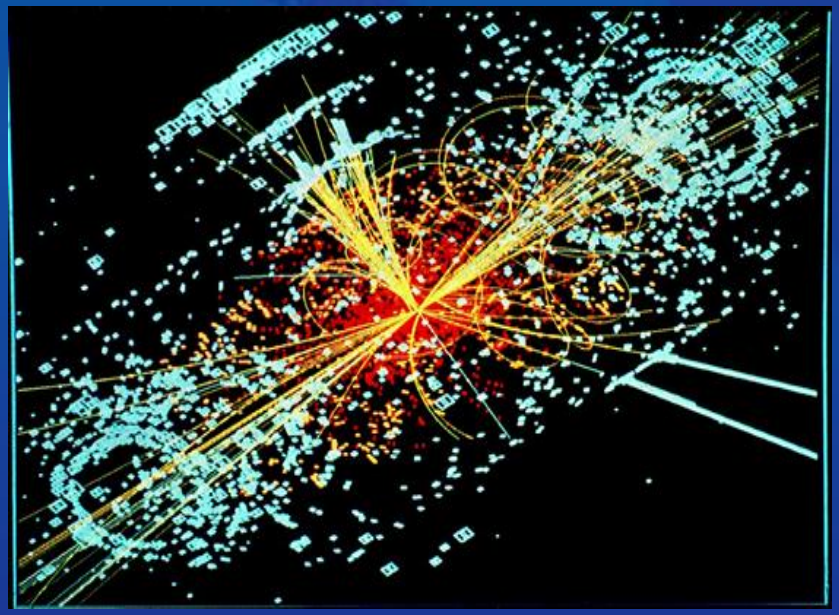
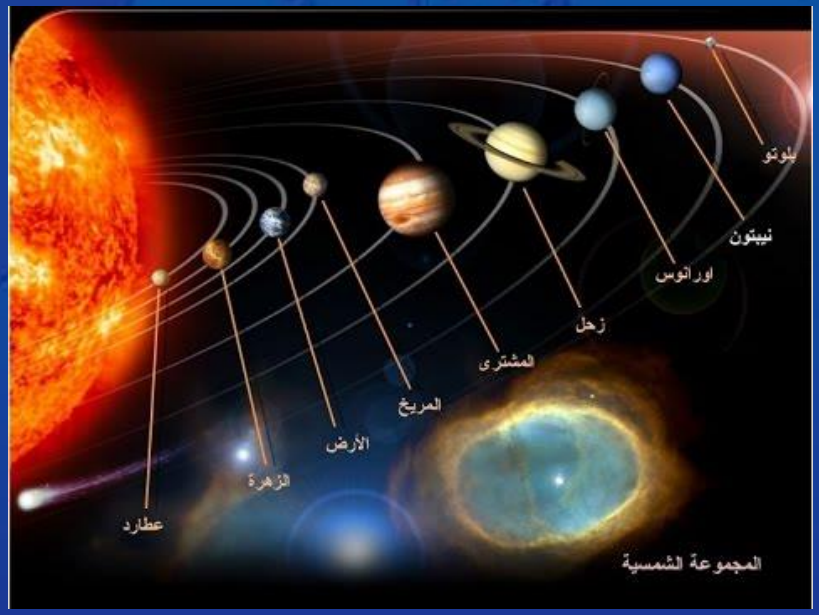
أسرار الطبيعة من الفلك الى الذرة

د/ عبدالجليل الخليفه

هل فهمنا الكون؟ ماهي الأسرار العجيبة في هذا الخلق؟

مراجعة لبعض النظريات و الأفكار منذ عصر اليونان و حتى عصرنا الحاضر





(سنريهم آياتنا في الآفاق)

القرآن الكريم، سورة فصلت 53

الجزء الثالث

النسبية الخاصة 1905

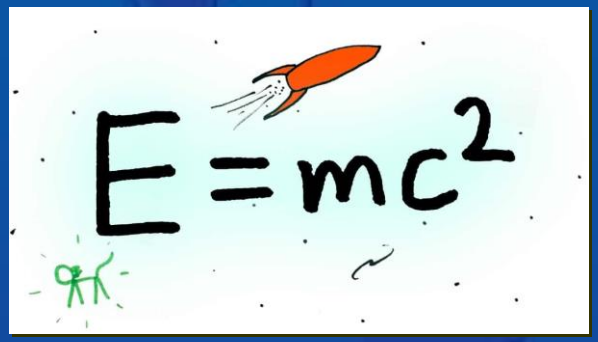
- كيف تتغير القوانين الفيزيائية عندما تتحرك الأجسام بسرعة كبيرة؟
- مسلمتي اينشتين:
  - سرعة الضوء في الفراغ ثابت كوني بغض النظر عن سرعة و مكان الراصد
  - القوانين الفيزيائية ثابتة في جميع أطر الأسناد القصورية (نفس مسلمة غاليليو)
- أستنتج اينشتين عام 1905 تحويلات لورنتز في ورقته العلمية بطريقة آخرى
- أستخدم اينشتين تجارب ذهنية لإثبات نظريته
- الزمن ليس مطلقا في الكون بل هو نسبي فكل اطار قصوري سيرصد زمنا مختلفا عن الآخر

النسبية الخاصة (1905)

- سميت خاصة لأنها تدرس الأجسام التي تتحرك بسرعة ثابتة
- الأحداث المتزامنة في اطار قصوري قد لاتكون متزامنة في اطار قصوري آخر
- ملاحظة: الاطارالقصوري هو الاطار الساكن او الاطار الذي يتحرك بسرعة ثابتة
- عندما يتحرك جسم بسرعة عالية جدا بالنسبة لراصد ما فإن:
  - الطول ينكمش
  - الزمن يتباطأ
  - الكتلة تزداد
- لاوجود للأثير بل الضوء يتحرك في الكون كجسيمات لها طاقة
- السرعة الكونية القصوى هي سرعة الضوء
- الطاقة هي حاصل ضرب الكتلة في مربع سرعة الضوء

قوانين النسبية الخاصة

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



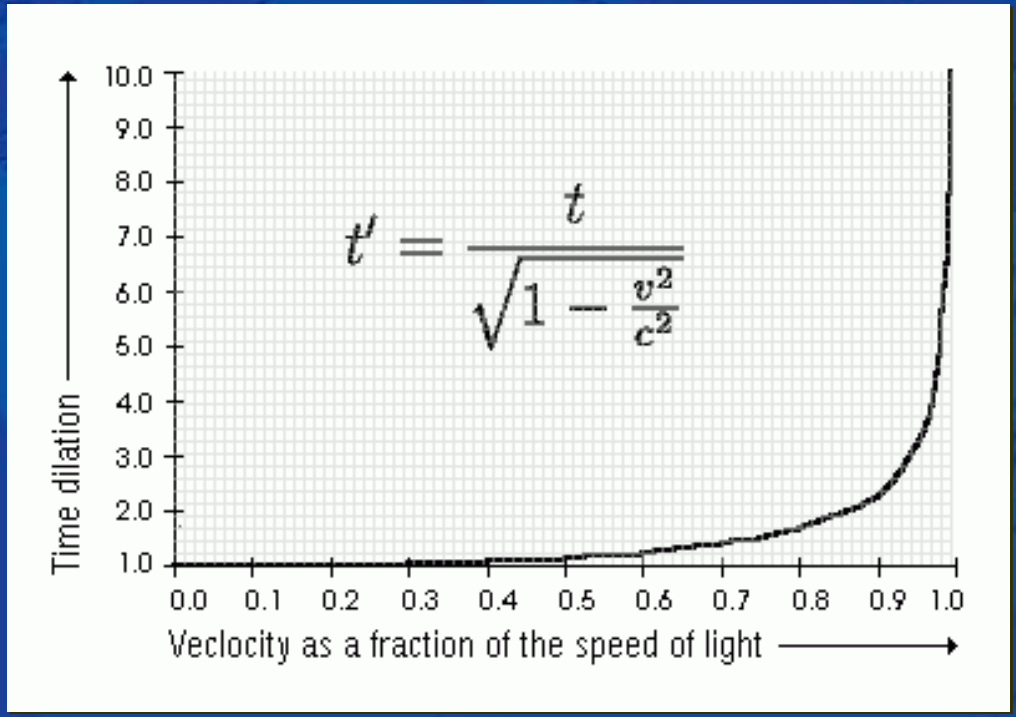
$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$\Delta t'$ = Moving Clock's Period Δt = Stationary Clock's Period

v = Speed of the Moving Frame c = Speed of Light

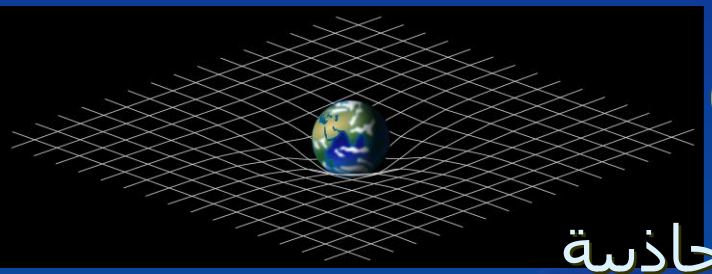
$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

تمدد الزمان


$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Time dilation
10.0
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0
Veclocity as a fraction of the speed of light

هيرمان مينكوفسكي (1907)

- أدرك مينكوفسكي في عام 1907م أن نظرية النسبية الخاصة التي نشرها تلميذه السابق ألبرت آينشتاين في عام 1905م استنادا إلى الأعمال السابقة للورنتز وبوانكاريه، يمكن أن تفهم بشكل أفضل في فضاء رباعي الأبعاد،والمعروف باسم "زمكان مينكوفسكي"، حيث لايتم الفصل بين المكان والزمان ولكن يندمجان في أربعة أبعاد سميت نسيج الزمكان



النسبية العامة (1915)

- النسبية العامة هي النظرية الهندسية للجاذبية
- بينما تهتم النسبية الخاصة بالحركة بسرعة منتظمة وفي خط مستقيم، تدرس النسبية العامة جميع الأجسام سواء تحركت حركة منتظمة في خط مستقيم أم في حالة تسارع.
- كلما أسرع الجسم كلما أمتد نسيج الزمكان و تغير شكله و تباطأ الزمن
- الحركة بسرعة ثابتة توجد تغيرا ثابتا في نسيج الزمان و المكان
- التسارع هو سقوط للأجسام بسرعة ثابتة على نسيج زمكان منحني، لذلك فهي ستسقط سقوطا حرا فتتحرك بسرعة ثابتة الى مالانهاية بناء على قانون القصور الذاتي
- كتل الأجسام طاقة تحني نسيج الزمكان.
- الأنحناء يعتمد على كبر الكتلة أي الطاقة المؤثرة

نسيج الزمكان

- السرعة الثابتة على نسيج زمكان منحني يعني تغيير الإتجاه و اختلاف السرعة، فكيف نفسر القصور الذاتي هنا؟
- الهندسة الغير اقليدية تقول أن المنحنى الذي يمر في الدائرة العظمى التي تحوي مركز الكرة هو خط مستقيم (خط الأستواء) او خطوط الطول التي تمر في القطبين و تحوي مركز الأرض و تتعامد على خط الأستواء
- الأجسام تتحرك عليها دون الحاجة الى قوة لأنها خطوط مستقيمة
- جاذبية نيوتن هي بين الكتل، لكن اينشتين يعتبر الكتلة طاقة
- الطاقة تحني نسيج الزمكان
- الأرض تحني نسيج الزمكان فيسقط القمر سقوطا حرا في الخطوط المنحنية التي هي في الواقع مستقيمة
- الضوء يأخذ مسارات منحنية حول الكتل الكبيرة كالشمس

النسبية العامة(1915)

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}R\,g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

- مجموعة عشر معادلات للنسبية العامة والتي تصف تأثر الجاذبية جراء انحناء نسيج الزمكان مع كل من المادة والطاقة و التحرك الخطي
- قيمة الجاذبية يحددها مقدار الانحناء في نسيج الزمكان نتيجة الطاقة المستقرة عليه كطاقة الأرض او الشمس
- انحناء نسيج الزمكان يتناسب مع مساحة السطح المنحنى و زاوية انحراف الأتجاه المماس
- اثناء كسوف الشمس عام 1919 ثبت انحناء أشعة النجوم حول الشمس و هي في طريقها الى الأرض

نتائج النسبية

1. انحناء الضوء : جاذبية نيوتن هي بين الكتل، الضوء ليس كتلة فلا تنطبق عليه جاذبية نيوتن، لماذا ينحني الضوء؟
   - ينحني لأن نسيج الزمكان الذي يتحرك فيه الضوء هو منحني بسبب الكتل ككتلة الشمس و الأرض
2. الأنزياح الأحمر
3. عدسة الجاذبية
4. أمواج الجاذبية

اثبات انحناء الضوء (1919)

- تم رصد النجوم في احدى المجرات ليلا لمعرفة مواقع النجوم
- خلال كسوف الشمس عام 1919، تم رصد نفس النجوم نهارا للتأكد من تطابق مكانها مع ما تم رصده ليلا
- مقارنة الرصدين أوضحت أن مواقع النجوم قد تغيرت و هذا دليل على انحناء أشعة النجوم في النهار حول الشمس قبل وصولها الى الأرض، بعكس أشعتها ليلا التي وصلت الى الأرض مستقيمة بدون انحناء.

عدسة الجاذبية

- المجرات الكبيرة تعمل كعدسات توجه أشعة المجرات التي خلفها الى الأرض فنستطيع بذلك مشاهدة نجوم و مجرات بعيدة جدا
- هذا الانعكاس أحيانا يشكل حلقة بيضاء تدير بالمجرة التي تحني الضوء الذي خلفها فيشكل الضوء حلقة بيضاء تدير بالمجرة
- هذا الأنعكاس من نجم حول نجم آخر قد يكشف لنا عن كواكب صغير في الكون تم توجيه الضوء المنحني عليها

تمدد الزمن

Gravitational Time Dialtion

- كلما زادت الكتلة كلما أنحنى الزمكان أكثر كلما تمدد الزمن أكثر، فمن يعيش على الأرض يكبر و يهرم نسبة لمن يعيش على الشمس و هكذا
- الثقب الأسود يحمل كتلة لانهائية و لذلك يتوقف الوقت
- القمر الصناعي يدور حول الأرض كل تسعين دقيقة، و بسبب سرعته فإن الوقت يتباطأ هناك مقارنة بالوقت على الأرض. حساب هذا التباطؤ ضروري خاصة عند استخدام GPS

الأنزياح الأحمر (الأنزياح الأزرق)

Red Shift - Doppler Effect

- الضوء الصادر من أي جسم قد يبدو أحمرا او أزرقا بناء على:
  - سرعة الجسم
  - إتجاه السرعة، أي هل يقترب الجسم المتحرك نحو الراصد او يبتعد
  - جاذبية المصدر
- ان كان الجسم المصدر للضوء ساكن فالنور يبدو أبيض
- ان كان الجسم يتجه بعيدا عن الراصد فستمتد الموجة و يصبح طولها أكثر فتبدو حمراء و ان كان الجسم يقترب من الراصد فسيقصر طول الموجة ويبدو اللون أزرق
- تم اثباته 45 سنة بعد ان تنبأ بها أينشتين

أمواج الجاذبية

- لو أفترضنا أن الشمس أختفت فجأة فإن قانون الجذب العام لنيوتن يتنبأ ان المجموعة الشمسية ستتفتت في نفس الوقت، أي أن التأثير لحظي، و لكن هذا يتعارض مع أن السرعة الكونية القصوى هي سرعة الضوء
- نظرية أينشتين النسبية تتنبأ أنه لو أختفت الشمس فسيتأثر نسيج الزمكان و هذا التغير سينتقل بسرعة الضوء عبر المجموعة الشمسية يعني ان التأثير ليس لحظيا و انما على شكل موجة زمكانية تتحرك بسرعة الضوء
- الجاذبية تنتقل كموجة في الكون أي أن نسيج الزمكان يتموج بسبب كتلة الكواكب و النجوم و لكن هذا التموج يسير بسرعة الضوء فقط و ليس لحظيا

أمواج الجاذبية

- النجوم النيوترونية كثافتها كبيرة و أنصاف أقطارها قصيرة (كتلة الشمس تعادل كتلة نجم نيوتروني نصف قطره 10 كم فقط) و هي تسرع بصورة شديدة جدا و تلتحم ببعضها مسببة تموجات في الزمكان يمكن التقاطها على الأرض
- جهاز LIGO ركب عام 2002 لقياس تداخل الضوء ألتقط إشارة تموج الجاذبية عام 2015، كتلة النجم 30 ضعف كتلة الشمس مما يعني أنها ليست نجوم نيوترونية و انما ثقوب سوداء تدور على بعضها بسرعة 60% من سرعة الضوء ثم أندمجت. هذا الأندماج أنتج طاقة تعادل خمسين ضعف طاقة النجوم في الكون المنظور
- هكذا ثبتت أمواج الجاذبية بعد مائة عام بعد ان تنبأ بها أينشتين

- لقد أبدع اينشتين فنفى مسلمة الأثير و اثبت فيزيائيا أن الزمن ليس مطلقا كونيا بل هو نسبي يتغير حسب سرعة الراصد
- بينما عالج نيوتن و اينشتين الأجسام الكبيرة، بقيت الجسيمات الذرية الصغيرة و هو ما ستدرسه فيزياء الكم

شكرا لكم