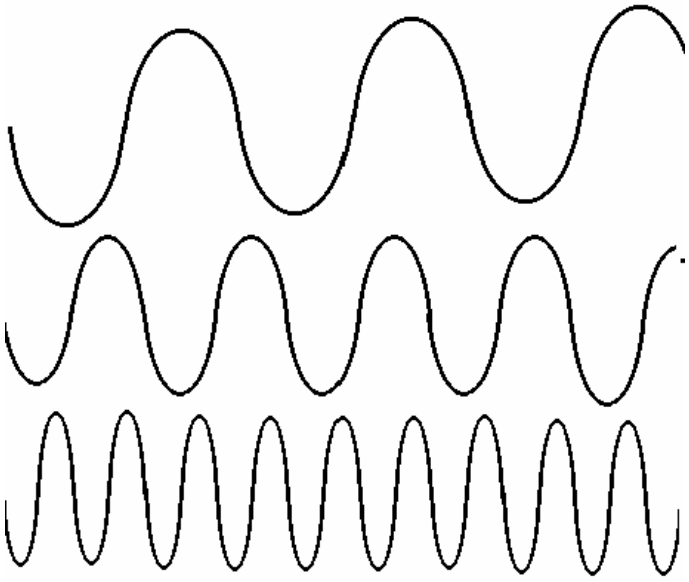
وإذا حاولنا أن ندرس ماهية هذه الألوان لم نجد أنها ألوان وإنما وجدناها موجات لا تختلف في شئ إلا طولها ، متفاوتة في ترددها ،ولكننا لا نستطيع أن نرى هذه الأمواج كأمواج ولا نستطيع

أن نحس فيها كذبذبات ،وكل ما يحدث أن الخلايا العصبية في شبكية العين تتأثر بكل نوع من هذه الذبذبات بطريقة مختلفة ومراكز البصر في الدماغ تترجم هذا التأثر العصبي بشكل ألوان.

جدول طول الموجة للألوان الرئيسية في الطيف الضوئي (بوحدة انجستروم):

بنفسجي	٣٨٠٠ – ٤٥٠٠		اخضر مصفر	٥٣٠٠ – ٥٦٠٠
ازرق	٤٥٠٠–٤٩٠٠		برتقالي	٥٧٠٠ – ٦١٠٠
اخضر مزرق	٥٠٠٠ – ٥٢٠٠		احمر	٦٢٠٠ –

(نعلم كذلك أن الطيف المرئي يحتوي على ترددات أخرى مثل فوق البنفسجي وتحت الحمراء وهذه الأمواج لا تراها عين الإنسان مع أن الاختلاف الوحيد بينها وبين الضوء المرئي هو في طول الموجة والتردد علما أن بعض الحيوانات ترى الأشعة فوق البنفسجية وبعضها يرى الأشعة تحت الحمراء).



تختلف الوان الضوء بسبب اختلاف ترددها وطول موجتها

إذا الحقول الخضراء ليست خضراء ورمال الصحراء الصفراء ليست صفراء كل ما يحدث أن أوراق النباتات عندما يسقط عليها ضوء الشمس الأبيض تمتص جميع أمواج هذا الضوء وتعكس فقط الأمواج التي ترددها يقع بين ٥٠٠ – ٥٦٠٠ انجستروم (يفسرها الدماغ باللون الأخضر) بينما حبة البرتقال تعكس الأمواج التي ترددها بحدود ٦٠٠٠ انجستروم (يفسرها الدماغ باللون البرتقالي)

واللون الأسود الذي يسميه بعض الناس سيد الألوان، وله معاني كثيرة فاللباس الأسود قد يعني الحداد والحزن وقد يلبسه العريس ليلة زفافه ، وهو لون يختاره الزعماء لدهان سيارتهم ، علما أن

اللون الأسود ليس لون ، ولا يوجد ضوء له لون أسود ولكن الدماغ يعطي هذا التفسير (اللون الأسود) عندما لا يكون هنالك أي ضوء ، أي عدم وجود الضوء يفسره الدماغ باللون الأسود. وهكذا أي لون ليس له لون ولكن هو مؤثر يعطيه الدماغ تفسيرا خاصا به ، حيث يسمي هذا باللون الأحمر وذلك باللون الأخضر وغيرها.

وربما أيضا أن كل دماغ يرى اللون بطريقة مختلفة عن الدماغ الآخر فربما اللون الأخضر الذي أراه أنا يختلف عن رؤيتك أنت للون الأخضر ولا يمكننا أن نتأكد من ذلك إلا بخصوص الذين لديهم عمى الألوان، فالصورة اليسرى يراها بعض المصابين بعمى الألوان مثل الصورة اليمنى ، أي أن المصاب بعمى الألوان لن يفرق بين الصورتين.

واليك مثال آخر : إذا نظرت إلى ريش المروحة وهي متوقفة تستطيع أن تراها بوضوح ، ولكن عندما تدور بسرعة لا تستطيع رؤيتها مع أنه موجودة فعلا ، ولا يمكنك أن تقول أنها غير موجودة لأنني لا أراها.

٢ – الطعم :

ونستمر في هذا الأمر عندما نتحدث عن حاسة التذوق ، فالعسل الذي نجده في فمنا حلو الطعم ولذيذ المذاق نلاحظ أن بعض أنواع الديدان تتأذى من العسل ولا تستطيع الاقتراب منه، بينما تحب بعض الأشياء التي نجدها مرة الطعم ، وحتى نحن البشر عندما نصاب ببعض الأمراض نشعر بالمرارة عند تذوق بعض الأشياء حلوة الطعم كما قال الشاعر:

فمن كان ذا فم مر مريض يجد مرا به الماء ألزلالا

الحلاوة إذن هي صفة غير مطلقة بالعسل وإنما هي صفة نسبية نسبة إلى أعضاء التذوق في لساننا ، إنها ترجمة الدماغ للمؤثرات التي تأتيه عن طريق براعم التذوق باللسان.

٣- الملمس :

هل الماء سائل وهل الثلج صلب ؟

الماء والبخار والجليد مادة كيميائية واحدة ، وتركيبها الكيميائي واحد (كل جزئ من الماء مكون من ذرة أكسجين وذرتين هيدروجين) ، والاختلاف بين الثلج والماء والبخار ليس اختلافا في حقيقتها وإنما في كيفيتها!

جزيئات الثلج تكون قريبة من بعضها وحركتها محدودة وحواسنا تفسر هذا الوضع على أنه حالة الصلابة ، وعندما نسخنها نزيد من حركة جزيئاتها فتبتعد عن بعض وتزداد حركتها وهذا ما تفسره حواسنا على أنه الماء في الحالة السائلة .

وعند تسخين الماء نزيد من حركة الجزيئات فتسبح مبتعدة أكثر عن بعض وهذه هي الحالة الغازية.

ولو بردنا بخار الماء لعاد إلى حالة السيولة ثم إلى حالة الصلابة.

إذا الأسماء التي نطلقها على الحالات الثلاث (الصلابة ، السيولة ، الغازية) ما هي إلا تفسير حواسنا لمدى تقارب جزيئات المادة .

أما درجة الحرارة حيث نقول أن هذا شيء بارد وذلك شيء حار فهو تفسير حواسنا لحركة الجزيئات .

٤-الأجسام الشفافة والأجسام المعتمة

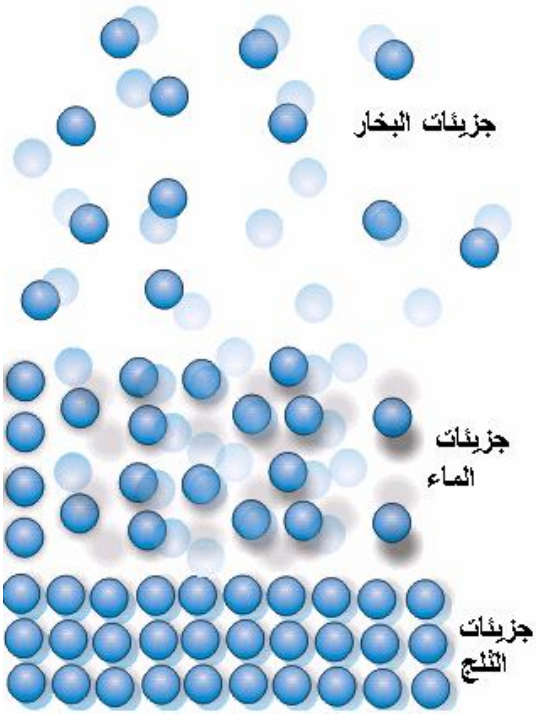
الماء السائل شفاف لأن جزيئات الماء متباعدة لدرجة كافية تسمح بالرؤية من خلالها ، ولكن جزيئات الثلج قريبة من بعض بحيث لا نستطيع الرؤية من خلالها ، وهذا لا يعني أن الجزيئات متلاصقة ولكنها متباعدة بدرجة أقل من جزيئات الماء .

إذا أحضرت ورقة بيضاء وحاولت الرؤية من خلالها تجد ذلك صعبا ، ولكن إذا دهنتها بقليل من الزيت يمكنك الرؤية من خلالها؟

يمكنك الرؤية من خلال لوح من الزجاج ولكن إذا كسرته وسحقته بالهاون يصير غير شفاف؟

كل المواد الصلبة عبارة عن فراغ منثور فيه ذرات ولو كانت قدرتنا البصرية أقوى مما هي عليه لأستطعها أن نرى من خلال الجدران كما نرى من خلال الغربال .

ولو كنا نستخدم الأشعة السينية للإبصار لرأينا بعضنا كأننا هياكل عظمية



إذا عندما نقول مادة شفافة ومادة غير شفافة هذه أحكام نسبية اعتمادا قدرتنا المحدودة على الإبصار وهذا لا يعني أننا نرى العالم على حقيقته .

وحتى الاختلاف بين الأحياء نحن نرى الوردة بألوان زاهية ونستمتع برؤيتها ولكن النحل يراها بالأشعة فوق البنفسجية ويرى فيها إشارات تدله على مواقع الرحيق كإشارات المرور ،.

وبعض الأفاعي يرى بالأشعة تحت الحمراء في الظلام الدامس

حاول الإنسان التغلب على ضعف حواسه فاستخدم التصوير بالأشعة السينية ومناظير الرؤية بالأشعة تحت الحمراء وغيرها.

٥- المكان في النسبية

إذا سألت نفسك عزيزي المشاهد في هذه اللحظة هل أنت ثابت أم متحرك، فستنظر حولك بكل تأكيد وتقول أنا لست متحرك فأنا ثابت أمام جهاز التلفزيون وعلى الأرض وهذا صحيح فأنت ثابت بالنسبة للتلفزيون والأرض (أي الكرة الأرضية) ولكن هذا ليس صحيح بالنسبة للكون فأنت والتلفزيون والأرض التي تقف عليها تتحركوا، وهذه الحركة عبارة عن مجموعة من الحركات منها :

- حركة الأرض حول نفسها:: ربع ميل في الثانية

وحركة الأرض حول الشمس:١٨ ميل في الثانية

- حركة للشمس والأرض داخل مجرة درب التبانة ١٢٠: ميل في الثانية

ومجرة درب التبانة تتحرك بالنسبة إلى الكون بسرعة ٤٠٠٠٠ ميل في الثانية.

نحن نرى أشياء غير موجودة؟

إن ما نراه قد لا يكون على حقيقته هذا عرفناه ، ولكن أن نرى أشياء غير موجودة أصلا فكيف يحدث هذا ؟؟؟

هل تعلم أنه في أي وقت نرى الشمس فيه نكون قد رأينا الشمس على حالها قبل ٨ دقائق وليس الآن.

وعندما ننظر للسماء بعيوننا المجردة نرى نجوم تبتعد عنا آلاف السنين الضوئية ، وعندما ننظر بالمناظير الفلكية نرى نجوم تبعد عنا ٥٠٠ مليون سنة ضوئية ، أي أن الضوء المنبعث من النجم استغرق ٥٠٠ مليون سنة للوصول إلى أعيننا، أي أننا لا نرى النجمة بواقعها الحالي ولكن نرى ماضيها السحيق، وربما تكون هذه النجمة قد انفجرت واختفت أو ارتحلت بعيدا .

وهذا يعني أننا نكون محملقين في شئ يلمع دون أن يكون له وجود،

يقول سبحانه وتعالى : (فَلا أُقْسِمُ بِمَوَاقِعِ النُّجُومِ*وَإِنَّهُ لَقَسَمٌ لَوْ تَعْلَمُونَ عَظِيمٌ) (الواقعة:٧٦) ، أي أنه يقسم بمواقع النجوم وهذا يعني أن ما نراه هو مواقع النجوم ، أي أماكن مرت بها النجوم في وقت ما ثم ذهبت

هل تخدعنا حواسنا ؟

خضرة الحقول اليانعة، زرقاء السماء الصافية ، حمرة الورود ، صفرة الرمال..... وكل هذه الألوان المبهجة لا وجود لها في أصل الأشياء وإنما هي اصطلاحات جهازنا العصبي وشفرته التي يترجم بها أطوال الموجات الضوئية المختلفة التي تنعكس عن هذه الأشياء وتصل إلى عيوننا.

الصوت الذي نسمعه ما هو إلا تضاغطات وتخلخلات لجزيئات الهواء ،ويختلف الصوت الجميل العذب عن الضوضاء المزعجة باختلاف هذه التضاغطات .

ألم وخزة الإبرة التي نشعر به ليس هو الصورة الحقيقة للإبرة وإنما هي صورة تأثرنا بالإبرة.

وبالمثل طعم الأشياء ، ورائحتها وملمسها وصلابتها وشكلها الهندسي وحجمها لا تقدم لنا صورة حقيقية لما نحسه سواء من خلال لمسه أو رؤيته أو سماعه أو شمه أو تذوقه وإنما هي طريقة تأثرنا بهذه الأشياء إنها صورة ذاتية لا وجود لها خارجنا.... ؟!، هذه المؤثرات تصل من أجهزة الإحساس إلى الدماغ والدماغ هو الذي يعطينا هذا التصور عن الأشياء بأدواته الحسية المحدودة كل ما نعرفه عن هذه الدنيا تنقله حواسنا المحدودة القدرة إلى دماغنا المختبئ داخل وعاء عظمي مغلق والذي لا تزيد كتلته عن ١٢٠٠ غرام .

سؤال مهم :

بما أن حواسنا ضعيفة وقاصرة ولا تعرفنا إلا على زوايا ضيقة من هذا الكون (وكأننا ننظر إلى بناية كبيرة جدا من خلال ثقب صغير في أحد جدرانها)، فكيف نعرف حقيقة هذا العالم؟

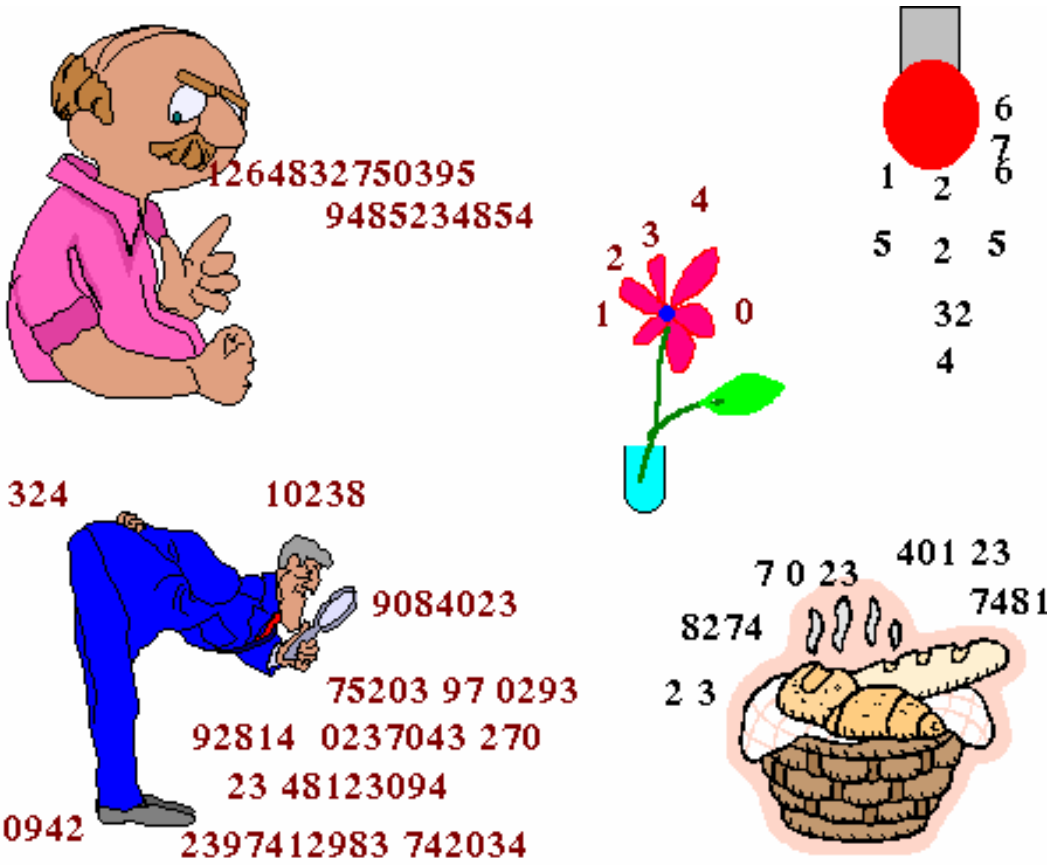
البحث عن الحقيقة في الأرقام والمعادلات

هذه الطريقة تطلب منا أن نضع جانبا كل ما تقوله الحواس ونستخدم أساليب أخرى غير البصر والسمع واللمس والشم والتذوق

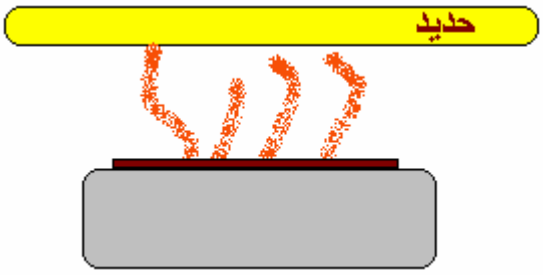
نستخدم الأرقام والحساب ، نجرد كل المحسوسات إلى أرقام ومقادير ومعادلات.....

بدل أن نقول ضوء احمر نقول أشعة ترددها ٦٠٠٠ انجستروم

بدل أن نقول صوت الطفل رفيع أو حاد نقول أنه يصدر أمواج ترددها ٢٠٠ ذبذبة في الثانية.

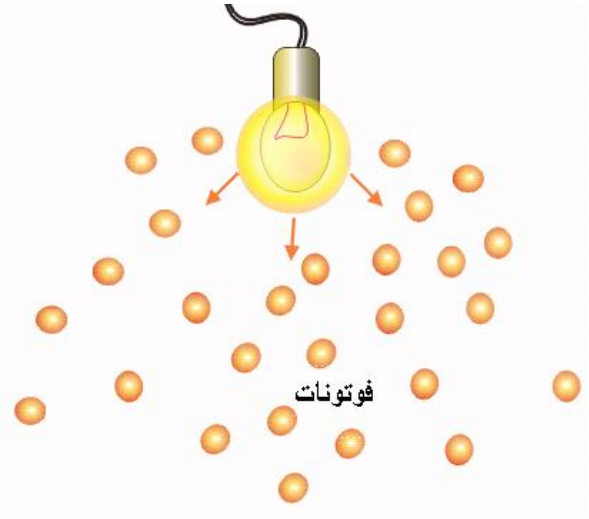


ماكس بلانك



أول من فكر بهذه الطريقة هو العالم ماكس بلانك عام ١٩٠٠م ،وقد بدأ بشيء بسيط ، سخن قضيب من حديد، فوجد أنه يحمر ثم يتحول إلى اللون البرتقالي ثم أصفر ثم ابيض متوهج .

وبحث عن علاقة حسابية بين الطاقة التي يشعها الحديد الساخن وذبذبة الموجة الضوئية المنبعثة منه ،ووجد أنه بقسمة الطاقة الناتجة على الذبذبة ينتج رقم ثابت دائما اسماه ثابت بلانك ، والضوء الناتج ينبعث على شكل دفعات أو حزم أو حبيبات من الطاقة وأسماها (فوتونات)

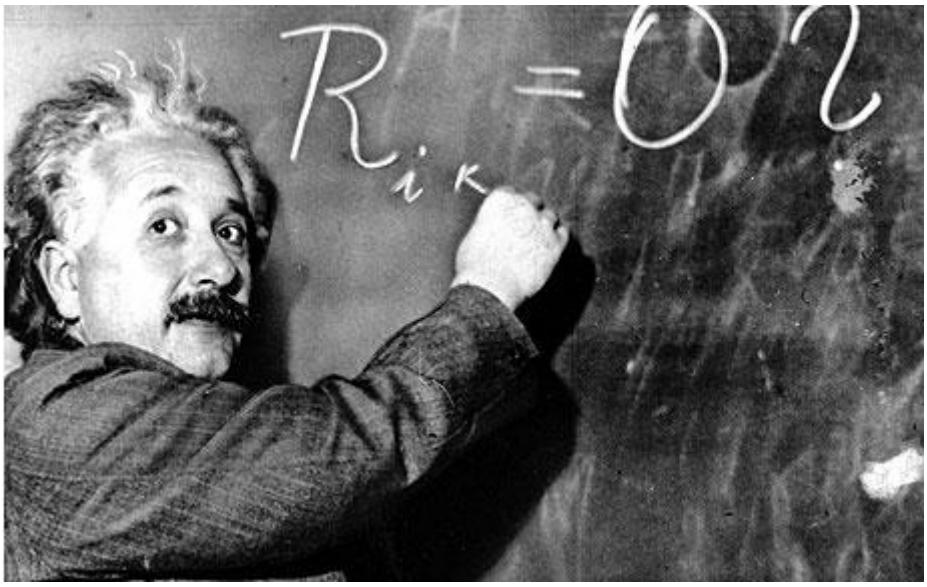


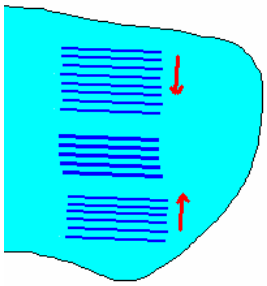
ولكن ما هي هذه الفوتونات (أو حبيبات الضوء) ، وهل هي موجودة فعلا؟

ثابت بلانك رقم صغير جدا و هو تقريبا $٦,٦٢٦ \times ١٠^{-٣٤}$

لو كان هذا الثابت مختلفاً قليلاً. لكانت الحرارة التي نستشعرها أمام النار مختلفة كثيراً عما هي عليه. وهنا قد يحدث أحد المتناقضين: إما أن تشتد الطاقة النارية حتى يمكن أن يتسبب جزء صغير منها في إحراقنا. أو أن تنخفض الطاقة الحرارية فيها حتى لا تكفي كرة نارية بحجم الشمس على تدفئة الأرض بأسرها.

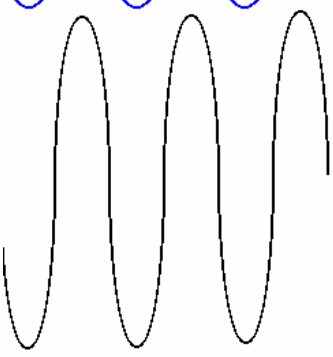
أينشتين يثبت نظرية بلانك:



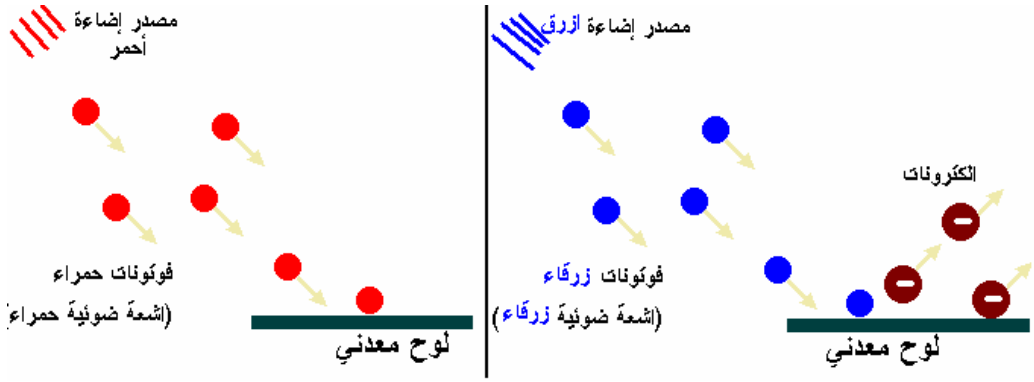


بناء على النظرية التي تقول أن الضوء أمواج كما كان معروفا قبل أينشين يمكن جمع موجتين ضعيفتين لإنتاج موجة قوية ، ويمكن تشبيه هذا إذا كان لديك وعاء مملوء بالماء وعملت موجة ، ثم عملت موجة أخرى سوف تجمع الموجتين لتكوين موجة أقوى .

ولكن أيشتين اثبت أن الضوء يتصرف غير هذا لقد كان معروفا أن بعض المعادن إذا اسقط عليها ضوء ينبعث منها إلكترونات .



لقد استخدم لوحا معدنيا وأسقط عليه ضوء له طاقة منخفضة (احمر) ، فلم تنبعث إلكترونات ، ثم زاد في شدة هذا الضوء ولم تنبعث إلكترونات ، ولو تصرف الضوء كأنه موجة يجب أن تكون لديه طاقة كافية لإطلاق الإلكترونات، ثم اسقط ضوء له طاقة أعلى (أزرق أو فوق بنفسجي) فانبعثت إلكترونات دون التأثر بشدة الضوء الساقط سواء كان ضعيفا أو شديدا



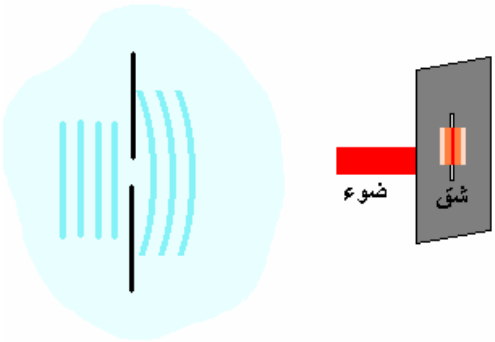
وهكذا أثبت أن الضوء لا يتصرف كأنه سيال مستمر وإنما يتصرف كأنه حزم من الطاقة (فوتونات) وهذا الفوتون يكون له طاقة خاصة به وكلما كان تردد الضوء اكثر زادت طاقة الفوتون.

تطبيقات :

التلفزيون كان أحد تطبيقات هذه النظرية ،حيث يسقط الضوء المنعكس عن الأشخاص الذين يتم تصويرهم على لوح معدني حساس يوجد في الكاميرا يطلق إلكترونات حسب شدة الضوء الساقط عليه .

هل الضوء موجات أو جسيمات ؟

لقد كان العلماء يعتقدون أن الضوء يتكون من أمواج وهذا ما أثبته العالم **يونج** حيث اثبت أن الضوء يحيد عندما يمر من ثقب ضيق تماما كما تحيد موجات البحر،والآن أينشين يثبت أن الضوء يتصرف كجسيمات .



من نصدق !!!

هل الضوء أمواج أم جسيمات ؟

لقد اثبت العلماء أن الضوء يتصرف أحيانا كأنه موجة ويتصرف أحيانا أخرى وكأنه جسم؟

هل للضوء طبيعة مزدوجة يكون أحيانا موجات وأحيانا أخرى يكون جسيمات؟

مادة أم موجة؟

بما أن الضوء الذي كنا واثقين أنه يتكون من أمواج ثبت أنه يتصرف أحيانا كجسيمات

هل يمكن أن تكون الأشياء المادية لها طبيعة موجية؟

أي هل للمادة أن تكون موجة؟

هل يمكن لهذا المقعد الذي أجلس عليه أن يكون موجة ؟

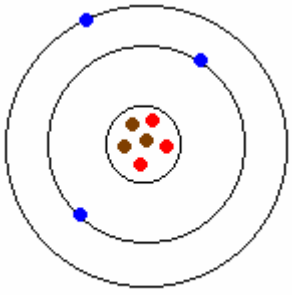
ربما تعتقد أن هذه الأسئلة غريبة ولكن العالم النمساوي شرودنجر أثبت أن الإلكترونات (وهي مادة) تتصرف أحيانا كأمواج وأثبت أنها تحيد مثل أمواج البحر ومثل الضوء

كما أثبت أن الذرات والجزيئات تتصرف أيضا كأمواج.

عندما نريد أن نثبت أن الضوء يحيد نجعل الضوء يمر من ثقب ضيق

ولكن عندما نريد أن نجعل الإلكترونات تحيد يجب أن تمر من ثقب ضيق جدا ، وهذا ما فعله شرودنجر حيث جعل الإلكترونات والذرات والجزيئات تمر من خلال بلورة معدنية ووجد أنها تحيد أي تتصرف بشكل موجي، واستطاع حساب طول موجة الإلكترون .

يا للهول ؟



تركيب الذرة

لقد عمل العلماء لسنين طويلة لفهم طبيعة الذرة ووضعوا النموذج الذري الذي يقول أن الذرة مكونة من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات ، ويوجد فراغ كبير جدا حول الذرة تدور فيه الإلكترونات .....

والآن شرودنجر يقول أن الذرة قد تكون أمواج فقط ، أمواج تعني طاقة ، تعني لا يوجد كتلة ، تعني أنها لا تأخذ حيز ،لا يمكن أن نلمسها ....؟

كيف يكون للمادة صفات موجية وصفات مادية؟

لقد قام بحل هذه المشكلة العالم هايزنبرج ومعه العالم بورن وقالوا ، انه لا توجد مشكلة وقدموا مجموعة من المعادلات يمكن من خلالها حساب الضوء على أنه أمواج أو حسابه على أنه

جسيمات،وكل شخص لديه الحرية في استخدام النموذج الذي يريده(أمواج أو جسيمات) ، وسيجد أن المعادلات تصلح للنموذجين، ونفس الشيء ينطبق على المادة

(أمواج أم جسيمات؟) أين الحقيقة ؟

هايزنبرج يقول : في العلم لا يوجد حقيقة ، العلم يمكن أن يعرف كيف يتصرف هذا الشيء في ظروف معينة ولكنه لا يعرف ما هو هذا الشيء

العلم لا يعرف ما هو الضوء

يقول العلماء أنه أمواج كهرو مغناطيسية أو فوتونات

ولكن ما هي الأمواج الكهرو مغناطيسية أو الفوتونات

العلم ينقلنا من ألغاز إلى ألغاز؟

نحن لا نعرف حقيقة الضوء

ولكن نعرف كيف يتصرف الضوء إذا وضع في ظرف معين ....

نعرف أن الضوء يتصرف كموجة إذا مر من ثقب ضيق

ويتصرف كجسيم مادي عندما يسقط على لوح معدني

ونفس الشيء ينطبق على المادة ، فالمادة قد تكون موجة وقد تكون جسم مادي.

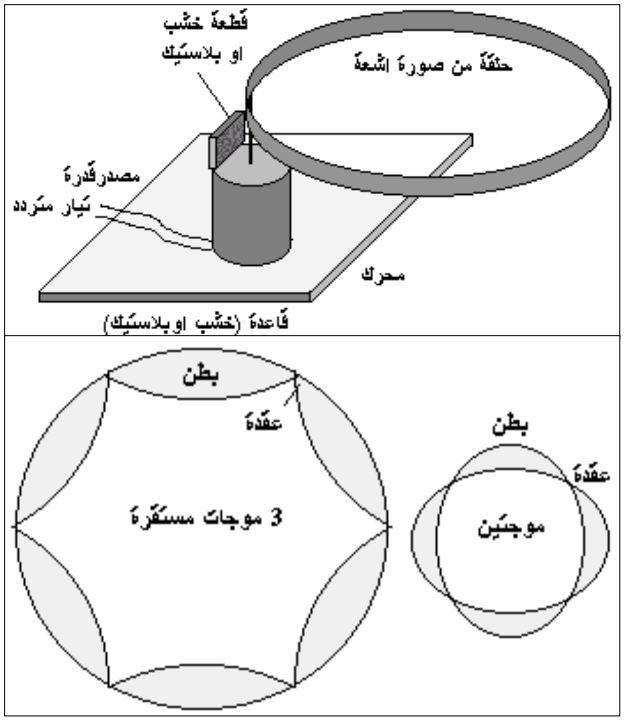
لقد وضع أينشين المعادلة التي تربط بين المادة والطاقة ،*(سنعرف لاحقا كيف توصل أينشين لهذه المعادلة)*، وقد أصبحت هذه المعادلة اشهر معادلة في تاريخ العلم ، هذه المعادلة هي:

الطاقة = المادة × مربع سرعة الضوء

نموذج : أمواج الإلكترونات (نظرية شرودنجر)

يقول شرودنجر أن الإلكترونات تدور حول النواة على شكل موجة مستقره بحيث يكون قطر المدار أحد مضاعفات طول موجة الإلكترون ويمكن توضيح هذه الظاهرة بهذا النموذج

طول المدار / طول الموجة = عدد صحيح



المواد والأدوات: محرك من مسجل أو لعبة أطفال ، صورة أشعه، مشرط، مسطرة، لحام بلاستيكي ، شريط لاصق، قطعة من الخشب ، محول تيار متردد ٣-٦ فولت

١- قص شريط من صورة الأشعة بعرض (١.٥) سم وطول (٣٠) سم.

٢- لف الشريط بشكل دائرة والصق طرفيها مع بعض.

٣- ثبت المحرك بشكل عمودي على القاعدة الخشبية

٤- الصق الدائرة على محور المحرك بحيث تكون الدائرة بشكل أفقي

٥- صل المحرك مع محول صغير(AC) جهده (٣-٦ فولت) ،

٦- عند تشغيل المحرك على التيار المتردد سوف يهتز المحرك مكانه مما يولد أمواج مستقرة بالدائرة ويمكننا معرفة عدد الأمواج بمعرفة عدد العقد والبطون.

٧-يمكن يتغير طول المدار بتغيير طول الشريط المستعمل فيؤدي إلى تغيير طول الموجة المستقرة

قد تتحرك الدائرة إلى الجانبين ولهذا يفضل لصق قطعة صغيرة من الإسفنج على المحرك خلف الدائرة حتى تهتز مكانها ولا تدور.

بناء على ما هو موضح في هذه التجربة تقول نظرية عدم اليقين أن الإلكترون لا يمكن تحديد موقعه في مكان ما حول نواة الذرة وإنما يمكن أن يكون في أي مكان وتشبهه بالغيمة الإلكترونية التي تحيط بالنواة

خيال علمي :

نعرف أن الأمواج الكهرومغناطيسية تسير بسرعة الضوء ولهذا تنقل محطات التلفزيون الأحداث في نفس لحظة وقوعها ، وهذه الأيام تستخدم شبكات الإنترنت ، والهواتف الخلوية في نقل الصوت والصور والنصوص والبرامج باستخدام الأمواج الكهرومغناطيسية ....

هذا يعرفه جميعنا فما الجديد

لقد أثبت لنا شرودنجر أن المادة تتصرف أحيانا بشكل موجي وقاس طول موجة الإلكترون

فهل يمكن أن يكون لدينا في يوم من الأيام بريد موجي

نعرف أن البريد الإلكتروني اصبح شائعا هذه الأيام وهو يستخدم الأمواج ،ولكنه لا يستطيع نقل الطرود ، ...

هل يمكن في يوم ما وضع طرد (علبة من الحلوى) في جهاز ما فيحولها إلى النموذج الموجي لتنتقل بسرعة الضوء ثم يتم استقبالها في مكان آخر وتتحول إلى شكلها السابق .

هل يمكن نقل البشر أيضا بهذه الطريقة ؟

المكان في النسبية

إذا سألت نفسك عزيزي المشاهد في هذه اللحظة هل أنت ثابت أم متحرك، فستنظر حولك بكل تأكيد وتقول أنا لست متحرك فأنا ثابت أمام جهاز التلفزيون وعلى الأرض وهذا صحيح فأنت ثابت بالنسبة للتلفزيون والأرض (أي الكرة الأرضية) ولكن هذا ليس صحيح بالنسبة للكون فأنت والتلفزيون والأرض التي تقف عليها تتحركوا، وهذه الحركة عبارة عن مجموعة من الحركات منها :

- حركة الأرض حول نفسها

وحركة الأرض حول الشمس

- حركة للشمس والأرض داخل مجرة درب التبانة
- ومجرة درب التبانة تتحرك بالنسبة إلى الكون..

إذا ضننت انك ثابت فهذا بالنسبة للأشياء حولك ولكن بالنسبة للكون فكل شيء متحرك.

وخذ على سبيل المثال هذه الأرقام .....

سرعة دوران الأرض حول نفسها ربع ميل في الثانية

وسرعة دوران الأرض حول الشمس ١٨ ميل في الثانية

والشمس والكواكب تسير بالنسبة لجيرانها النجوم بسرعة ١٢٠ ميل في الثانية

ومجرة درب التبانة منطلقة في الفضاء بسرعة تصل إلى ٤٠٠٠٠ ميل في الثانية.

تخيل الآن كم هي سرعتك وعدد الحركات التي تتحركها بالنسبة للكون، وقدر المسافة التي قطعتها منذ بدء قراءة هذه الحلقة حتى ألان.

الميل = ١,٦ كيلو متر تقريبا

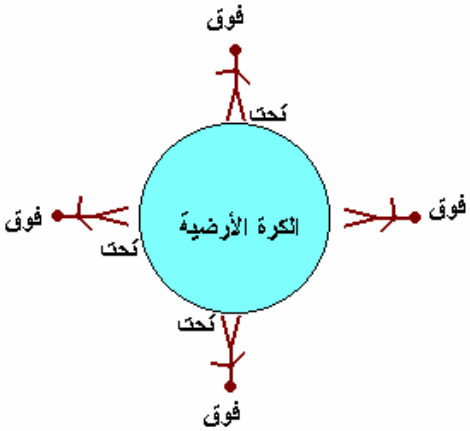
لا أحد يستطيع أن يحدد هل مجرة درب التبانة هي التي تبتعد عن المجرات الأخرى بسرعة ٤٠٠٠٠ ميل في الثانية أم أن المجرات هي التي تبتعد عنا بهذه السرعة.

مثال: إذا أراد شخص أن يصف لنا سفره من مطار دمشق إلى مطار دبي فإنه يقول غادرت الطائرة مطار دمشق في الساعة الثالثة ظهرا واتجهت شرقا لتهبط في مطار دبي الساعة السادسة مساءً..

ولكن لشخص آخر يراقب من على سطح القمر يرى أن الطائرة ارتفعت عن سطح الأرض في دمشق وأخذت تتباطأ حتى وصلت مطار دبي لتهبط فيه.

ولو وجد شخص يراقب من أحد الكواكب التابعة لنجم معين في مجرة درب التبانة سيقول أن الطائرة ومطار دبي تحركا في اتجاهات مختلفة ليلتقيا في نقطة الهبوط ..

وهنا يكون من المستحيل في الكون الواسع تحديد من الذي تحرك الطائرة أم المطار.



كذلك يجب أن نؤكد أن الاتجاهات الأربعة شمال وجنوب وشرق وغرب والكلمات فوق وتحت ويمين وشمال هي اصطلاحات لا وجود لها في الكون فلا يوجد تحت أو فوق ولا شمال أو جنوب.

إن التعامل بهذه المفاهيم الجديدة والنظرة الشاملة للكون بلا شك أمر محير ولاسيما إذا أدخلنا البعد الرابع في حساباتنا فكل شيء يصبح نسبي.

مما سبق تبين أن نسبية المكان تخالف كل ما هو مألوف لنا .

مثال :

الراكب الذي يسير على سطح سفينة ، لو كان يسير بمعدل ٢كيلومتر واحد في الساعة باتجاه سير السفينة ،وكانت سرعة السفينة ٢٠ كيلومتر في الساعة ، تكون سرعته بالنسبة للبحر ٢٠+٢ =٢٢ ، أما لو غير اتجاهه وسار بعكس اتجاه سير السفينة تكون سرعته بالنسبة للبحر ٢٠-٢=١٨ كيلومتر / ساعة.

الزمان في النسبية

١- الزمن على كوكب الأرض يختلف عن الزمن على الكواكب الأخرى

تعودنا نحن سكان الكرة الأرضية على تقدير الزمن من خلال اليوم وأجزاء هـ (الساعة والدقيقة والثانية) ومضاعفاته (الأسبوع والشهر والسنة والقرن) ويومنا هو مقدار الزمن اللازم للأرض لتدور حول نفسها دورة كاملة ، والسنة هي مقدار الزمن اللازم للأرض لإكمال دورة كاملة حول الشمس وتساوي ٣٦٥ يوم وربع اليوم.

إذا اتصل شخص في القاهرة مع صديقه في دبي ، يعرف أن الوقت بينهما مختلف ويعرف مدى الاختلاف، لأن المدينتين موجودتين على كوكب واحد هو كوكب الأرض وخاضعتين لتقويم واحد هو التقويم الشمسي

ولكن ماذا عن اليوم والسنة على كوكب عطارد أو كوكب بلوتو لا شك أن ذلك سيكون مختلف بالنسبة لمقاييسنا فالسنة على كوكب عطارد ثلاثة أشهر من الوقت الذي نقيسه على الأرض بينما السنة على كوكب بلوتو فهي اكبر من ذلك بكثير وتساوي ٢٤٨ سنة من سنوات الأرض..

الأمر عند هذا الحد معقول ولكن ماذا عن المجرات الأخرى كيف تقدر اليوم والسنة عندها؟ وهل يمكن استخدام الأزمنة الأرضية كمقياس للزمن على أرجاء هذا الكون الفسيح؟

اقرب نجم إلى المجموعة الشمسية يسمى الفا قنطورس يبعد عنا أربعة سنوات ضوئية والنجوم البعيدة في مجرتها تبعد عنا آلاف السنوات الضوئية ويقدر قطر درب التبانة بـ ٨٠ ألف سنة ضوئية (تخيل أن الضوء الذي يصدر عند أحد أطرافها يصل إلى الطرف الآخر بعد ثمانين ألف سنة) كل هذا في مجرتنا

بعض التلسكوبات رصدت مجرات تبعد عشرة آلاف مليون سنة ضوئية ذلك يعني أنه إذا وقع حدث ما في طرف الكون فإنه لا يصل إلى الطرف الآخر قبل مرور عشرة آلاف مليون سنة!!! ، الأرقام والأبعاد الفلكية السابقة ضرورية لشرح الموضوع التالي والذي من خلاله سنوضح مفهوم نسبية الزمن لدى أينشين

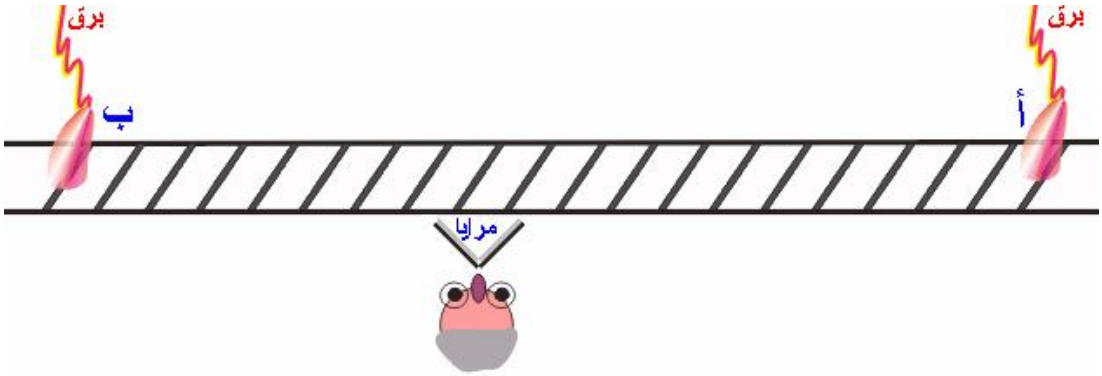
٢- تغير الزمن حسب السرعة والمكان:

تقول النظرية النسبية أيضا أن الزمن نفسه لا يجري في الكون بشكل متساوي بل يقصر ويطول **حسب سرعتنا ومكاننا بالنسبة للحدث.** وليس المقصود هنا أن ذلك مجرد شعورنا بان الزمن يمر ببطيء أو أنه يمر بسرعة حسب مشاعرنا بالسعادة أو التعاسة عندما نقوم بعمل ما. فنسبية الزمن لا تعتمد على شعورنا ومزاجينا إنما المقصود في النظرية النسبية أن الساعة الزمنية التي تدل على فترة معينة من الزمن هي التي تطول أو تقصر حسب السرعة والمكان.

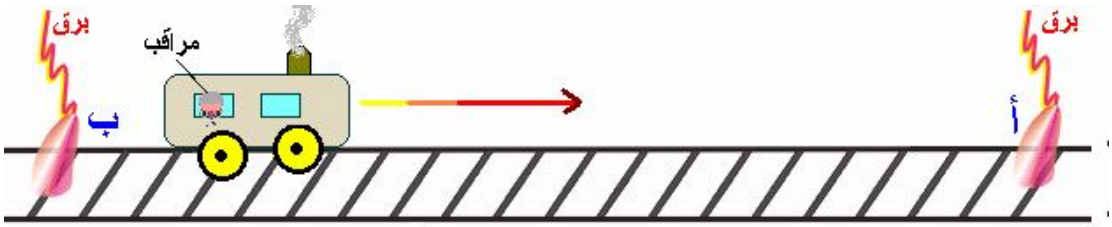
لتوضيح هذا الفكرة نفرض أن شخصين لديهما ساعات متماثلة تم ضبطهما بدقة، أحد الشخصين قرر البقاء على الأرض والشخص الآخر سافر في مركبة فضائية تسير بسرعة كبيرة، فإذا وفرت

للشخص الأرضي مرصدا يراقب من خلاله ساعة الشخص الفضائي فإنه كلما زادت سرعة الشخص الفضائي كلما تباطأت حركة عقارب ساعته بالنسبة للشخص الأرضي وإذا ما وصلت سرعة المركبة الفضائية إلى سرعة الضوء فإن الشخص الأرضي سوف يجد أن عقارب ساعة الشخص الفضائي توقفت عن الحركة أي أن الزمن توقف واصبح صفراً *(لا يمكن الوصول بسرعة جسم إلى سرعة الضوء)* وهذا التباطؤ في ساعة الفضائي نتيجة لسرعته..

تجربة أينشين الخيالية : يقول أينشين لو كان شخص يجلس على رصيف محطة قطارات، في منتصف المسافة بين النقطتين أ ، ب ،وأمام هذا الشخص مرايا عاكسة بحيث يمكنه رؤية النقطتين وتخيل لو أن ضربتين من البرق ضربتا النقطتين في نفس الوقت ، وكان هذا الشخص يراقب النقطتين سوف يرى أن البرق ضرب النقطتين في وقت واحد



٢- ولو تخلينا أن قطار قادم من النقطة ب إلى النقطة أ ،ويركب فيه شخص مزود بمرايا عاكسة لمراقبة النقطتين أ ، ب، وهذا القطار يسير بسرعة الضوء فهذا يعني أنه لن يرى ضرب البرق على النقطة ب لأنه يسير بنفس سرعة الضوء أي أن الضوء الصادر عن ضربة البرق ستسير خلفه ولن تلحقه ، ولهذا لن يرى إلا ضرب البرق على النقطة أ



٣- ولو تباطأت سرعة القطار بحيث تكون أقل من سرعة الضوء سيلحقه الصادر من النقطة ب متأخرا ولهذا سيرى البرق على نقطة أ ثم بعد وقت يرى النقطة ب.، أي لن يرى الحدثين في وقت واحد كما وقعا بالفعل

يستنتج أيشتين من هذه التجربة الخيالية أن الزمن ليس ثابتا وإنما هو نسبي ولا يوجد زمن واحد للكون وإنما لكل نظام زمن خاص به

قال تعالى :

(يُدَبِّرُ الْأَمْرَ مِنَ السَّمَاءِ إِلَى الْأَرْضِ ثُمَّ يَعْرُجُ إِلَيْهِ فِي يَوْمٍ كَانَ مِقْدَارُهُ أَلْفَ سَنَةٍ مِمَّا تَعُدُّونَ) (السجدة:٥)

ماذا يمكن أن يحدث (لو!) استطعنا السفر بسرعة أعلى من سرعة الضوء؟

أينشين يقول أنه لا توجد سرعة أعلى من سرعة الضوء ، ولكن لو افترضنا أننا استطعنا تجاوز سرعة الضوء.

ماذا يمكن أن يحدث لشخص يطير في مركبة سرعتها أسرع من الضوء ، تقول النسبية أنه أن الزمن سيعود للوراء أي إلى الماضي ، أي لو سافرت اليوم(مثلا ١٥/١/٢٠٠٥م) بسرعة أعلى من سرعة الضوء وتوقفت المركبة بعد وقت ونزلت من المركبة قد يكون اليوم هو (١٤/١/٢٠٠٤م) .

هل يمكن السفر عبر الزمن؟

لقد كان من ثوابت النظرية النسبية أن سرعة الضوء هي الثابت الوحيد ، ولكن نجح علماء أستراليون (يرأسهم عالم الفيزياء **بول دافيز** من جامعة **ماكاري** في **سيدني**) في تغيير سرعة الضوء حيث تمكنوا من إبطاء سرعة الضوء وكذلك إيصاله سرعته للصفر وإعادة إطلاقه.

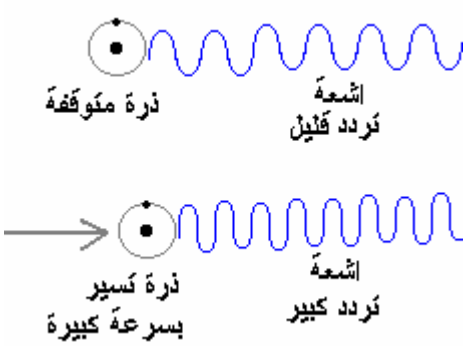
كما نجح علماء آخرون في جعل بعض الدقائق الأولية تسير بسرعة تجاوزت سرعة الضوء .

وهذا الأمر أعاد للأذهان رغبة الإنسان في صنع مركبه تساعده في التنقل عبر الزمن والذهاب إلى أي عصر يريد؟

هل يمكن هذا ؟

إثبات نسبية الزمن:

استطاع العلم ايفز عام أن يثبت أن ذرة الهيدروجين المشع (هذه الذرات تطلق أشعة ذات ترددات محددة) إذا أطلقت بسرعة عالية فإن تردد الأشعة التي تطلقها يكون أقل من التردد الطبيعي



نسبية الكتلة :

الكتلة مرادفة للوزن في لغتنا ، البعض يعرّف الكتلة بأنها مقدار ما في الجسم من مادة ،والبعض يقول أنها خاصية مقاومة الحركة ، وقد تعلمنا أن الكتلة قيمة ثابتة وأنها لا تتأثر بحرة الجسم أو سكونه

مثلا : كتلة سوار ذهبي ١٥٠ غرام تبقى كما هي ، ولا تزيد أو تقل مهما تغيرت سرعة السيدة التي ترتديه .

أينشين يقول غير ذلك ، يقول أن الكتلة تزيد بزيادة السرعة، أي كلما ازدادت سرعة الجسم تزداد كتلته وإذا اقترب سرعة الجسم من سرعة الضوء ، تصبح الكتلة كبيرة جدا أما إن وصلت لسرعة الضوء فتصبح الكتلة لا نهائية ، وهذا مستحيل لأنه لا يمكن لجسم أن يصل لسرعة الضوء وخاصة أن الكتلة تزداد بزيادة سرعة الجسم وهذا يؤدي لإبطاء السرعة.

وقد وضع أينشين معادلة لحساب كتلة الجسم بمعرفة سرعته.

$$\text{كتلة الجسم المتحرك} = \frac{\text{كتلة الجسم الساكن}}{\sqrt{1 - \frac{(\text{سرعة الجسم})^2}{(\text{سرعة الضوء})^2}}}$$

وقد أثبتت التجارب أن بعض الدقائق الأولية التي تصدر عن مواد مشعة عندما تنطلق بسرعة قريبة من سرعة الضوء فإن كتلتها تزداد بما يتفق مع معادلة أينشين

المادة والطاقة :

قال أينشتين :

بما أن الجسم يكتسب كتلة عند زيادة سرعته (والسرعة نوع من أنواع الطاقة) فهذا يعني أن الطاقة يمكن أن تتحول كتلة(مادة) كما يمكن للكتلة يمكن أن تتحول إلى طاقة ، أي الكتلة لا شئ سوى الحركة....

لقد حسب أينشتين مقدار الطاقة الناتجة عن تحويل كتلة إلى طاقة بالمعادلة المشهورة التالية:

الطاقة = المادة × مربع سرعة الضوء

وقد استخدمت هذه المعادلة في صنع القنبلة الذرية، لأن كمية قليلة من الكتلة تنتج كمية هائلة من الطاقة ، بينما نحتاج لكميات هائلة من الطاقة لإنتاج كمية ضئيلة من الكتلة.

مصدر الطاقة في النجوم هو تحول المادة إلى طاقة في عملية الاندماج النووي حيث تندمج أربع ذرات هيدروجين لإنتاج ذرة هليوم واحدة وتكون كتلة الهليوم الناتج أقل من كتلة الهيدروجين والفرق يخرج على شكل طاقة هائلة .

النسبية حولت الخيال إلى حقيقة ؟

لقد سقط الحاجز بين المادة والطاقة وأصبحت المادة هي الطاقة والطاقة هي المادة ، لا فرق بين الصوت والضوء والحرارة وبين الحجر والماء .

المادة هي طاقة مركزة مختزنة ومركزة

المادة هي الحركة مضغوطة ومحبوسة

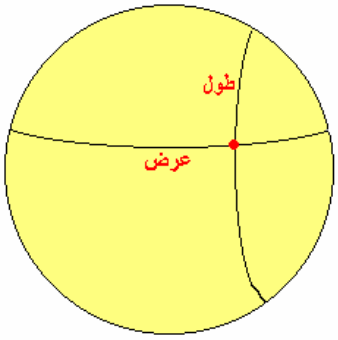
الطاقة هي المادة المتحررة من الحواجز ،

المادة تشبه قمقم سليمان تلك القنينة الصغيرة التي تحبس في داخلها عفريت عملاق أو المصباح السحري الذي يختبئ فيه مارد جبار وبمجرد فتح القمقم أو حك جانب المصباح يخرج العفريت ، العفريت المحبوس في القمقم هو الطاقة الهائلة جدا المركزة بشكل مادة ، والقنبلة الذرية تعمل علي إخراج هذا العفريت من قمقمه.

فكمية قليلة من المادة يمكن أن تدمر مدينة كاملة إذا استخدمت في قنبلة نووية ، كما يمكنها إذا استخدمت في مفاعل نووي أن توفر الكهرباء أيضا لمدينة كاملة ولفترة من الزمن

النسبية والعنصرية :

النسبية أنهت (ثنائية) المادة والطاقة فأصبحت الطاقة والمادة وجهين لحقيقة واحدة في معادلة رياضية أنيقة مكونة من أربعة رموز، وبذلك انهارت (نظرية الشيطان) انه خير من آدم **(قَالَ أَنَا خَيْرٌ مِنْهُ خَلَقْتَنِي مِنْ نَارٍ وَخَلَقْتَهُ مِنْ طِينٍ)** (صّ:٧٦)، فليس التراب *(الذي خلق منه الإنسان)* والنار *(التي خلق منها الشيطان)* في النهاية إلا تبادلا في المواقع بين المادة والطاقة، ولا يشكل هذا أفضلية كائن على كائن . وبهذا نسفت النظرية النسبية العنصرية نسفا .



الزمن هو البعد الرابع :

لو أردت تحديد موقع ما على سطح الأرض أنت بحاجة إلى بعدين هما الطول والعرض ، ولهذا نقول أن مدينة دمشق مثلا تقع على خط طول كذا وخط عرض ...

أما لو كنت في طائرة فتحتاج لتحديد موقعك إلى ثلاثة أبعاد :

طول ، عرض ،ارتفاع

وهذه الأبعاد لا تصف حركتك فأنت تتحرك على محور رابع غير منظور هو محور الزمن

فأنت عندما تصف حركتك تقول كنت على :

خط طول...

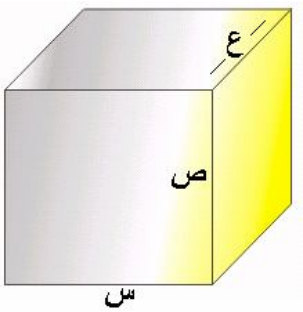
خط عرض ....

ارتفاع....

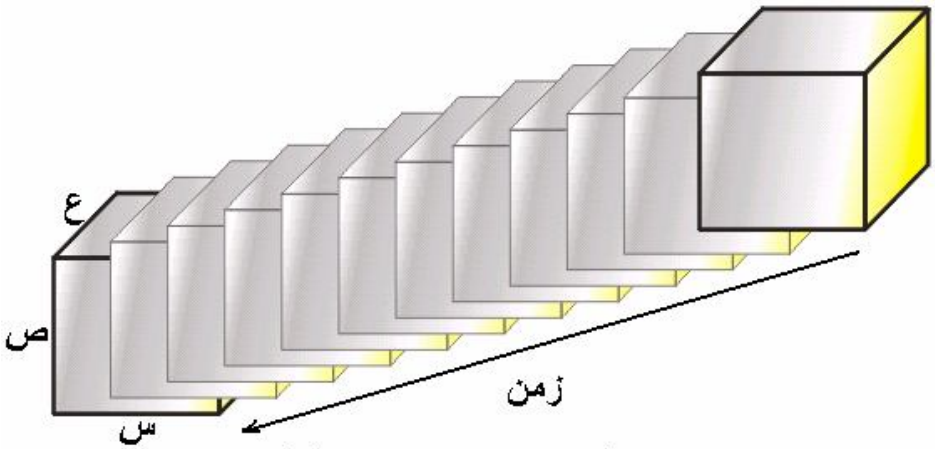
في الوقت ...

ولهذا يقول أينشين أننا نعيش في عالم من أربعة أبعاد ، والزمان والمكان متصلين في وحدة واحدة هي (الزمكان أو الزمان–مكان)

ورغم هذا فنحن لا نستطيع أن نتخيل بعد رابع للأبعاد الثلاثة المعروفة ، لأننا لا نرى الزمان أو نمسكه بينما نمسك الأبعاد المكانية، وهذا لأننا سجناء حواسنا المحدودة ولهذا نعجز عن رؤية الحقيقة أو تصورها.



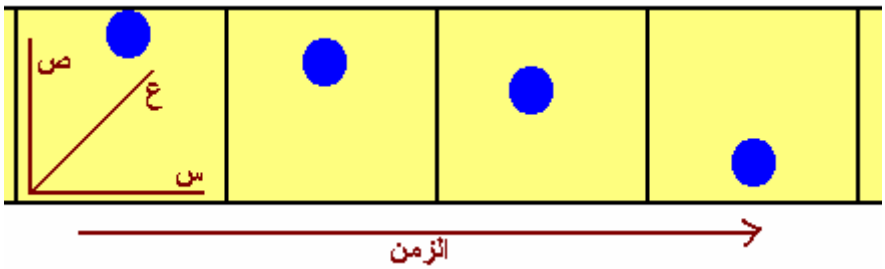
جسم من ثلاثة أبعاد



لصندوق يتحرك على سطح مائل هل يمكن اعتبار هذا الخط خط الزمن؟

سنحاول تقريب مفهوم البعد الرابع ، ولنتخيل أن أمامنا شريط سينمائي ، لو نظرنا إلى إطار واحد من الشريط يمكن أن نرى البعدين س ، ص ، ولو كان الفلم ثلاثي الأبعاد (راجع وحدة الرؤية بثلاث أبعاد) ، نرى البعد الثالث ع .

أما البعد الرابع وهو الزمن فهي سلسلة الإطارات المتتابعة ، ولو نظرنا لكل إطار على حدة ما رأينا الحركة ولكن عند عرض الإطارات بالتتابع نشاهد الحركة.



تطور مفهوم الأبعاد مع تطور الإنسان :

* كان الإنسان يتعامل مع بعد واحد في حياته هذا جاء من احتياجه للبحث عن طعامه فكان يستخدم رمحه لاصطياد فريسته وبالتالي كان يقذف رمحه في اتجاه الفريسة حيث ينطلق الرمح في خط مستقيم وحركة الرمح هنا تكون في بعد واحد وسنرمز له بالرمز **س**

*ومن ثم احتاج الإنسان ليزرع الأرض وبالتالي احتاج إلى التعامل مع مساحة من الأرض تحدد بالطول والعرض وهذا يعد استخدام بعدين هما **س** و **ص** لأنه بدونهما لا يستطيع تقدير مساحة الأرض المزروعة.

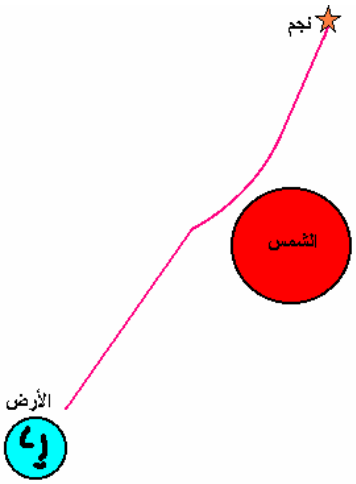
*وعندما احتاج الإنسان للبناء أخذ يفكر ويحسب في البعد الثالث وهو الارتفاع. وهذه هي الأبعاد الثلاثة **س، ص،ع** والتي كانت الأساس في حسابات الإنسان الهندسية، وحتى مطلع القرن العشرين اعتبرها الإنسان كافية لحل كل المسائل التي تقابله على سطح الكرة الأرضية. وحتى يومنا هذا نعتمد على الأبعاد الثلاثة في تنقلاتنا وسفرنا وحساباتنا.

* وأخيرا جاء أينشين وأضاف البعد الرابع وهو الزمن

المجال:

أينشين يقول أن كل جسم يخلق حوله مجال، أو كل جسم يحدث حوله اضطراب في الفضاء حوله كما تحدث السمكة اضطراب في الماء حولها ، وهذا المجال أو الاضطراب نتيجة التعديلات التي يحدثها الجسم في الزمكان (الزمان–مكان) حوله، وهذا الاضطراب هو الذي يجعل المغناطيس يجذب برادة الحديد أو الذي يجعل الشمس تجذب الأرض .

هذه النظرية تقول بما أن الضوء طاقة والطاقة مادة فلا بد أن يخضع الضوء لخواص المجال كما تخضع برادة الحديد للمغناطيس ، **أي الضوء ينحني عن مساره إذا اقترب من جسم مثل الشمس** ، ولو أن نجما يمر ضوءه بقرب الشمس يجب أن ينحني مقتربا من الشمس ، وهذا يعني أن الضوء ليس دائما يسير في خطوط مستقيمة وإنما قد يسير في خطوط منحنية



وقد استغل العلماء ظاهرة كسوف الشمس ورقبوا أحد النجوم يمر شعاعه قريب من الشمس وقد ثبت أن هذا الشعاع ينحرف كما تقول النظرية.

أينشتين والهندسة الكلاسيكية :

من أساسيات الهندسة :

- اقصر مسافة بين نقطتين هو الخط المستقيم
- مجموع زوايا المثلث ١٨٠ درجة
- العلاقة بين محيط الدائرة وقطرها كمية ثابتة هي النسبة التقريبية (٣.١٤)
- الخطين المتوازيين لا يلتقيان

يقول أينشين أن هذه العلاقات صالحة لاستخداماتنا العادية ، لمهندس يبني بيتا ، أو تلميذ في المدرسة ولكنها لا تستطيع تفسير علاقات هذا الكون الكبير وإليك الأمثلة:

- **اقصر مسافة بين نقطتين هو الخط المستقيم:**

لو كان لديك نموذج للكرة الأرضية وأردت رسم اقصر خط بين مدينتين مثل (لندن ونيويورك) ، هل سيكون هذا الخط خطا مستقيما ؟

الواقع أنه خط منحني يمر عبر أيسلندا فنحن عندما نسافر إلى مدن العالم المختلفة يكون أقصر خط نسلكه هو الخط المنحني، وكذلك لو أردت السفر من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي ستتبع خطا منحنيا.

- **مجموع زوايا المثلث ١٨٠ درجة:**

هذا الأمر صحيح عندما ترسمه على الورق ،ولكن لو رسمت مثلثا على الكرة الأرضية قاعدة على خط الاستواء ورأسه على القطب الشمالي ، لن يكون مجموع زواياه ١٨٠ درجة بل أكثر من ذلك.

أهم ما جاءت به النسبية :

١- سرعة الضوء ثابتة لا تتغير ولا يمكن تجاوزها

٢- المكان نسبي

٣-الزمان نسبي ويتباطأ كلما زادت سرعة الجسم ولو وصلت مركبة ما لسرعة الضوء(وهو مستحيل) فإن الزمن يتوقف (هل هذا يعني الخلود؟)

مثال : لو سافر إنسان بصاروخ يسير بسرعة ١٦٧٠٠٠ ميل / ثانية وعاد إلى الأرض بعد عشر سنوات فإنه يكون قد كبر ٥ سنوات فقط .

٤-الطول نسبي ويقصر(ينكمش) بزيادة السرعة ، أي أن المسطرة يقل طولها كلما زادت سرعتها حتى يصبح طول المسطرة **صفر** إذا وصلت لسرعة الضوء ، ولا نعد نرى المسطرة إلا نقطة

٥- الكتلة نسبية ، وهي مجرد معنى آخر للطاقة أو للحركة .

٦- كل جسم له مجال يحيط به يؤثر في فضاء الزمان-مكان

٧- الضوء لا يسير في خطوط مستقيمة دائما وإنما يسير في خطوط منحنية إذا اقترب من جسم له مجال قوي مثل الشمس.

٨-اقصر خط يصل بين نقطتين ليس الخط المستقيم

هل هذا معقول ؟

هل يتغير طول الجسم وكتلته ويتغير الزمن بمجرد تغيير السرعة ، نحن لا نلاحظ هذا هل هذا معقول؟

نحن لا نشعر بهذا لأن أكبر السرعات التي وصل إليها الإنسان بما فيها طائرات وصواريخ ومركبات فضائية لا تقترب من سرعة الضوء ولهذا فهذه التغيرات

تكون طفيفة جدا جدا جدا جدا جدا جدا ولا يمكن إدراكها بحواسنا أو بأجهزتنا القاصرة.

النسبية الخاصة :

١- لا وجود للحركة المطلقة ولا مجموعة المحاور الثابتة التي ترجع إليها جميع الحركات.

٢- إن جميع القوانين الفيزيائية يجب أن تكون هي بعينها وشكلها في أي من المناطق (الأنظمة) المتحركة مع بعضها البعض بسرعة ثابتة.

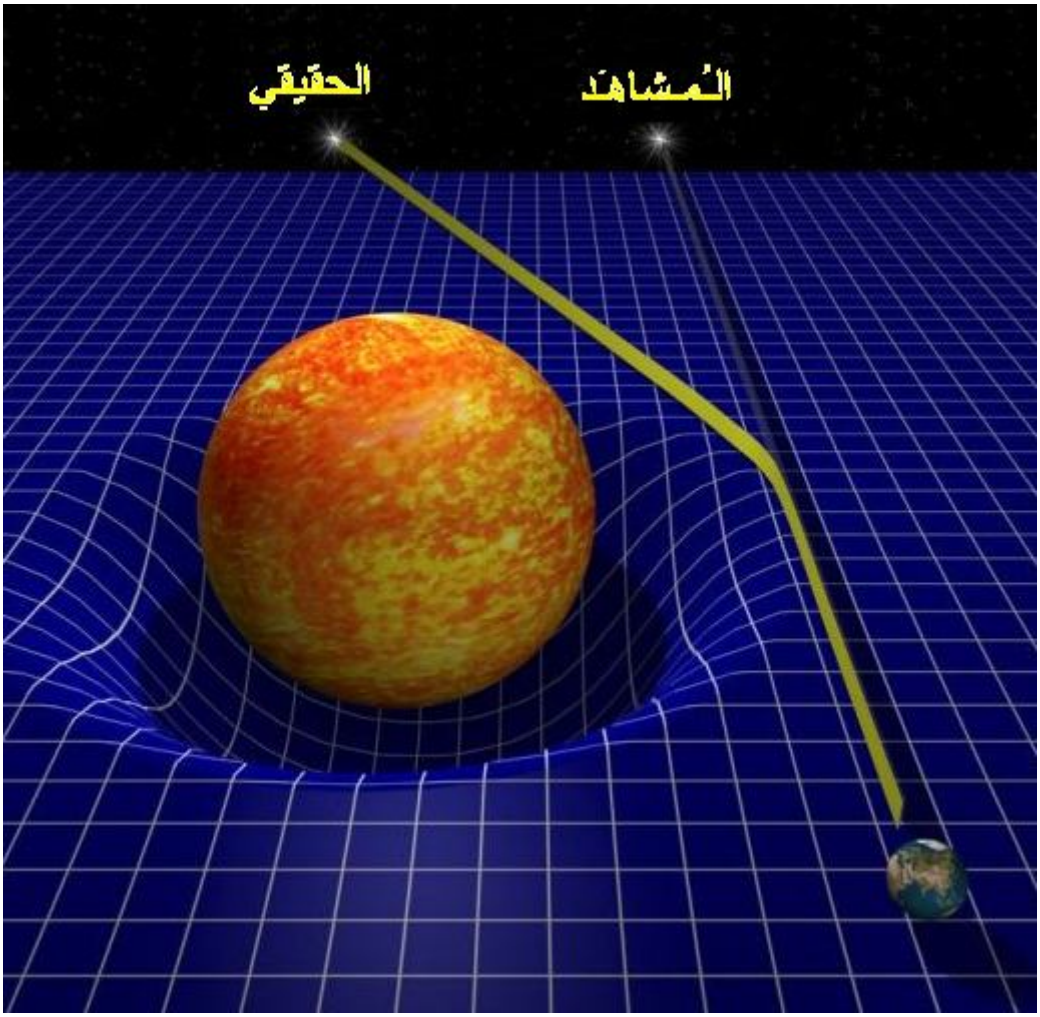
٣- ينتشر الضوء في جميع الاتجاهات وبسرعة ثابتة لا تتغير مع حركة المصدر الضوئي أو المشاهد ومقدارها ثابت سواء كانت المنطقة (النظام) ساكنة أو متحركة، وهي سقف السرعات في الكون أي أنها أعلى سرعة معروفة ولا وجود لجسيم يتحرك بسرعة الضوء.

كيف تمكن العلماء من إثبات صحة النسبية لأينشتين!!

هناك العديد من الإثباتات سنبدا بالأسهل فالأصعب

١- أمكن بإستخدام الساعات الذرية والمسابير الفضائية إثبات أن الزمن يتباطأ عند الإقتراب من الأرض!..فهى كجسم فلك يسبب لى فى نسيج الزمكان وهذا يعمد على إبطاء الزمن!

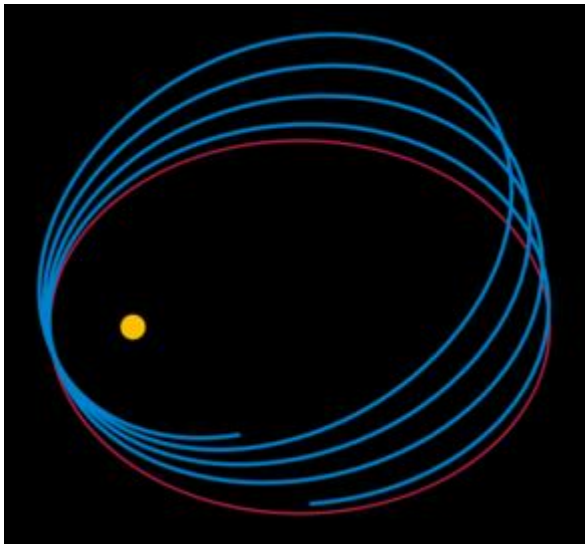
٢- النسبية العامة والخاصة تقول أن نسيج الزمكان يعمل على انحناء أشعة الضوء الصادرة من النجوم عند مرورها بالقرب من الأجسام الضخمة الفلكية.. !



٣- فى عام ١٩١٩ حدث كسوف كلي للشمس فى جزيرة برنسيب فى غينيا وتصادف أن الشمس كانت قريبة جدا من نجم السنبلة (Spica) فى كوكبة العذراء(Virgo) ففكر العالم آرثر أدينجتون ....لو كانت النسبية صحيحة..ولو كان هناك إنحناء للفضاء فعلا..فلابد أن الضوء القادم من نجم السنبلة خلف الشمس...سوف ينكسر قليلا عند مروره بجوار الشمس...وبالطبع لا يمكن ملاحظة ذلك بسهولة إلا لحظة الكسوف..وحدث أن التقط العالم

صورة للكسوف..وبتحليل النتائج اتفقت تماما مع النظرية..وقد كان هذا نجاح منقطع النظير للفيزياء الحديثة!

٤- نجح نيوتن وكبلر فى وصف حركة الكواكب جميعها فى ضوء جاذبية نيوتن...ولكن ظل هناك لغز ما بشأن عطارد..فمساره كان متعرج قليلا بزوايا محسوبة ولم يكن ينطبق مع فيزياء نيوتن...ولكن مع الوضع فى الإعتبار إنحناء الفضاء ...كان هناك التحليل التالى:



نظرا لأن الشمس تدور حول نفسها...هذا الدوران يسبب تشوه بسيط جدا جدا فى فضاء الشمس...وهذا التشوه لا يشعر به (يتبعه) سوى كوكب عطارد القريب جدا منها وذو الكتلة الخفيفة...ولذلك ظهرت هذه التعرجات فى مساره حول الشمس!

ولتقريب الصورة تخيل أنك وضعت ماء فى إناء ثم جعلت بعض الأوراق طافية على سطح الماء....الآن حرك الماء بإصبعك من المركز حركة خفيفة جدا...إن الموجة الناشئة على سطح الماء ضعيفة جدا بحيث لا تشعر بها سوى أقرب الأوراق فقط....هكذا الأمر بالنسبة لعطارد وموجات الجاذبية الناشئة عن تشوه فضاء الشمس نتيجة دورانها حول نفسها!

تجربة مسبار الجاذبية؟

فى سنة ١٩٥٩ توقع ليونارد شيف وجورج بف كل على حدى إنه إذا ما تم إطلاق جيروسكوب دوار فى الفضاء فإنه يمكن بواسطته قياس:

١- التغير فى المحور الجيوديسى (محور دوران الجيروسكوب حول الأرض) وذلك نتيجة إنحناء الفضاء الذى إفترضه أينشتين.

٢- تغير فى قيمة المط والشد الفضائى للأرض عند الأقطاب (محور دوران الأرض)...نتيجة لدوران الأرض حول نفسها.

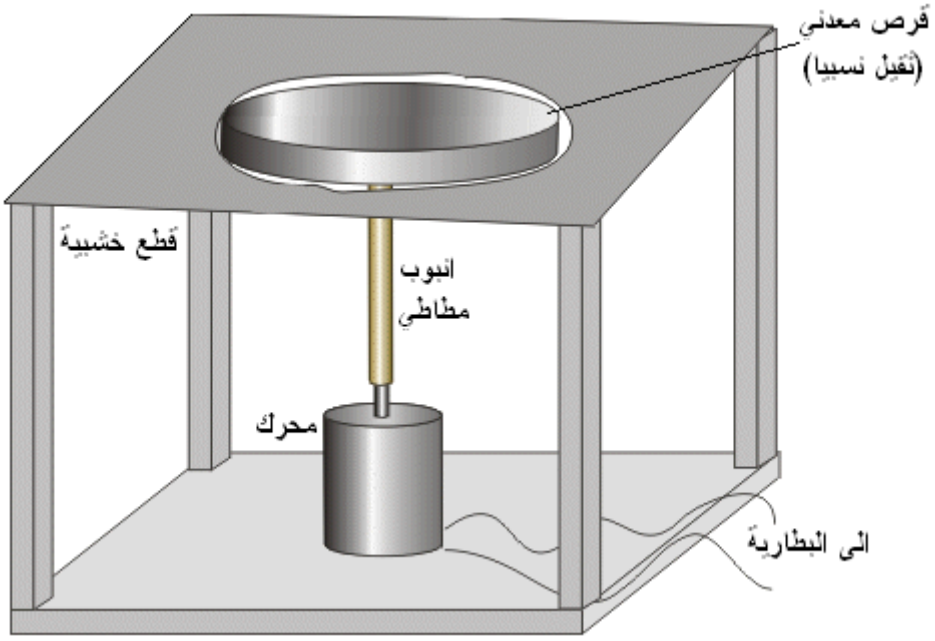
ولقد أطلقت ناسا فى ٢٠ أبريل ٢٠٠٤ قمرا صناعيا يحتوى ٤ جيروسكوبات لأجل هذا الغرض. وتم تحليل النتائج فى الفترة من ٢٨ أغسطس ٢٠٠٤ حتى أواخر سبتمبر ٢٠٠٥ ولقد كان إنحناء الفضاء كما توقعت النسبية تماما

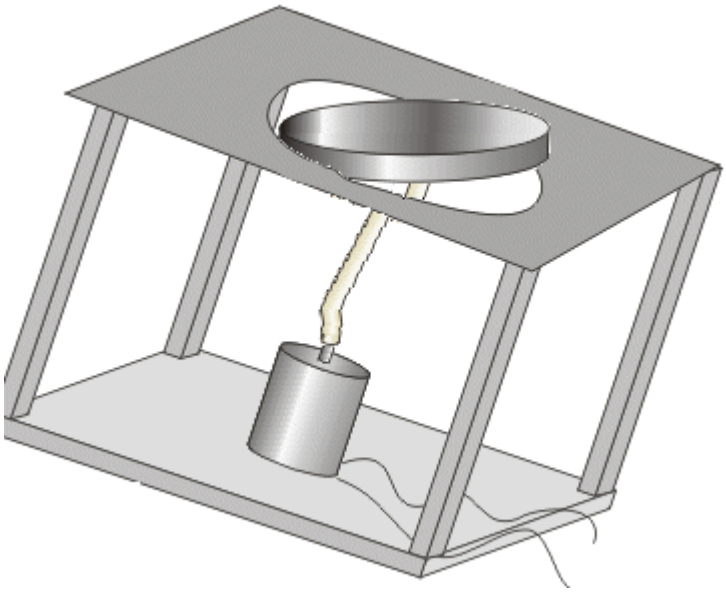
ما هو الجيروسكوب؟

لا بد أنك شاهدت يوماً الدوامة التي يلعب بها الأطفال . لو قمت بتدوير الدوامة على سطح مستوٍ ثم حاولت إمالة هذا السطح تلاحظ أن الدوامة تستمر بالدوران بنفس المستوى الذي كانت عليه ويمكن تفسير ذلك بقانون القصور الذاتي ، يستعمل في الطائرات وفي السفن جهاز يسمى " **الجيروسكوب** " يعتمد على نفس المبدأ السابق ويستعمل لتحديد مواقع الطائرات واتجاهاتها .

إصنع جيروسكوب بسيط

الهدف : صنع نموذج مبسط لتوضيح مبدأ عمل الجيروسكوب .





المواد :

محرك مسجل .

بطاريات جافة عدد ٣ أو محول جهد منخفض .

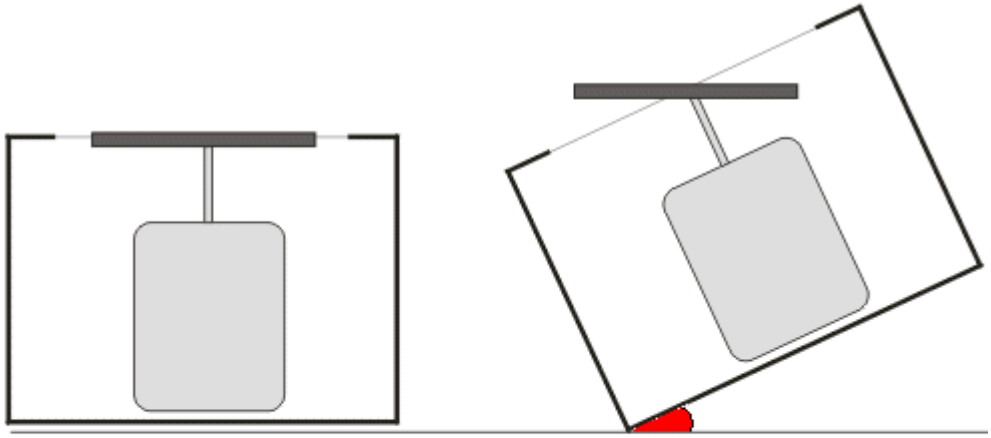
قطع خشبية أبعادها ٢ × ٢ × ١٠ سم عدد ٤ .

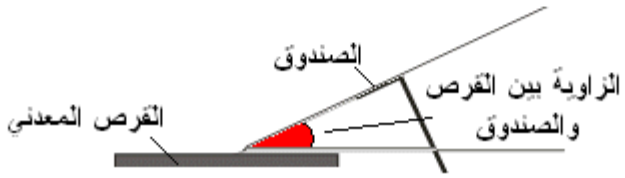
قطعة خشب أبعادها ١٠ × ١٠ × ١ سم / قاعدة الجهاز .

قطعة من الخشب الرقيق أو الكرتون المقوى أبعادها ١٠ × ١٠ سم .

قرص معدني قطره (٥ _ ١٠ سم) وسمكه (٠,٥ _ 1 سم . (

أنبوب مطاطي) قطره ٢ . ٥ ملمتر) وطوله ٥ سم / م / اغو يمكن استخدام أنبوب مطاطي من المستعمل مع أنابيب الجلوكوز .





طريقة العمل :

١- ثبت قطع الخشب الأربعة على جانبي قطعة الخشب) القاعدة . (

٢- ثبت المحرك في وسط قطعة الخشب السابقة .

٣- ثبت الأنبوب المطاطي على محور المحرك بطريقة مناسبة .

٤- اثقب القرص المعدني ومرر الأنبوب المطاطي من وسطه لتثبيته .

٥- افتح دائرة في قطعة الخشب الرقيق أكبر بقليل من قطر القرص المعدني وثبتها فوق قطع الخشب / يجب أن يكون القرص المعدني في مستوى هذه القطعة .

٦- أوصل المحرك ببطاريات جافة أو مصدر قدرة جهد منخفض .

٧- شغل المحرك ليدور بأعلى سرعة ممكنة .

٨- اعمل على إمالة الجهاز باتجاهات مختلفة .

تلاحظ أن القرص المعدني يستمر في الدوران بنفس المستوى السابق ، ولهذا يصنع زاوية بينه وبين قطعة الخشب التي تحتويه مساوية لزاوية ميلان الجهاز .

الفكرة ببساطة هى وضع جيروسكوب حول الأرض فى مدار يمر بقطبيها!
وحيث أن الجيروسكوب بعيد تماما عن أى مؤثرات (إحتكاك مع الهواء مثلا)
فمن المفترض أن محور دوران الجيروسكوب لا يتغير إطلاقا!
ولكن نظرا لطبيعة انحناء المكان الجيوديسية بحسب أينشتين فالنظرية تتنبأ أن محور جيرسكوب كهذا لابد أن يتبع إنحناء الفضاء ويتغير!
– ولتبسيط الأمر أعود بكم لهذه الصورة من موضوع تسابق الإعتداليين!!
لأن الأرض بإعتبارها جيروسكوب بالغ الضخامة يتغير محور دورانها (النجم المركزى) كل ٢٦ ألف سنة تقريبا كما ذكرنا

أي أن التجربة التي قامت بها ناسا كانت كالتالي:

لقد وضع تليسكوب أمام ال٤ جيروسكوبات وكانت محاور الدوران تشير إلى نجم يدعى IM-Pegasi والمقطع الثانى معناها أنه فى برج الفرس المجنح Pegasus وتابع علماء ناسا بمثابرة انحراف محور دوران الجيروسكوب عن النجم المذكور وقاسوا زوايا الانحراف بهذه الدقة الجنونية!
أتدرون ماذا تعنى الزاوية ٠.٠٠٠١ تخيل نفسك في باريس وترى المسافة بين عيني الرئيس الأمريكي على عملة الPenny لفرد في نيويورك!...هذه هي قيمة زاوية الرؤية كما في الصورة المبسطة الآتية!

ما هى تفاصيل التجربة؟

تم وضع الجيروسكوبات الأربع داخل قمر صناعي فى مدار يعلو ٦٤٢ ميل عن الأرض..ودار اثنان منها في اتجاه عقارب الساعة واثنان فى عكس اتجاه عقارب الساعة...وكانت الرحلة في مدار يمر بالقطبين والتليسكوب يشير للنجم المذكور كما بالرسم التوضيحي التالي:
وهذا مقطع من الداخل يبين أن كل جيروسكوب قد تم إحاطته بأنابيب من الهليوم الفائق التبريد...والهدف امتصاص أى حرارة ناتجة من دوران الجيروسكوب قد تؤثر على محور دورانه....فكل ما يهدف إليه العلماء عزل الجيروسكوب تماما عن أي مؤثر...ليتأكدوا أن تغير محور دورانه ناتج فقط عن انحناء الفضاء!

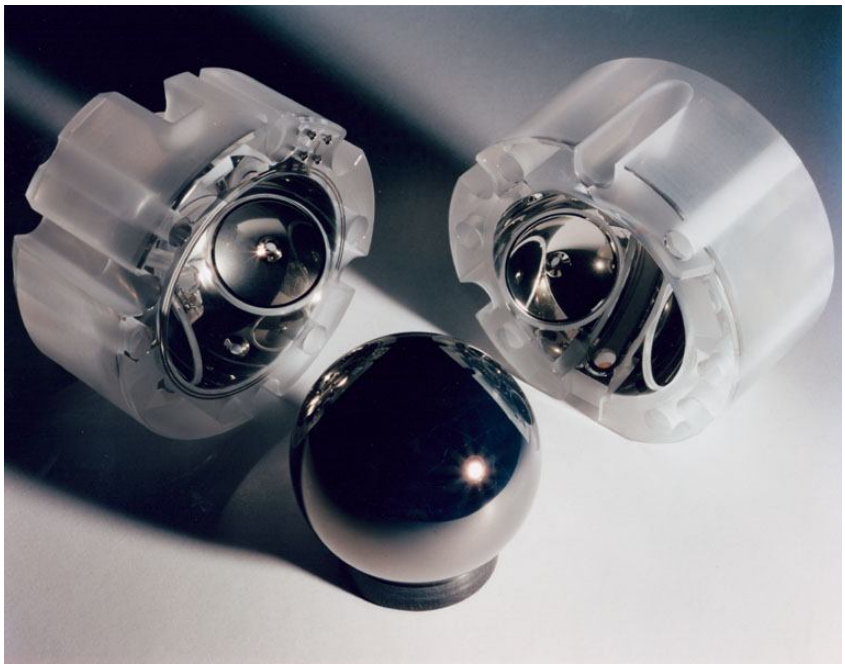
مما تكون هذا الجيروسكوب؟

عبارة عن كرات تامة الاستدارة (أدق شيء مستدير صنع حتى الآن) من الكوارتز قطرها ٣.٨١ سم ومحاطة بطبقة من مادة تحمل شحنة كهربية تدعى نيوبيوم

كيف أمكن قياس التغير فى اتجاه دوران الجيروسكوب؟

ببساطة الجيروسكوب يحمل شحنة كهربية ويدور بسرعة كبيرة لذا له مجال مغناطيسي وعندما يغير الجيروسكوب محور دورانه يتغير إتجاه المجال وبإحاطة الجيروسكوب بمجسات لقياس التغير في المجال يمكن حساب التغير في محور الدوران

لقد استمرت التجربة ١٧ شهر وظلت الجيروسكوبات تحت المراقبة الدقيقة



ما هي الاحتياطات التي اتخذتها ناسا؟

لضمان نجاح التجربة كان لا بد أن يدور القمر الصناعي في مدار دائري بالضبط وأي قمر صناعي يتعرض لقوتين من الممكن أن تؤثر بشكل طفيف جدا على مداره:

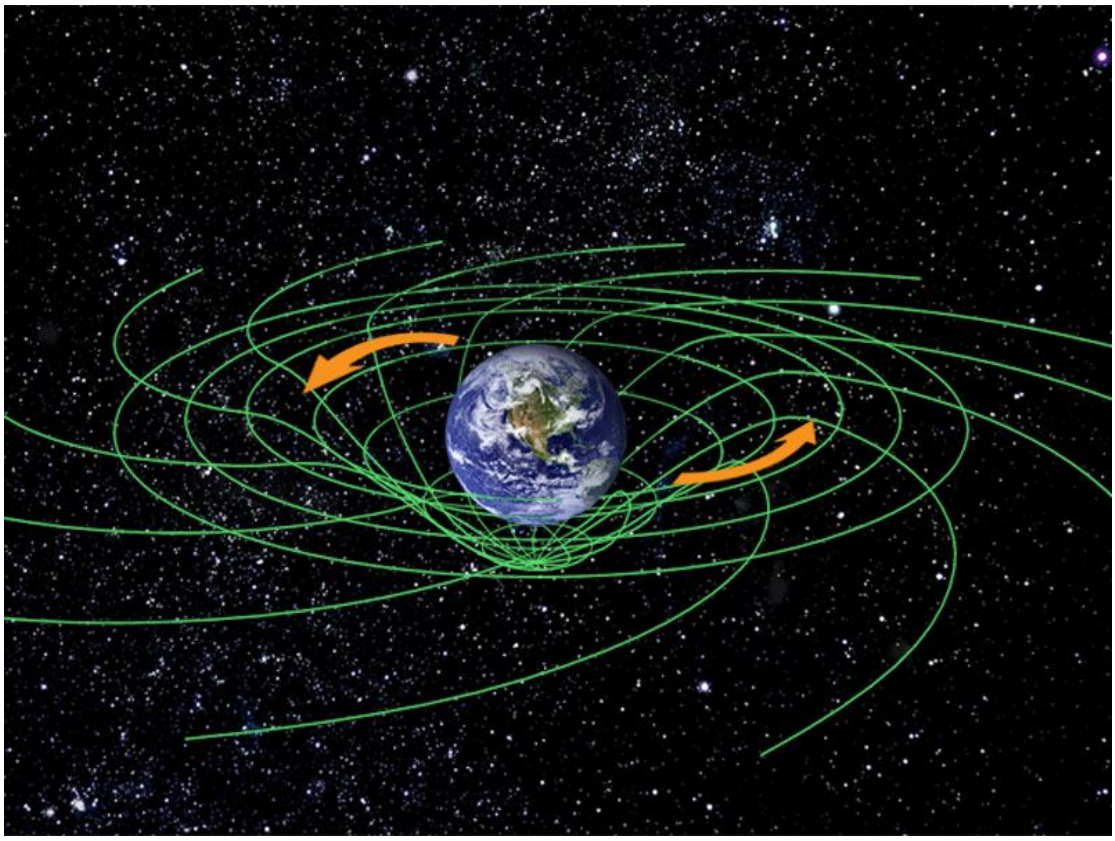
١- قوة تبعده قليلا عن الأرض نتيجة دفع الغلاف الجوى الناتج من دوران الأرض!

٢- قوة تدفعه قليلا نحو الأرض..نتيجة الضغط الإشعاعي للرياح الشمسية!

ولقد أبدع علماء ناسا في التغلب على هاتين القوتين عن طريق محركات هليوم دقيقة تعمل فى عكس اتجاه أي تغيير في حركة القمر الصناعي...لتحافظ على مساره الدائري التام الاستدارة.....وهذه هي فقط ثاني رحلة لناسا التي تطبق فيها تلك التقنية!

لماذا يدور محور الجيروسكوب أصلا؟

إن النسبية تذكر أن الأرض كجسم فضائي ضخم تلوى الفضاء حولها...ولكنها أيضا تدور حول نفسها..لذلك ليّ الفضاء عند محور دورانها أكثر شدة من الأطراف الأبعد نسبيا...هذا هو ما يسمى Frame-Draging وهو ما يدفع الجيروسكوب لتغيير محور دورانه!



وللتبسيط تخيل خيوط عنكبوت ألقينا عليها إبرة مثلا!..الآن تخيل العنكبوت في المركز يدور حول نفسه بشدة!...سيطوى الخيوط من المركز أكثر من الأطراف وبالتالي الشد على الإبرة سيزداد من المركز ويتغير اتجاهها!

الأمر هكذا تماما بالنسبة للأرض مع الجيروسكوب أو المنظومة الثلاثية التي تحوى الشمس والأرض والقمر!..والتي تتسبب في تسابق الإعتدالين والدورة القمرية.

لقد أثبتت التجربة بما لا يدع مجال للشك..صحة النسبية ودقتها الكاملة.

ما بعد اينشتين؟؟؟

قبل أينشتين ، كان العلماء يعتقدون أن نيوتن قد أكمل صرح الفيزياء وأنه قد ووضع نظريات تصف هذا الكون ،وأن هذا العلم قد انتهى

عندما جاء أينشتين قلب كل شيء، وأثبت عجز وقصور هذه الفيزياء التي تسمى الفيزياء الكلاسيكية عن تفسير الكثير من الظواهر الفيزيائية ، وقام بوضع تصور جديد لهذا الكون حسب النظرية النسبية ، واستقر الأمر على حاله ، وظن العلماء أن أينشتين قد أكمل هذا العلم بهذه النظرية ، وكان أهم قواعد هذه النظرية أن سرعة الضوء أعلى سرعة يمكن الوصول إليها ولا يمكن تجاوزها .

والآن يقول بعض العلماء أنه يمكن تجاوز سرعة الضوء، وهذا ينسف هذه النظرية من أساسها ويترك العلماء يبحثون عن طريقة لتطوير هذه النظرية أو إيجاد نظرية بديلة أدق منها،والنظرية التي يطرحها العلماء الآن هي نظرية الأوتار الفائقة ،قال تعالى : (وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلاً) (الإسراء:٨٥)

نظرية الأوتار الفائقة

أمضى ألبرت أينشتين عقداه الأخيران من الزمن محاولاً حل لغز كبير كان يؤرقه، وهو نظرية واحدة قوية تقوم بوصف كل مل يجري في الكون، وحتى أيامه الأخيرة كان اينشتين يمسك بمفكرة صغيرة يحاول فيها حل ذلك اللغز الكبير الذي شغله حوالي آخر عشرين عام من حياته لأنه كان مقتنعا أنه على وشك حل أكبر الألغاز في تاريخ العلم. لكن الوقت لم يسعفه ومات قبل أن يحقق ذلك. والآن وبعد مضي أكثر من نصف قرن على ذلك، فإن العلماء يعتقدون أنهم يمسكون بحل ذلك اللغز الكبير، معادلة واحدة، نظرية واحدة تصف كل ما يجري في هذا الكون بأفكار جديدة مختلفة بشكل جذري عما عرفه العلم، نظرية تدعى (نظرية الأوتار – string theory) أو (نظرية الأوتار الفائقة superstring theory) وإن اتضح أن هذه النظرية صحيحة فإن مفاهيمنا الاعتيادية عن الكون ووجودنا ستلقى صدمة كبيرة جداً.

تقول نظرية الخيوط الفائقة أننا نعيش في كون يلتقي فيه الخيال العلمي مع الحقيقة، كون يتألف من أحد عشر بعداً (لا أربعة أبعاد فقط)، وأكوان موازية لكوننا أقرب إلينا مما نتخيل. كون منظم يتألف تماما من الأوتار. وبكل ما تقدمه تلك النظرية من آفاق، فإن الفكرة الأساسية للنظرية بسيطة بشكل مذهل، النظرية تقول أن ما هو موجود في هذا الكون من أصغر جزيء وحتى أكبر مجرة يتكون من عنصر واحد تماماً، خيوط مهتزة متحركة صغيرة جدا من الطاقة ندعوها أوتاراً.

وكما أن وتر الكمان يستطيع أن يعطي تشكيلة كبيرة من العلامات الموسيقية بحسب درجة اهتزازه فإن الأوتار الفائقة التي نتحدث عنها تهتز بأشكال مختلفة معطية كل أشكال مكونات الطبيعة التي نعرفها. أو بعبارة أخرى فإن الكون عبارة عن سيمفونية كونية عظيمة متمثلة بكل تلك النغمات التي تستطيع أوتار الطاقة إصدارها. لا تزال هذه النظرية في مرحلتها (الجنينة) إن صح التعبير، لكنها تكشف لنا صورة جديدة بشكل جذري عن الكون، صورة غريبة جدا وجميلة أيضاً.

ما هو مفهوم التوحيد الكوني؟ unification وما سبب الاعتقاد به؟

التوحيد هو صياغة قانون وحيد يصف كل ما في هذا الكون بواسطة فكرة واحدة، أو معادلة واحدة رئيسة. يعتقد العلماء أن هذه التوحيد موجود، لأنه وخلال ألمائتي سنة الماضيتين فإن فهمنا للكون أعطانا مجموعة من التفسيرات العديدة والتي تشير إلى الاتجاه نفسه، تقود إلى طريق واحد، إلى فكرة وحيدة لازلنا نبحث عنها.

((التوحيد هو ما نسعى لتحقيقه، لأن هدف الفيزياء الأساسي هو أن نصف المزيد والمزيد من ظواهر الكون بطرق ومبادئ أبسط وأبسط))

ستيفن وينبيرغ

((إن قدرتنا على وصف الظواهر الهائلة العدد بشكل بسيط واحد هو خطوة خطيرة جدا في مفاهيمنا عن الكون ووجوده))

مايكل غرين

تاريخ ونشأة نظرية الأوتار الفائقة...

في أواخر الثمانينات وبينما كان فيزيائي شاب إيطالي يدعى (غابرييل فينيتسيانو) يبحث عن بعض المعادلات الرياضية التي تصف قوى النواة الكبيرة في الذرة... وفي كتب الرياضيات القديمة التي يملكها وجد معادلة رياضية قديمة عمرها مئتا عام كتبها عالم سويسري يدعى ليونار أويل. فينيتسيانو ذهل باكتشافه أن تلك المعادلات التي اعتبرت لسنين عديدة مجرد فضول رياضي كانت تصف القوى الكبيرة في النواة فعلاً وقام باكتشافه الذي اشتهر به فيما بعد في وصف القوى الكبيرة التي تعمل في نواة الذرة. كان ذلك حدث ولادة نظرية الأوتار.

وبسبب شهرة هذا الاكتشاف فقد وقعت تلك المعادلات في يد فيزيائي أمريكي يدعى (ليونارد سسكيند) اكتشف أن وراء الرموز الرياضية وصف لشيء أكثر من مجرد جزيئات. فالمعادلة تقدم متحولات تصف اهتزازات ووصف لخيوط. قام بدراستها أكثر ووجد أنها عمليا تصف خيوطا مهتزة مثل الخيوط المطاطية الحرة الطرفين، هذه الخيوط بالإضافة لصفاتها في التمدد والتقلص فهي تهتز بشكل دوراني أيضا حسب تلك المعادلة، المضحك أن سسكند عندما قدم بحثه للنشر تم رفضه لعدم أهميته واعتقد أن اكتشافه سيموت.

في تلك الأوقات فإن العلماء كانوا مشغولين في اكتشاف الجزيئات وأنواعها الجديدة الدقيقة بالقيام بتعريضها لسرعات كبيرة و اصطدامها ببعضها لشطرها إلى جزيئات أصغر ودراسة نواتج تلك الإنشطارات. كانت الاكتشافات كبيرة جدا وأنواع الجزيئات المكتشفة كبير. أدى ذلك إلى استنتاجات كبيرة على مستوى الفيزياء أهمها أن قوى الطبيعة يمكن وصفها كجزيئات أيضاً. مثلاً

القوة التي تنشأ بين جسمين هي عبارة عن جزيء (رسول) بينهما، وكلما انتقل بين الطرفين بمعدل أكثر كلما اقترب الجسمان من بعضهما أو بعبارة أخرى –زادت القوة بينهما. أي أن تبادل الجزيئات هو ما يخلق ما نشعر أنه طاقة. وتم فعلاً تأكيد تلك النظريات باكتشاف الجزيئات المسئولة عن القوة الكهرومغناطيسية والقوى النووية القوية (المسئولة عن تماسك النواة في الذرة) والضعيفة (المسئولة عن النشاط الإشعاعي الذري). وشعر العلماء أنهم اقتربوا من تحقيق حلم توحيد القوى الذي بدأه أينشتين. لأن تلك الجزيئات المسئولة عن القوى الثلاث (القوة الكهرومغناطيسية والقوى النووية القوية (المسئولة عن تماسك النواة في الذرة) والضعيفة (المسئولة عن النشاط الإشعاعي الذري)) تبدأ بالتشابه في الخصائص في حال تطبيق حالة الانفجار الكبير أي أنها تنصهر في حرارة وكثافة الكون الشديد عند الإنفجار لتصبح نوعا واحدا من القوى ودعا ذلك الشكل من الفهم بالـ (الشكل القياسي للقوى) standard module العالم ستيفن وينبيرغ، لكن خلف ذلك النجاح برزت مشكلة كبيرة... فذلك الشكل القياسي لجزيئات القوى استطاع أن يصف ثلاث فقط من القوى الرئيسية في الفيزياء مهملا القوة الرابعة (الجاذبية) لأنها كانت تعمل على مستوى مختلف عن العالم الكوانتي الدقيق.

في أواخر السبعينات كان العلماء المتبنون لنظرية الأوتار قليلون ومهملون ويعانون من مشاكل كبيرة في النظرية.. فتلك النظرية مثلا تنبأت بوجود جزيئات عديمة الكتلة تستطيع أن تنطلق بسرعة أكبر من سرعة الضوء (وهذا غير ممكن حسب أينشتين). كانت أيضا تتنبأ بجزيئات بلا كتلة تماماً (غير مرئية وغير ممكن التحقق من وجودها). كانت تحتاج لعشر أبعاد بدلا من الأبعاد الأربعة (ثلاث أبعاد للماكن وبعد زمني). كانت أيضا متضاربة النتائج الرياضية تعطي أرقاما تدل على خطأ معادلاتها. إلى أن جاء العالم جون شوارتز الذي بدأ بوضع تعديلات للنظرية وربط النظرية مع الجاذبية وافتراض أن حجم تلك الأوتار أصغر بمائة مليار مليار مرة من الذرة وبدأت النظرية تأخذ شكلا صحيحا، والجزيء الذي لم يكن يملك كتلة كان بنظر جون شوارتز جزيء (الجرافيتون) Graviton. أو الجزيء المسؤول عن نقل القوة الجاذبية على المستوى الكوانتي. وهو بذلك حل الجزء المفقود الذي قدمه ستيفن وينبيرغ في الشكل القياسي للقوى الذي كان يفتقد لوصف الجاذبية على المستوى الكوانتي. رغم ذلك لم يحظ البحث مرة أخرى بالإهتمام وبقيت النظرية في الظلام وبقي يعمل فيها ويؤمن بها عالمان اثنان من مجتمع العلماء الفيزيائيين هما جون شوارتز ومايكل غرين.

وصل هذان العالمان في أوائل الثمانينات إلى حل المشاكل الرياضية في النظرية وبدأت النظرية تصف القوى الثلاثة الأخرى إلى جانب الجاذبية وهي القوة الكهرومغناطيسية والقوى النووية القوية (المسئولة عن تماسك النواة في الذرة) والضعيفة (المسئولة عن النشاط الإشعاعي الذري).

وقاد هذا الاكتشاف المذهل العلماء إلى التهافت على النظرية بالمئات وحظيت النظرية أخيرا على الاهتمام وتم تسميتها (نظرية الكل) (The Theory Of Everything).

استطاعت النظرية وصف كل مكونات الطبيعة بشكل واحد مذهل فالبروتونات والالكترونات والنيوترونات التي تتكون منها الذرات تتكون من أجزاء أصغر هي الكواركات quarks . تلك الكواركات التي كان يعتقد أنها مادة هي وبحسب نظرية الأوتار عبارة عن أوتار أو خيوط صغيرة جدا من الطاقة مهتزة بعدة اتجاهات وطرق. كل وتر من هذه الأوتار حجمه صغير جدا مقارنة بالذرة. فهو كحجم شجرة من حجم كوكب الأرض.

وكل اهتزاز معين لتلك الأوتار يعطي الجزيء خصائص مختلفة.. فقد يشكل الإهتزاز جزيئا مكونا لذرات المادة أو الطاقة أو الجاذبية، إلكترونات أو جزيئات ألفا أو بيتا..الخ... أي أن كل ما في هذا الكون من مادة أو طاقة أو شحنات هي في الواقع أوتار لكنها مهتزة بطرق مختلفة. والفرق الوحيد بين الجزيئات التي تعطي مادة الخشب والجزيئات التي تعطي طاقة الجاذبية هو طريقة اهتزاز تلك الأوتار فقط.كانت نظرية الأوتار الفائقة حلقة الوصل بين ميكانيك الكم والنظرية النسبية لأنها تفسر وتلغي الفروقات بينهما بناء على طبيعة الأوتار وخصائصها، والكون الفوضوي على المستوى الذري يصبح أقل فوضوية وأقرب إلى الكون الكبير على مستوى الأجسام الكبيرة. وهو نصر كبير على مستوى الفيزياء والرياضيات والكون للعلماء بآن واحد.

نظرة إلى عالم الأوتار الفائقة

حتى تصح نظرية الأوتار الفائقة، وتحقق الخواص التي تقدمها لنا لفهمنا للمادة والجزيئات فإن هذه النظرية احتاجت إلى تطبيق فكرة أشبه بالخيال العلمي لكنها ممكنة... فهي بحاجة لأبعاد إضافية في الكون ولا تكفيها الأبعاد الأربع المعروفة (ثلاثة أبعاد لمكان وبعد للزمان). وهذه أغرب وأهم نتائج تلك النظرية. دعونا نتذكر أن الأبعاد الثلاث المكانية هي ما يمكننا رؤيته وما يحتاج إليه عقلنا للفهم والاستيعاب خلال حياتنا اليومية،لكن لا يوجد مانع علمي أو رياضي من وجود أبعاد أخرى لا ندركها بحواسنا المجردة. المذهل أكثر أن تلك الأبعاد أقرب إلينا مما نتصور، لكننا لا ندركها لصغر حجمها. سنذكر مثالا يوضح ذلك.

إن نظرنا لعمود من الكهرباء من مسافة بعيدة نسبيا فسيبدو لنا كخط مستقيم (له بعدين اثنين فقط) لكن كلما اقتربنا من العمود فإن بعدا ثالثا سيظهر له (سماكته). وحتى تشكل الأوتار الفائقة تلك التشكيلة الكبيرة من الجزيئات والخصائص المختلفة لها فإن عليها أن تهتز في فضاء يملك

أكثر من ثلاثة أبعاد، في الواقع فإنها تحتاج لتسع أبعاد مكانية إضافة إلى البعد الزمني والنتيجة عشر أبعاد.
تلك الأبعاد الصغيرة أقرب ما يمكن تخيلها إلى سطوح متداخلة على مستوى صغير جدا

البعد الحادي عشر وأهميته...

رغم الأهمية الكبيرة التي وصلت إليها نظرية الأوتار الفائقة فإنها كانت تعاني من مشكلة كبيرة تحديدا في أواسط الثمانينات من القرن المنصرم... لأنها لم تكن نظرية واحدة بل خمس نسخ من النظرية.. وكانت تلك مشكلة كبيرة فالعلماء في النهاية يبحثون عن نظرية واحدة تصف الكون لا خمسة نظريات، إلى أن أتى العالم إدوارد ويتن Edward witten وقام بجعل تلك النسخ الخمس في شكل نظرية واحدة أطلق عليها اسم نظرية إم M-theory لكنه اضطر لإضافة بعد جديد وصارت النظرية بأحد عشر بعداً. وحتى تقوم الأوتار الفائقة بالاهتزاز بالشكل الكافي فإنها تحتاج لأحد عشر بعداً.. كان البعد الإضافي الذي أضافه العالم إدوارد ويتن ذو نتائج خطيرة على النظرية. فذلك البعد يسمح للوتر المهتز بالتمدد والاهتزاز بمساحة كبيرة جدا تصل إلى حجم الكون نفسه مشكلا غشاءا تمت دعوته بالـ membrane أو اختصاراً brane هذه الفكرة قادت إلى استنتاج أننا نعيش على غشاء كوني سببه اهتزاز الأوتار، وأننا نعيش في كون موجود على غشاء في كون آخر ذو أبعاد أكثر وكأننا موجودون في شريحة من كون مؤلف من عدة شرائح (أغشية) – (membranes). هذا قد يعني أيضا أن تلك الأبعاد والعوالم قد تكون ملاصقة لنا وحولنا في كل مكان لكننا لا نستطيع الإحساس بها لأن جزيئاتنا لا تستطيع اختراق الغشاء الذي نعيش عليه بكل بساطة. هذه الفكرة حصلت على أهميتها أيضا في موضوع الجاذبية.

حل مشكلة الجاذبية مع نظرية الأوتار الفائقة

منذ حوالي ثلاثمائة سنة من أيام اسحق نيوتن والجاذبية هي أقدم القوى الفيزيائية التي تعرف عليها البشر ورغم ذلك فقد بقيت معضلتهم الكبرى فهم طبيعتها وماهيتها. ورغم أن المعتقد أن الجاذبية هي قوة كبيرة (لأنها تربطنا إلى الأرض، وتبقي القمر إلى الأرض، والأرض والشمس) إلا أن العلم اكتشف قوى فيزيائية أكبر بكثير من قوة الجاذبية. فالقوة الكهرمغنطيسية أقوى بكثير من قوة الجاذبية.. نحن نستطيع رفع قطعة من الحديد بمغنطيس صغير متحديا قوة جذب الأرض بأكملها لتلك القطعة... الواقع أن الحسابات تشير إلى أن القوة الكهرمغنطيسية أقوى بألف مليار مليار مليار مرة من قوة الجاذبية أي أقوى بواحد إلى جانبه ٣٩ صفراً... وهو فرق هائل جدا. هذا الضعف الشديد في الجاذبية أثار حيرة العلماء لسنوات عديدة. إلى أن أتت نظرية الأوتار الفائقة وغيرت نظرة العلماء إلى الجاذبية. فقد تكون قوة الجاذبية قوية كما القوة

الكهرومغناطيسية أو باقي القوى، لكنها تبدو ضعيفة لنا بسبب خاصية الأوتار. الأوتار كما رأينا هي التي تكون الجزيئات المسئولة عن نقل الطاقة، ماذا لو أن الجزيء المسئول عن نقل قوة الجاذبية Graviton كان جزيئا غير مستقر في كوننا، ماذا لو كان الجزيء يتسرب إلى الأبعاد الأخرى فيبدو تأثيره ضعيفا في عالمنا؟

تلك هي الفكرة المهمة الأخرى التي قدمتها نظرية الأوتار الفائقة في فهم طبيعة الجاذبية فجزيئات الطاقة التي نعرفها والجزيئات التي تشكل المادة التي يتكون منها كل ما هو موجود في الكون تحافظ على بقائها في البعد الذي نوجد به، والغشاء المكون من اهتزاز الأوتار في البعد الحادي عشر يحجبنا عن أكوان في أبعاد أخرى... لكن جزيء الجاذبية Graviton حسب نظرية الأوتار الفائقة مكون من وتر مغلق النهايات (كحلقة). وهذه الخاصة تجعله حرا طليقا غير مرتبط بالبعد الذي نوجد فيه مما يؤدي إلى تسربه من الغشاء الذي نعيش فيه إلى أبعاد أو أكوان أخرى، لذا لا نشعر بقوته بسبب اختفائه السريع من بعدنا.

تلك الأفكار دفعت العلماء لفرضيات كنا نحسبها (خيالا علميا بحتاً)، يقول أحد علماء نظرية الأوتار الفائقة (لو وجدت حياة أخرى في بعد آخر فإن جزيئات الجاذبية قد تكون طريقة في اتصالنا مع ذلك البعد بتحرير جزيئات الجاذبية بشكل كبير لأنها تستطيع التملص من الغشاء الذي تسببه الأوتار في البعد الحادي عشر – طبعا هذا كلام ممكن نظريا لا عمليا بعد).

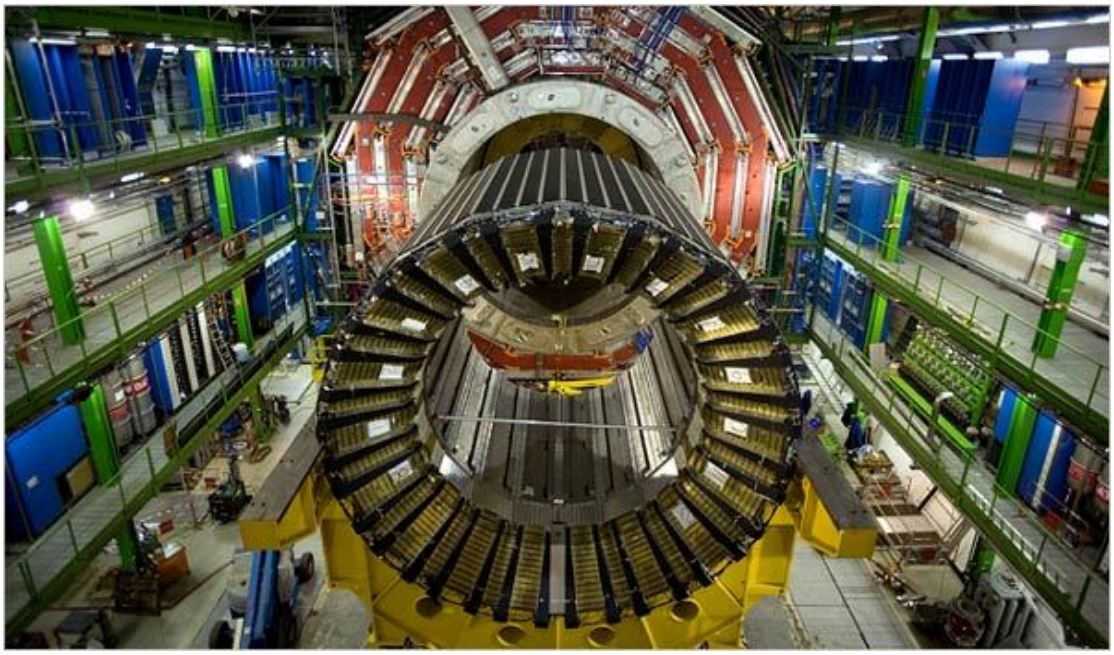
منشأ الانفجار العظيم ونظرية الأوتار الفائقة.

تقدم نظرية الأوتار الفائقة افتراضاً جريئا آخر يقول بما أننا نعيش في كون محمول على غشاء كبير شكلته الأوتار المتمددة في البعد الحادي عشر فهذا لا يمنع وجود غشاء آخر يحمل كونا أخر بالقرب منا، بل لا مانع إطلاقا من حدوث تماس بين تلك الأغشية من وقت لآخر يؤدي إلى تحرير طاقة كبيرة تولد انفجارا كبيرا لكون آخر.

مشكلة النظرية في الوقت الحاضر...

النظرية ورغم سلامتها وقوتها الرياضية التي تفسر العديد من الظواهر التي احتار بها العلماء إلا أنها تملك مشكلة مهمة فهي بالإضافة لكونها تحتاج لكثير من الافتراضات... فلا يمكن التحقق من وجود الأوتار في المخبر حالياً لصغرها الشديد... وهذا يضعها في خانة فلسفية لا علمية، فالعلم مبني على الاستقراء والملاحظة والقياس، لكن هذا لا يمنع العلماء الآن من السعي للتحقق منها.و برأي العلماء، هناك بوادر أمل، فإذا كانت الأوتار موجودة منذ بدء الكون فلا بد أنها تركت أثرا على محتويات الكون من نجوم أو كواكب، وتمدد هذا الأثر بتمدد حجم الكون وتلك

فكرة يتم التقصي عنها،والتجربة التي يجريها العلماء في أوروبا والتي تسمى أكبر تجربة في تاريخ العلم قد تساعد في الحصول على معلومات تؤيد هذه النظرية



وقبل أن نغادر...

كثيرا ما عمل العلماء على نظريات انتهت بالفشل، وكثيرا ما أنفق العديد الوقت على نظريات لم تثبت صحتها تماماً، ونظرية الأوتار الفائقة ليست استثناءاً... لكن العلماء مؤمنون بأنها تقدم تفسيرات منطقية لظواهر محيرة في السابق، وهم يعتقدون أن أناقة تلك النظرية علميا ستقودهم إلى العديد من الإجابات عن هذا الكون ومن أين أتى. يقول ستيفن وينبيرغ (لا أعتقد أن نظرية بتلك القوة الرياضية التي تملكها نظرية الأوتار الفائقة في تاريخ العلم باءت بالفشل تماما، لا بد أن تقدم هذه النظرية شيئا لمعارفنا يوما ماً. والكل هنا يعمل عليها بجد كبير).

المراجع:

١. مصطفى محمود،اينشتين والنسبية

٢. ستيفين وينبيرغ ، الدقائق الثلاث الأولى

٣. براين غرين، الكون الأنيق

٤. كتب خير شواهين