

النسبية...

المحاضرة الرابعة

الطول النسبي (تقلص لورنس)

تنص النظرية النسبية على أن الأطوال تقصر "في اتجاه الحركة" وذلك عندما يقوم مشاهد خارج النظام بقياسها . وعلى سبيل المثال إذا افترضنا قطارا يسير بسرعة v مقارنة من سرعة الضوء c وبه راكب يقوم بقياسه ونفترض أن الطول الذي يحصل عليه داخل القطار L . ونفترض مشاهد واقف على رصيف المحطة يقوم هو أيضا بقياس القطار الذي يمرق أمامه بالسرعة v فهو يحصل على الطول L . العلاقة بين الطولين يحددها معامل لورينس الذي يعتمد على مربع النسبة بين سرعة القطار وسرعة الضوء c^2 / v^2 . أي أن المشاهد الواقف على المحطة يقيس القطار المار من أمامه بالطول L بينما يقيسه راكب القطار (ويتحرك بنفس سرعة القطار) بالطول L ، وهذا ما تعنيه "النسبية" ، أي نسبية قياس طول القطار بالنسبة لمشاهدين أحدهما يتحرك مع القطار ويقيسه والآخر يشاهده من المحطة ، تختلف النتيجة.

وكما تحدثت نسبية قياس الأطوال وعلى الأخص عندما تقترب سرعة النظام المتحرك بسرعة مقارنة من سرعة الضوء فتصبح ملحوظة كذلك يكون قياس الزمن نسبي بالنسبة لشخص يتحرك مع الصاروخ وآخر واقف على منصة الإقلاع .

عندما تكون السيارة ثابتة فإن طولها يكون هو الطول الحقيقي وهو الطول الذي يقيسه المراقب الثابت بالنسبة للسيارة أما إذا كانت السيارة متحركة بسرعة قريبة من سرعة الضوء فإن طولها سوف ينكمش وسوف يقيسه المراقب المتواجد على الطريق (محور إسناده مختلف عن محور إسناد السيارة).

تكتب معادلة الطول النسبي :

$$L = L_o \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad \dots \dots \dots H.W$$

بعض الأمثلة المحلولة:

مثال 1: سيارة تقطع 1 km في 50 s وذلك بالنسبة لراصد على سطح الأرض. فما الزمن الذي تقطع فيه المسافة نفسها بالنسبة لراصد من سفينة فضاء تنطلق من الأرض بسرعة 0.95 c

1 - إذا كانت السفينة تنطلق عمودياً على خط سير السيارة . 2 - إذا كانت منطلقة بخط سير السيارة .

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0.95 c)^2}{c^2}}} = 3.2$$

1 - لا يوجد تقلص بالمسافة لأن اتجاه المركبة الفضائية عمودي على المسافة المقطوعة. لذلك بالنسبة للراصد فان السيارة تقطع 1 km بزمن قدره :

$$t = \gamma t_o = 50 * 3.2 = 160 \text{ s}$$

2 - بالنسبة للراصد يحدث تقلص بالمسافة قدره :

$$L = \frac{L_o}{\gamma} = \frac{1}{3.2} = 0.31 \text{ km}$$

اذن بالنسبة للراصد في السفينة فان السيارة تقطع مسافة 1 km في 517 s . بمعنى بالنسبة للراصد بالسفينة السيارة تقطع 0.31 km في زمن 160 s . فان السيارة تقطع مسافة 1 km في 517 s .

مثال :إذا علمت أن الزمن الحقيقي لبقاء جسم ما هو $100 \times 10^{-6} \text{ sec}$ ،

1 - كم يبدو زمن بقاءه إذا كان متحركاً في المختبر بسرعة 0.96 c .

2- كم تبلغ المسافة التي يقطعها الجسم في المختبر خلال فترة بقاءه؟

3 - كم تبلغ المسافة التي يقطعها الجسم بالنسبة لمراقب ثابت في مجموعة إسناد الجسم؟

الحل :

يقاس الزمن الحقيقي لجسم من خلال مراقب ثابت بالنسبة للحدث وهذا يعني ان

$$t_0 = 100 \times 10^{-6} \text{ sec}$$

و بتطبيق معادلة التأخير الزمني لايجاد الزمن :

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{(0.96c)^2}{c^2}}}$$

$$t = 2.6 \times 10^{-4} \text{ sec}$$

2 - المسافة التي يقطعها الجسيم في المختبر خلال فترة بقائه x :

$$L_0 = vt_0 = 74880 \text{ m}$$

3 - المسافة التي يقطعها الجسيم بالنسبة لمراقب ثابت في مجموعة إسناد الجسيم :

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 2 \times 10^4 \text{ m}$$

س/H.W سفينة فضائية طوله على الأرض 100m، أصبح طوله عند الطيران 99m. جد سرعه السفينة؟

س/H.W : مراقب يقف على رصيف محطة قطار يمر به قطار سرعته $v = 0.8c$ يقيس هذا المراقب طول

الرصيف ويجده 60m ويلاحظ هذا المراقب أيضا أن مقدمة القطار ومؤخرته ينطبقان مع نهايتي الرصيف.

1 - ما هو الزمن الذي يستغرقه مرور القطار بنقطة ثابتة على الرصيف بالنسبة للمراقب الواقف على الرصيف؟

2 - ما هو الطول الحقيقي للقطار، (كما يقيسه أحد ركاب القطار)؟

3 - ما هو طول الرصيف كما يقيسه أحد ركاب القطار؟

4 - ما هو الزمن الذي يستغرقه مرور القطار بالنسبة لنقطة ثابتة على الرصيف كما يقيسه أحد ركاب القطار؟