النظرية النسبية المطلقة
و
النظرية النسبية الخاصة المعلمية
و
النسبية المتعددة دون القصور الذاتي

تأليف

فلورنتن سمرانداكة

ترجمة

عبدالله احمد خضر الجبوري

ISBN 978-9922-763-04-0

9 789922 763040

NSIA/ Iraqi Branch Publishing House

Nineveh, Iraq 2025

تأليف فلورنتين سمرانداكة

ترجمة : عبدالله احمد خضر الجبوري

النظرية النسبية المطلقة

و

النظرية النسبية الخاصة المعلمية

و

النسبية المتعددة دون القصور الذاتي

Publisher
NSIA/ Iraqi Branch Publishing House
Nineveh, Iraq

ISBN
978-9922-763-04-0

NSIA/ Iraqi Branch Publishing House
2025 Nineveh, Iraq

المحتويات

الفصل 3.

النظرية النسبية المطلقة (ATR):

46

الفصل 4.

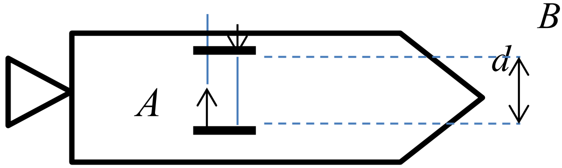
الفصل 5.

الفصل 6.

مقدمة

(النسبيات المتعددة)

في **الفصل الأول** من هذا الكتاب، نناقش تجربة أينشتاين الفكرية مع الساعات الذرية: يتحرَّك صاروخ بسرعة ثابتة v بالنسبة إلى الأرض. في داخل الصاروخ، تنبعث نبضة ضوئية من مصدر من A إلى مرآة B التي تعكسها إلى A حيث يتم رصدها. حركة الصاروخ وحركة النبضة الضوئية متعامدة. يوجد مراقب في الصاروخ (رائد الفضاء) ومراقب على الأرض. إن مسار النبضة الضوئية (هي المسافة التي تقطعها النبضة الضوئية)، الزمن المنقضي الذي تحتاجه لقطع هذه المسافة، وسرعة النبضة الضوئية التي تقطعها يدركها الراصدان بشكل مختلف { اعتمادا على النظريات المستخدمة في هذا الكتاب }.



الشكل $(p1)$

النظرية النسبية الخاصة (STR) تعمل بشكل جيد في الزمكان S_c حيث سرعة الضوء c هي السرعة القصوى وتنطبق عليها الجمع النسبي للسرع:

$$v1 \oplus_c v2 = \frac{v_1+v_2}{1+\frac{v_1 v_2}{c^2}} \qquad (p1)$$

تم عرض عدة أمثلة غير بديهية للصيغة (p1). أيضًا، في رأينا أنه لا يوجد تمدد زمني حقيقي ولا انكماش طول حقيقي، ولكن يوجد تمدد زمني ظاهري وانكماش طول ظاهري.

ومع ذلك، قمنا بتوسيع هذه الصيغة، بالاستقراء، باستخدام برهان متكرر، للجمع النسبي للسرع اللحظية $n \geq 2$.

نوضح أن الصيغة (p1) وامتدادها يمكن توسيعها بصورة مباشرة لتشمل الزمكان S_K حيث السرعة القصوى $K > 0$، والتي من الممكن أن تكون أصغر أو أكبر من c. وبالتالي، يصبح الجمع النسبي للسرعتين في S_K هو:

$$v1 \oplus_K v2 = \frac{v_1+v_2}{1+\frac{v_1 v_2}{K^2}} \qquad (p2)$$

وفي المقابل فان جميع الصيغ ذات الصلة من STR يمكن ترجمتها إلى الزمكان S_k وذلك عن طريق استبدال c بـ K: وعندها نحصل على عامل لورنتز المعمم، وقاعدة منكوفسكي المعممة، وتمدد الزمن المعمم، وتقلص الطول المعمم، وكمية الحركة النسبية المعممة، والطاقة المعممة، والطاقة الكلية المعممة، والطاقة الحركية المعممة.

في **الفصل الثاني**. سنقدم فرضيتنا القائلة بأنه لا يوجد حد اقصى للسرعة في الكون ومن الممكن للمرء أن نبني سرعات افتراضية من الصفر إلى ما لا نهاية (سمارانداش –1972)، وبالتالي دحض فرضية سرعة الضوء. نحن نعتبر أن هذه السرعات والظواهر المرتبطة بها لا تنتهك مبدأ السببية، ولا تنتج سفرا عبر الزمن، ولا تستلزم طاقة لا نهائية للجسيمات التي تتحرك بسرعة أكبر من سرعة الضوء.

في حين أن أينشتاين اعتبر ان كلا من الفضاء و الزمان نسبيان ولكنه افترض أن السرعة المطلقة للضوء، فإننا نفعل العكس في الفصل الثالث: فنحن نعيد تجربة أينشتاين مع الساعات

الذرية باعتبار الزمان والفضاء مطلقان مع السرعة المطلقة (وفقًا لفرضيتنا السابقة). لهذا السبب نسمي نظريتنا النظرية النسبية المطلقة (ATR).

وفقًا لهذه النظرية، فإن سرعة الفوتون في الصاروخ، بالنسبة إلى المراقب على الأرض، هي

$$x = \sqrt{v^2 + c^2} \qquad \text{(p3)}$$

وهو ما يتوافق مع مقدار الجمع الاتجاهي أي ان, $x = |\vec{v} + \vec{c}|$ لأن $\vec{c}$ و $\vec{v}$ متعامدان:

الشكل $(p2)$

وبالتالي فإن $x > c$.

لذلك في ATR، نستبدل المجموع النسبي للسرع لانشتاين $(p1)$ بـ $(p3)$، مما يسمح بسرعات تفوق سرعة الضوء.

بما أنه في النظرية النسبية المطلقة لا يوجد تمدد زمني ، فنتيجة لذلك فانه لا يوجد انكماش للطول، ولا تزامن نسبي. فيصبح عامل لورنتز يساوي 1، فيكون بذلك عديم الفائدة.

ونتيجة لذلك، فان العديد من المفارقات النسبية يتم تجاهلها: مثل مفارقة Ehrenfest (1909)، ومفارقة Twin (1911)، ومفارقة سفينة الفضاء لـ Bell (1959)، ومفارقة W. Rindler عن سقوط رجل في شبكة (1961)، ...إلخ.

إن الصيغة الفيزيائية الشهيرة $E_0 = mc^2$ هي صيغة مثيرة للجدل: بما مضمونه لماذا يجب أن تعتمد على سرعة الضوء؟

وبالمثل:

أ) تجربة Michelson–Morley (1881، 1883–1887) التي لم تكتشف الأثير، والتي كانت تعني ضمنياً (STR) قد تكون خاطئة بسبب عدم دقة أدوات القياس أو بنية هذه الادوات. ربما يكون الأثير قليل الكثافة ولا يكاد يمكن إدراك تدفقه،

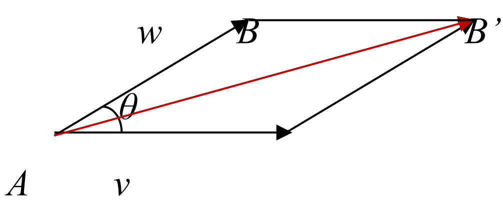
ب) وقد يكون ثبات سرعة الضوء في الفراغ خطأ، لأن سرعة الضوء قد تعتمد على المصدر الباعث للضوء، فكلما كان المصدر الباعث للضوء أقوى كانت نبضته الضوئية أسرع،

لأنه إذا نتجت نظرية غير متسقة عن بعض الأفكار، فلا بد أن تكون تلك الأفكار غير متسقة أيضًا.

قد لا تكون جميع قوانين الفيزياء تعمل في جميع أنظمة القصور الذاتي.

كمثال مضاد دعونا نعتبر قانون جمع السرعات في نظام قصور ذاتي معين S_i. دعونا نأخذ السرعتين المتزامنتين وفي نفس الاتجاه $v_1 = 0.8c$ و $v_2 = 0.9c$. في STR نحصل على $v_1 + v_2 = 0.988372c$ بينما في ATR نحصل على نتيجة مختلفة: $cv1 + v2 = 1.7$.

يعمم ATR الإضافة النسبية للسرعات بالطريقة التالية: بدلاً من الفوتون نعتبر أي جسيم يتحرك من A إلى B بسرعة $w > 0$ بحيث تكون الزاوية بين متجه اتجاه الجسيم w ومتجه اتجاه الصاروخ v هو θ، مع $0 \leq \theta \leq \pi$:



الشكل (p3)

$$x = \sqrt{v^2 + w^2 + 2vw \cdot cos\,\theta}$$
$$\text{or } x = \left|\vec{v} + \vec{w}\right| \qquad \text{(p4)}$$

وهو تعميم لـ (p3).

من الممكن أن تصف المحاكاة الحاسوبية وبصورة أفضل المنحنى الناتج AB' [من الشكل (p3)] كما يراه الراصد على الأرض. ونحن هنا نقرّبِه بخط مستقيم.

في الفصل الرابع، سندرس الحالة العامة لتجربة أينشتاين الفكرية مع الساعات الذرية، عندما نفترض عدم معرفة أي شيء عما إذا كان المكان والزمان نسبيين أو مطلقين أو ما إذا كانت سرعة الضوء هي سرعة مطلقة أم لا.

ومن ثَمَّ، نحصل على النظرية النسبية الخاصة البارامترية (PSTR). ومعادلتها هي:

$$x = \sqrt{v^2 + c^2\left(\frac{\Delta t'}{\Delta t}\right)^2} \qquad \text{(p5)}$$

حيث x هي سرعة الفوتون كما يقيسها الراصد على الأرض، $\Delta t'$ هو الزمن المنقضي كما يقيسه رائد الفضاء، و Δt هو الزمن المنقضي كما يقيسها الراصد على الأرض.

والباراميتر لـ PSTR هو:

$$\tau = \frac{\Delta t^{'}}{\Delta t} \qquad (p6)$$

حيث $\tau \in (0، +\infty)$.

الـ PSTR الخاص بنا لا يعمم فقط STR الخاص بأينشتاين، ولكن أيضًا الـ ATR السابق، وثلاث احتمالات نسبية أخرى ممكنة [3،4 و 5 وكما يلي] والتي يمكن للقراء دراستها، على النحو التالي

1. إذا كانت $\tau = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ ، عندها سنحصل على النظرية النسبية الخاصة.
2. إذا كان $\tau = 1$، سنحصل على النظرية النسبية المطلقة في الحالة الخاصة عندما يكون متجها المسارين متعامدين.

3. أما إذا كانت $0 < \tau < \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ ، فإن التمدد الزمني يزداد بالنسبة إلى التمدد الزمني في STR، وبالتالي فإن السرعة x كما يراها الراصد على الأرض تنخفض (تصبح أقل من سرعة الضوء) بينما في STR هي c.

4. إذا كانت $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < \tau < 1$ هذا يعني أنه لا يزال هناك تمدد زمني، ولكن أقل من التمدد الزمني لـ STR، ولكن السرعة x كما يراها الراصد على الأرض تصبح اسرع من سرعة الضوء (ومع ذلك فإنها أقل مما في النظرية النسبية المطلقة الخاصة بنا).

5. إذا كان $\tau > 1$، نحصل على <u>تمدد زمني معاكس</u> (أي $\Delta t' > \Delta t$) بالنسبة إلى STR (بدلاً من $\Delta t' < \Delta t$)، وتزداد السرعة x كما يراها الراصد على الأرض أكثر مما هي عليه في ATR الخاص بنا.

ثم يتم توسيع نطاق تعريفات النسبية وتصنيفها أعلاه في فضاء S_k (الفضاء الذي تكون فيه السرعة القصوى هي K) إلى النسبية K.

في الفصل الخامس، نكرر تجربة آينشتاين الفكرية التي قدم فيها التسارع. نعتبر أن الجسيم في الصاروخ يتحرك بتسارع ثابت، بينما يتحرك الصاروخ إما بسرعة ثابتة أو بتسارع ثابت . يكون متجها مسار كل من الجسيم والصاروخ إما متعامدين أو مائلين عن بعضهما البعض.

استخدمنا المسارات الخطية فقط لكلا الراصدين، ولكننا في النهاية نقترح، كمسائل مفتوحة، المسارات الاختيارية غير الخطية ثلاثية الأبعاد ذات التسارع غير الثابت.

بينما الفصل السادس هو الأعم والأكثر عموميةً، ولم يتم بحثه وسبر غوره بعد.

النسبية المتعددة بدون قصور ذاتي تعني أن الجسيم P_0 في الإطار المرجعي F_1 يتحرك على منحنى ثلاثي الأبعاد عشوائي

C_0 بتسارع غير ثابت a_0 وبسرعة ابتدائية v_0. ثم يتحرَّك الإطار المرجعي F_1 بالنسبة إلى إطار مرجعي آخر F_2 على منحنى اختياري ثلاثي الأبعاد C_1 بتسارع غير ثابت a_1 وبسرعة ابتدائية v_1. وهكذا، يتحرَّك الإطار المرجعي F_{n-1} بالنسبة إلى إطار مرجعي آخر F_n (لـ $2 \geq n$) على منحنى ثلاثي الأبعاد اختياري C_{n-1} بتسارع غير ثابت a_{n-1} وبسرعة ابتدائية v_{n-1}.

تُقترح المشاكل البحثية التالية فيما يتعلق بالنسبية المتعددة بدون قصور ذاتي:

1. كيف يمكن أن يرى الراصد في الإطار المرجعي F_n منحنى مسار الجسيم C_0 ؟
2. ما هي سرعة الجسيم (تسارعه) كما قاسها الراصد من الإطار المرجعي F_n ؟
3. ما هو الزمن المنقضي للجسيم كما يراه الراصد في الإطار المرجعي F_n ؟

4. ما هي معادلات التحويل من إطار مرجعي إلى آخر؟
5. أسئلة مماثلة للأنظمة المرجعية الدوارة
.

المؤلف

الفصل 1.

في تجربة أينشتاين الفكرية

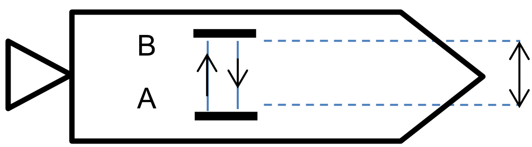
مع الساعات الضوئية

1.1. تجربة أينشتاين الفكرية مع الساعات الضوئية.

لننظر إلى تجربة أينشتاين الفكرية مع الساعات الضوئية.

هناك ساعتان متماثلتان، إحداهما موضوعة على متن صاروخ يتحرك بسرعة ثابتة v بالنسبة إلى الأرض، والثانية على الأرض. في الصاروخ، تنبعث نبضة ضوئية من مصدر من نقطة (A) إلى مرآة (B) التي تعكسها إلى (A) حيث يتم رصدها. حركة الصاروخ وحركة النبضة الضوئية متعامدة. يوجد مراقب في الصاروخ (رائد الفضاء) ومراقب على الأرض. إن مسار النبضة الضوئية (وضمنياً المسافة التي تقطعها النبضة الضوئية)، والزمن المنقضي الذي تحتاجه لقطع هذه المسافة، وسرعة النبضة الضوئية التي تقطعها يدركها الراصدان بشكل مختلف {حسب النظريات المستخدمة – انظر أدناه في هذا الكتاب}.

وفقاً لرائد الفضاء



الشكل (1)

$$\Delta t' = \frac{2d}{c} \qquad (1)$$

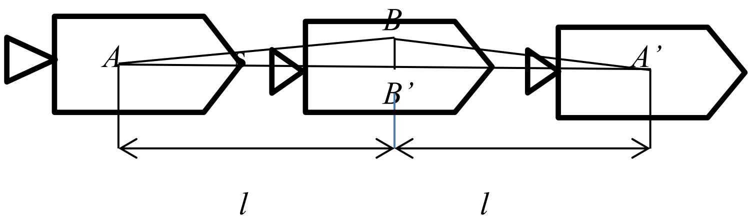
حيث:

$\Delta t'$ = الفترة الزمنية، كما يقاس بواسطة رائد الفضاء، ليتبع الضوء مسار مسافته$2d$؛

d = المسافة;

c = سرعة الضوء.

وفقًا للمراقب على الأرض



الشكل (2)

$$\left.\begin{array}{c} 2l = v.\Delta t \\ s = |AB| = |BA'| \\ d = |BB'| \\ l = |AB'| = |B'A'| \end{array}\right\} \qquad (2)$$

حيث Δt = الفترة الزمنية كما يقيسها الراصد على الأرض.

وباستخدام نظرية فيثاغورس في المثلث القائم الزاوية $\Delta ABB'$،
يكون لدينا

$$2s = 2\sqrt{d^2 + l^2} = 2\sqrt{d^2 + \left(\frac{v \cdot \Delta t}{2}\right)^2} \qquad (3)$$

ولكن $2s = c \cdot \Delta t$ ، عندما

$$c \cdot \Delta t = 2\sqrt{d^2 + \left(\frac{v \cdot \Delta t}{2}\right)^2} \qquad (4)$$

بتربيع وحساب Δt نحصل على:

$$\Delta t = \frac{2d}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \qquad (5)$$

ومن هنا حصل أينشتاين على التمدد الزمني التالي:

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \qquad (6)$$

حيث $\Delta t > \Delta t'$.

1.2. الجمع النسبي للسرع

وفقًا للجمع النسبي للسرع نجد أن:

$$v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}} \qquad (7)$$

حيث:

v_1 = سرعة الجسيم داخل الصاروخ كما قاسها رائد الفضاء،

v_2 = سرعة الصاروخ كما يقاسها الراصد على الأرض،

v_3 = سرعة الجسيم كما يقاسها الراصد على الأرض.

1.3. النتائج غير البديهية للجمع النسبي للسرع.

سنورد في أدناه بعض الإضافات الغريبة من وجهة نظرنا:

$$c - 0.999c = c \qquad (8)$$

$$c - c = \frac{0}{0} = \text{غير معرّف} \qquad (9)$$

1.4. النتائج المتناقضة للجمع النسبي للسرع

إن المرء لا يملك فقط $c + v = c$ (لـ$v < c$)، ولكن أيضًا $c - v = 0$، أو $c + v = c - v$، إذن $v = -v$ ؟ (10)

أيضًا $c + c = c$ ، وبشكل عام

$\underbrace{c + c + \cdots . + c}_{n\ times} = c$ ؛ وبالتالي$n \cdot c = c$ لأي $n \geq 1$ عدد صحيح (11)

وبشكل أعم، $r \cdot c = c$ لأي عدد حقيقي$1 \leq r$ ، (12)

بما أنه إذا

$$r = n + a$$

حيث

$n = [r]$، تمثل الجزء الصحيح من r ،

و

$a = \{r\}$ الجزء الكسري من r

اذن

$$r \cdot c = (n + a)c = nc + ac = c + ac = c$$

ولكن، وجود$r \cdot c = c$ لأي رقم حقيقي$1 \leq r$ يبدو غير واقعي.

إذا قمنا بحساب

$$\lim_{n\to\infty}(n\cdot c) = \infty\cdot c = \infty \qquad (13)$$

ولكن على الجانب الآخر، لأن $n\cdot c = c$ ، لدينا

$$\lim_{n\to\infty}(n\cdot c) = \lim_{n\to\infty}(c) = c \qquad (14)$$

وهو تناقض.

وبالمثل(بشكل مماثل)، إذا كان $c > v > 0$ ، فإن

$$c + n\cdot v = c + \underbrace{v + v + \cdots + v}_{n\ times} = (c+v) + \underbrace{v + \cdots + v}_{n-1\ times} = c + \underbrace{v + \cdots + v}_{n-1\ times} = \cdots = c \qquad (15)$$

ثم

$$\lim_{n\to\infty}(c + n\cdot v) = c + \infty\cdot v = \infty \qquad (16)$$

ولكن، أيضًا

$$\lim_{n\to\infty}(c + n\cdot v) = c = c \qquad (17)$$

وبالتالي، مرة أخرى، هناك تناقض.

1.5. الجمع النسبي للسرع الفائقة (تفوق سرعة الضوء).

وبالطبع، بالنسبة للسرع الفائقة أي التي تفوق سرعة الضوء، لا تنجح عملية الجمع النسبي للسرع التي وضعها أينشتاين. انظر المثال المضاد التالي:

إذاً $v_1 = 2c$ و $v_2 = 3c$ ، إذن:

$$v_1 \oplus v_2 = \frac{2c+3c}{1+\frac{(2c)(3c)}{c^2}} = \frac{5c}{1+6} = \frac{5}{7}c < c \quad (18)$$

لكن ليس من المنطقي أن نجمع سرع ضوئية (في نفس الاتجاه الخطي) وتكون النتيجة دون سرعة الضوء.

في الواقع، إن الجمع النسبي للسرع لأي $v_1, v_2 < c$ يُعطي:

$$\frac{v_1+v_2}{1+\frac{v_1 v_2}{c^2}} < c \qquad (19)$$

بينما لاجل $0 < v_1 < c < v_2$ يعطي

$$\frac{v_1+v_2}{1+\frac{v_1 v_2}{c^2}} < v_2 \qquad (20)$$

وهو أمر غير منطقي أيضاً.

على سبيل المثال:

$$0.2c \oplus 3c = \frac{0.2c+3c}{1+\frac{(0.2c)(3c)}{c^2}} = \frac{3.2c}{1+0.6} = 2c < 3c \quad (21)$$

لذلك هناك حاجة إلى معادلة جديدة لإضافة السرع التي تفوق سرعة الضوء.

1.6. توسيع الصيغة النسبية لجمع العديد من السرع دون السرعة الضوئية.

دعونا نستخدم الترميز $v_1 \oplus v_2$ للدلالة على الجمع النسبي للسرع، و$v_1 + v_2$ للدلالة على الجمع Newtonian (classical) addition (الكلاسيكي) للسرع. وفقًا لأينشتاين، لدينا:

$$v_1 \oplus v_2 = \frac{v_1+v_2}{1+\frac{v_1 v_2}{c^2}} = \frac{\frac{s_1^2}{c^0}}{s_0^2+\frac{s_2^2}{c^2}} \qquad (22)$$

حيث

$$S_1^2 = v_1 + v_2 \qquad (23)$$

$$S_2^2 = v_1 v_2 \qquad (24)$$
$$S_0^2 = 1 \qquad (25)$$

(حيث يشير الحرف العلوي إلى عدد السرع، أي $n = 2$).

نوسِّع نطاق الجمع النسبي للسرع وذلك لثلاث سرع أو أكثر باتباع صيغة أينشتاين.

بذلك، بالنسبة إلى n=3، نحصل على:

$$v_1 \oplus v_2 \oplus v_3 = \frac{\frac{s_1^3}{c^0}+\frac{s_3^3}{c^2}}{\frac{s_0^3}{c^0}+\frac{s_2^3}{c^2}} \qquad (26)$$

دعونا نثبت ذلك بعملية حسابية جبرية بسيطة:

$$v_1 \oplus v_2 \oplus v_3 = (v_1 \oplus v_2) \oplus v_3 =$$
$$= \frac{\frac{v_1+v_2}{1+\frac{v_1 v_2}{c^2}}+v_3}{1+\frac{\frac{v_1+v_2}{1+\frac{v_1 v_2}{c^2}}\cdot v_3}{c^2}} = \frac{\frac{c^2(\cancel{v_1+v_2})}{c^2+v_1 v_2}+v_3}{1+\frac{\frac{c^2(\cancel{v_1+v_2})\cdot v_3}{c^2+v_1 v_2}}{\frac{c^2}{1}}}$$

$$= \frac{\frac{c^2(v_1+v_2+v_3)+v_1 v_2 v_3}{\cancel{c^2+v_1 v_2}}\cdot\cancel{(c^2+v_1 v_2)}}{(c^2+v_1 v_2)+\frac{(v_1+v_2)v_3}{\cancel{c^2+v_1 v_2}}\cdot\cancel{(c^2+v_1 v_2)}} =$$

$$= \frac{c^2(v_1+v_2+v_3)+v_1v_2v_3}{c^2+v_1v_2+(v_1+v_2)v_3}$$

$$= \frac{c^2(v_1+v_2+v_3)+v_1v_2v_3}{c^2+v_1v_2+v_2v_3+v_1v_3}$$

$$= \frac{v_1+v_2+v_3+\frac{v_1v_2v_3}{c^2}}{1+\frac{v_1v_2+v_2v_3+v_1v_3}{c^2}} = \frac{\frac{s_1^3}{c^0}+\frac{s_3^3}{c^2}}{\frac{s_0^3}{c^0}+\frac{s_2^3}{c^2}} \qquad (27)$$

وبالمثل، نحصل على

$$v_1 \oplus v_2 \oplus v_3 \oplus v_4 = \frac{\frac{s_1^4}{c^0}+\frac{s_3^4}{c^2}}{\frac{s_0^4}{c^0}+\frac{s_2^4}{c^2}+\frac{s_4^4}{c^4}} \qquad (28)$$

و

$$v_1 \oplus v_2 \oplus v_3 \oplus v_4 \oplus v_5 = \frac{\frac{s_1^5}{c^0}+\frac{s_3^5}{c^2}+\frac{s_5^5}{c^4}}{\frac{s_0^5}{c^0}+\frac{s_2^5}{c^2}+\frac{s_4^5}{c^4}} \qquad (29)$$

افترض أن $1 \stackrel{\text{def}}{=} S_0^n$ ، لجميع الأعداد الصحيحة $2 \leq n$ ، إذن

$$v_1 \oplus v_2 \oplus \ldots \oplus v_n = \frac{\sum_{i=0}^{\left[\frac{n-1}{2}\right]} \frac{s_{2i+1}^n}{c^{2i}}}{\sum_{i=0}^{\left[\frac{n}{2}\right]} \frac{s_{2i}^n}{c^{2i}}} \qquad (30)$$

حيث $0 \le j \le n$ لدينا

$$s_j^n = \sum_{(m_1,m_2,\dots,m_j)\in C_n^j} v_{m_1}\cdot v_{m_2}\cdot\ldots\cdot v_{m_j}$$
$$= \sum_{1\le m_1<m_2<\dots<m_j\le n} v_{m_1}\cdot v_{m_2}\cdot\ldots\cdot v_{m_j}$$
(31)

مع C_n^j جميع مجموعات العناصر $\{1,2,\dots,n\}$ مأخوذة من مجموعات j من العناصر.

نلاحظ، لعملية حسابية أسهل:

$$\alpha = \sum_{i=0}^{\left[\frac{n-1}{2}\right]} \frac{s_{2i+1}^n}{c^{2i}} \quad \text{و} \quad \beta = \sum_{i=0}^{\left[\frac{n}{2}\right]} \frac{s_{2i}^n}{c^{2i}} \qquad (32)$$

نثبت ذلك بالاستقراء لحالة $n \ge 2$.

بالنسبة إلى$n = 2$ ، نحصل على صيغة أينشتاين للجمع النسبي.

لنفترض أن صيغة الجمع العامة هذه صحيحة لجميع h ، $2 \le h \le n$. نحتاج إلى إثباتها لـ $n+1$.

$$v_1 \oplus v_2 \oplus\ldots\oplus v_n \oplus v_{n+1} = (v_1 \oplus v_2 \oplus\ldots\oplus v_n) \oplus v_{n+1} = \frac{\alpha}{\beta} \oplus vn+1 = \frac{\frac{\alpha}{\beta}+v_{n+1}}{1+\frac{\frac{\alpha}{\beta}\cdot v_{n+1}}{c^2}} =$$

$$\frac{\frac{\alpha+\beta\cdot v_{n+1}}{\beta}}{1+\frac{\frac{\alpha\cdot v_{n+1}}{\beta}}{\frac{c^2}{1}}} = \frac{\frac{\alpha+\beta\cdot v_{n+1}}{\cancel{\beta}}\cdot\beta}{\beta\frac{1}{\cancel{1}}+\frac{\alpha\cdot v_{n+1}}{\cancel{\beta} c^2}\cdot\beta} = \frac{\alpha+\beta\cdot v_{n+1}}{\beta+\frac{\alpha\cdot v_{n+1}}{c^2}} \quad (33)$$

والآن، بالنسبة للبسط

$$\alpha+\beta\cdot v_{n+1}=\sum_{i=0}^{\left[\frac{n-1}{2}\right]}\frac{s_{2i+1}^{n}}{c^{2i}}+\sum_{i=0}^{\left[\frac{n}{2}\right]}\frac{s_{2i}^{n}}{c^{2i}}\cdot v_{n+1}=\left(\frac{s_1^n}{c^0}+\frac{s_3^n}{c^2}+\frac{s_5^n}{c^4}+\ldots\right)+\left(\frac{s_0^n}{c^0}\cdot v_{n+1}+\frac{s_2^n}{c^2}\cdot v_{n+1}+\frac{s_4^n}{c^4}\cdot v_{n+1}+\ldots\right)=\left(\frac{s_1^n}{c^0}+\frac{s_0^n}{c^0}\cdot v_{n+1}\right)+\left(\frac{s_3^n}{c^2}+\frac{s_2^n}{c^2}\cdot v_{n+1}\right)+\left(\frac{s_5^n}{c^4}+\frac{s_4^n}{c^4}\cdot v_{n+1}\right)+\ldots=\frac{s_1^{n+1}}{c^0}+\frac{s_3^{n+1}}{c^2}+\frac{s_5^{n+1}}{c^4}+\ldots=\sum_{i=0}^{\left[\frac{n}{2}\right]}\frac{s_{2i+1}^{n+1}}{c^{2i}} \qquad (34)$$

بالنسبة للمقام

$$\beta+\frac{\alpha\cdot v_{n+1}}{c^2}=\sum_{i=0}^{\left[\frac{n}{2}\right]}\frac{s_{2i}^{n}}{c^{2i}}+\sum_{i=0}^{\left[\frac{n-1}{2}\right]}\frac{s_{2i+1}^{n}}{c^{2i}}\cdot\frac{v_{n+1}}{c^2}=\left(\frac{s_0^n}{c^0}+\frac{s_2^n}{c^2}+\frac{s_4^n}{c^4}+\ldots\right)+\left(\frac{s_1^n}{c^0}\cdot\frac{v_{n+1}}{c^2}+\frac{s_3^n}{c^2}\cdot\frac{v_{n+1}}{c^2}+\frac{s_5^n}{c^4}\cdot\frac{v_{n+1}}{c^2}+\ldots\right)=\left(\frac{s_0^n}{c^0}\right)+\left(\frac{s_2^n}{c^2}+\frac{s_1^n}{c^0}\cdot\frac{vn+1}{c^2}\right)+\left(\frac{s_4^n}{c^4}+\frac{s_3^n}{c^2}\cdot\frac{vn+1}{c^2}\right)+\ldots=\frac{s_1^{n+1}}{c^0}+\frac{s_2^{n+1}}{c^2}+\frac{s_4^{n+1}}{c^4}+\ldots=\sum_{i=0}^{\left[\frac{n+1}{2}\right]}\frac{s_{2i}^{n+1}}{c^{2i}} \qquad (35)$$

وهكذا فإن الصيغة قد تم برهانها.

1.7. تعميم تجربة آينشتاين الفكرية مع الساعات الضوئية للسرعة القصوى الاختيارية K.

نغير تجربة أينشتاين الفكرية حيث يمكن استبدال c بسرعة أخرى هي K، والتي يمكن أن تكون أصغر أو أكبر من c، ولكننا نأخذ بعين الاعتبار السرعة القصوى في فضاء معين S_K، ونكرر تجربة أينشتاين. لذلك:

$$\frac{2d}{K} = \Delta t' \qquad (36)$$

وهي الفترة الزمنية المناسبة.

بالنسبة للفترة الزمنية غير المناسبة لدينا نفس الحسابات كما في النظرية النسبية:

$$2s = 2\sqrt{d^2 + l^2} = 2\sqrt{d^2 + \left(\frac{v.\Delta t}{2}\right)^2} \qquad (37)$$

ولكن, $2s = K.\Delta t$ لذلك فإن :

$$K.\Delta t = 2\sqrt{d^2 + \frac{v^2(\Delta t)^2}{4}} \qquad (38)$$

بتربيع كلا الطرفين:

$$K^2.(\Delta t)^2 = 4d^2 + v^2.(\Delta t)^2 \qquad (39)$$

$$(\Delta t)^2(K^2 - v^2) = 4D^2, \text{ whence } K > v \quad (40)$$

أو:

$$\Delta t = \frac{2d}{\sqrt{K^2 - v^2}} = \frac{2d}{K\sqrt{1 - \frac{v^2}{K^2}}} \qquad (41)$$

حيث يجب أن تكون K أكبر تمامًا من v.

من أين

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{K^2}}} \qquad (42)$$

حيث $K > v$.

ومن ثم فإن العامل النسبي الذي يجعل ما يسمى بالتمدد الزمني يعتمد على K و v.

1.8. تعميم صيغة الجمع النسبية للسرعة القصوى الاختيارية K.

في الواقع، يمكننا تعميم صيغة أينشتاين للجمع النسبي للسرعات بالطريقة التالية:

لنفكر في الثابت $0 < K < \infty$ وفضاء تخيلي فيزيائي S_k، حيث السرعة القصوى هي K .

بافتراض، على غرار آينشتاين، أنه لا توجد سرعة تتجاوز K في فضاء يُشار إليه بـ S_k، نعَرّف سرعات الإضافة لراصد على الأرض فقط عن طريق تعويض "c" بـ "K" :

$$v = \frac{v_1+v_2}{1+\frac{v_1 v_2}{K^2}} \qquad (43)$$

عندها، نحصل على نفس الخصائص:

$$K + v = K \text{ for } v \leq K \qquad (44)$$

$$max\{v_1, v_2\} < v_1 \oplus_k v_2 \leq K$$

لأي $v_1, v_2 \leq K$ ، علماً أن حالة تساوي تتحقق في الحالة التي يكون فيها على الأقل إمّا v_1 أو v_2 يساوي K.

في هذا الفضاء الوهمي S_k، يمكن أن تكون السرعة القصوى (ultimate velocity) K دون سرعة الضوء (subluminal)، على سبيل المثال سرعة الصوت، أو سرعة فوق سرعة الضوء (على سبيل المثال عشرة أضعاف سرعة الضوء).

سيكون لصيغة الجمع المتعدد للسرع في S_k صيغة مماثلة:

$$v_1 \oplus_k v_2 \oplus_k \ldots \oplus_k v_n = \frac{\sum_{i=0}^{\left[\frac{n-1}{2}\right]} \frac{s_{2i+1}^n}{K^{2i}}}{\sum_{i=0}^{\left[\frac{n}{2}\right]} \frac{s_{2i}^n}{K^{2i}}} \qquad (45)$$

نبرهن ذلك بالاستقراء الرياضي بالاعتماد على $n \geq 2$ كما فعلنا من قبل، وذلك ببساطة بالاستعاضة عن"c" (سرعة الضوء) بـ"K" في البرهان السابق.

1.9. عامل لورنتز المعمم.

سيتم تعميم عامل لورنتز أيضًا إلى

$$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{K^2}}} \in [1, +\infty) \qquad (46)$$

1.10. معيار مينكوفسكي (Minkowski) المعمم.

ويصبح معيار $(x، y، z، t)$ في الزمكان المنكوفسكي أيضًا:

$$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2 - K^2 t^2} \qquad (47)$$

1.11. التمدد الزمني المعمم يصبح:

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{K^2}}} \qquad (48)$$

1.12. الانكماش الطولي المعمم يصبح:

$$\ell = \ell'.\sqrt{1 - \frac{v^2}{K^2}} \qquad (49)$$

1.13. الزخم النسبي المعمَّم لجسم كتلته m، يتحرَّك بسرعة v، يصبح كما يلي:

$$p = \frac{mv}{\sqrt{1-\frac{v^2}{K^2}}} \qquad (50)$$

1.14. الطاقة المعممة لجسم في حالة سكون، بكتلة سكون m، هي

$$E_0 = mK^2 \,. \qquad (51)$$

1.15. الطاقة الكلية المعمَّمة لجسم كتلته m، يتحرَّك بسرعة v، كما يلي:

$$E = \frac{mK^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{K^2}}} \qquad (52)$$

1.16. الطاقة الحركية المعمَّمة لجسم كتلته m، يتحرَّك بسرعة v، تصبح:

$$E_k = mK^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{K^2}}} - 1\right) \qquad (53)$$

الفصل 2.

فرضية:

لا يوجد ثمة حد أقصى للسرعة في الكون

&

يمكن للمرء بناء سرعات اختيارية

2.1. مقدمة.

في هذا الفصل القصير، وكامتداد ونتيجة لمفارقة أينشتاين–بودولسكي–روزن (**EPR**) ومتباينة بيل، يروج المرء لفرضية مفادها انه: لا يوجد حد أعلى للسرعة في الكون ويمكن للمرء أن يبني أي سرعة، من السرعة الصفرية إلى اللانهائية (الانتقال اللحظي).

الأبحاث المستقبلية: لدراسة تكوين السرعات الأسرع من سرعة الضوء، وما الذي يحدث لقوانين الفيزياء عند السرعات الأسرع من سرعة الضوء؟

2.2. الجسيمات المتشابكة.

لنقوم بتذكر ما يلي:

- الفوتون هو جزء من الضوء، وهو كم من الإشعاع الكهرومغناطيسي (الكم هو أصغر كمية من الطاقة يمكن أن يكتسبها أو يفقدها النظام)،

- يشير الاستقطاب إلى اتجاه وخصائص اهتزاز الموجة الضوئية،

- إذا استخدمنا ظاهرة التشابك، من أجل نقل الاستقطاب بين فوتونين، فإن: كل ما يحدث لأحدهما هو عكس ما يحدث للآخر؛ ومن ثم فإن استقطابهما معاكس لبعضهما البعض،

- في ميكانيكا الكم، لا يكون للأجسام مثل الجسيمات دون الذرية خاصية محددة وثابتة في أي لحظة زمنية معينة حتى يتم قياسها،

- لنفترض أن عملية فيزيائية معينة تنتج زوجًا من الجسيمات المتشابكة B وA (لهما خصائص متعاكسة أو متكاملة)، والتي تحلق في الفضاء في الاتجاه المعاكس، وعندما تكون المسافة بينهما مليارات الأميال، يقيس المرء الجسيم A؛ لأن B هو عكس A، فإن فعل أو عملية قياس A يخبر B بشكل فوري بما يجب أن يكون عليه B؛ وبالتالي فإن هذه التعليمات يجب أن تنتقل بطريقة ما بين A وB بسرعة هي أسرع من سرعة الضوء؛ ومن ثم، يمكن للمرء أن يوسع نطاق مفارقة

أينشتاين–بودولسكي–روزن ومتباينة بيل ويؤكد أن سرعة الضوء ليست حداً أعلى للسرعة في الكون;

- بل أكثر من ذلك، يمكن للمرء أن يبني أي سرعة، حتى لو كانت أكبر من سرعة الضوء (c)، من خلال قياس الجسيم A على فترات زمنية مختلفة;

- أيضًا، تنتقل المعلومات من الجسيم A و B بشكل فوري (وبالتالي، لا يوجد حد أعلى للسرعة في الكون).

2.3. الفرضية العلمية.

نحن نروج للفرضية القائلة بأنه: لا يوجد حد أعلى للسرعة في الكون ويمكن للمرء أن يبني أي سرعة حتى لو كانت لا نهائية (انتقال لحظي)، وهو ما يمكن إثباته نظرياً بزيادة المسافة بين الجسيمين A و B في المثال السابق بقدر ما يسمح به الكون، ثم قياس الجسيم A.

نحن نعتبر أن ظاهرة السرعة التي تفوق سرعة الضوء لا تنتهك مبدأ السببية، ولا تنتج السفر عبر الزمن، ولا تستلزم طاقة لا نهائية للجسيمات التي تنتقل بسرعة أكبر من سرعة الضوء.

2.4. سؤال مفتوح.

ألن يكون من الممكن تسريع فوتون (أو أي جسيم آخر يتحرك بسرعة $0.999c$ مثلاً) وبالتالي الحصول على سرعة أكبر من c (حيث c هي سرعة الضوء)؟ لا نعتقد أن هناك حاجة إلى طاقة لا نهائية لتحقيق ذلك.

2.5. البحوث الممكنة في المستقبل.

سيكون من المثير للاهتمام دراسة تركيب السرعتين w و v في الحالتين اللتين تكون فيهما:

$$v < c \text{ و } w = c. \tag{54}$$

$$v = c \text{ و } w = c. \tag{55}$$

$$v > c \text{ و } w = c. \tag{56}$$

$$v > c \text{ و } w > c. \quad (57)$$

$$v < c \text{ و } w = \infty. \quad (58)$$

$$v = c \text{ و } w = \infty. \quad (59)$$

$$v > c \text{ و } w = \infty. \quad (60)$$

$$v = \infty \text{ و } w = \infty. \quad (61)$$

ماذا يحدث مع قوانين الفيزياء في كل من هذه الحالات؟

الفصل 3.

النظرية النسبية المطلقة (ATR)

3.1. دحض فرضية سرعة الضوء لأينشتاين.

مرة أخرى، نفعل عكس ما فعله أينشتاين. فبدلاً من اعتبار سرعات ضوء الساعة متساوية لكلا الراصدين، بينما تكون الفترات الزمنية مختلفة، نعتبر أن الفترات الزمنية متساوية لكلا الراصدين، بينما السرعتان c و $v+c$ على التوالي غير متساويتين. نحن ندحض فرضية آينشتاين لسرعة الضوء وفقًا لفرضيتنا التي تقول بأنه لا يوجد ثمة حد أقصى للسرعة في الكون ويمكن للمرء أن يبني سرعات اختيارية.

الصيغة الكلاسيكية

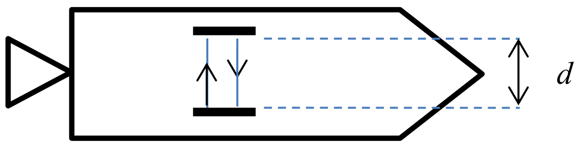
المسافة = السرعة × الزمن $\qquad (62)$

تم تشويهها في النظرية النسبية الخاصة بالصيغة التالية: ازدياد الزمن (تمدد)، بينما انخفضت المسافة (تقلصت).

ومن أجل الحفاظ على صلاحية هذه المعادلة كما فعل آينشتاين، كان لا بد من تقليل السرعة بشكل كبير من أجل تعويض كل من زيادة الزمن ونقصان المسافة. وقد تم تخفيض

السرعة تلقائيًا وذلك لانه من غير المسموح ان تتجاوز سرعة الضوء ، وهذا هو الخلل في النسبية.

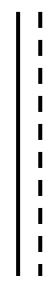
في رأينا فان $v + c$ لابد ان تكون أكبر من c بالنسبة للراصد على الأرض، حيث تضاف إلى سرعة الضوء سرعة الصاروخ.



الشكل (3)

نحن نعتقد أن الفترات الزمنية هي نفسها لكلا الراصدين وفقًا للتجربة المشتركة: الحدث الذي يقع في إطار مرجعي بالقصور الذاتي (في هذه الحالة: الراصد في الصاروخ) وله فترة زمنيةΔt ، تستمر نفس الفترة الزمنيةt□ إذا تم النظر إليها من إطار مرجعي آخر بالقصور الذاتي (في هذه الحالة: الراصد على الأرض)؛ نحن نستخدم الفترة الزمنية الحقيقية (المطلقة) وليس الفترة الزمنية الظاهرة.

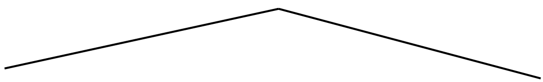
نحن نتفق مع أينشتاين على أن مسارات(متجهات) ضوء الساعة مختلفة بالنسبة للراصدين، أي



الشكل (4)

للمراقب في الصاروخ,

و



الشكل (5)

للراصد على الأرض، ونتفق أيضًا مع الرياضيات المستخدمة في النظرية النسبية الخاصة لحساب طولها.

في رأينا أنه لا يوجد تمدد زمني حقيقي ولا انكماش طول حقيقي، ولكن يوجد تمدد زمني ظاهري وانكماش طول ظاهري. بالتأكيد، يمكننا أن نعتبر بطريقة مجازية أن: الوقت يمر أسرع عندما نستمتع به، وأبطأ عندما نتحمله(نتكبده او نعانيه) (على سبيل المثال في السجن).

أو، في ظل ظروف بيئية معينة، يمكن أن تسير عملياتنا البيولوجية أو النفسية بشكل أسرع أو أبطأ. لدينا لحظات يمكن أن نشيخ فيها أكثر أو أقل من المعتاد. لذلك، فإن ساعتنا الداخلية لا تعمل بثبات. من الناحية البيولوجية، من المحتمل أنه كلما كنت أكثر نشاطًا (أي تتحرك بسرعة)، كلما كان عمرك أقل (لأن الدماغ أكثر نشاطًا) – أي "تمدد الزمن"، بالنسبة للوقت المطلق، يمثل كأن عمرك هو نفس عمر شخص أقل نشاطًا ولكنه ولد معك في نفس الوقت.

ومع ذلك، فإن تمدد الزمن يمكن أن ينتج عنه قصص خيال علمي جميلة، لكنه ليس حقيقة.

لم يثبت أينشتاين أن سرعة الضوء لا يمكن تجاوزها، بل افترضها فقط. لذلك يحق لنا التشكيك في ذلك. لقد قام بتجربة فكرية وليس مخبرية. نحن لا نعتقد أن $v + c = c$ بالنسبة للراصد على الأرض كما أكد أينشتاين، ولكننا نعتقد أن $v + c > c$ لـ $c \leq v < 0$. سنثبت في أدناه أنه لا يوجد شذوذ(علة) مثل "التمدد الزمني"، لكن السرعات مختلفة: بالنسبة للمراقب في الصاروخ فان سرعة ضوء الساعة هي c، بينما بالنسبة للمراقب

على الأرض فان سرعة ضوء الساعة هي $c + v$، والتي يجب أن تكون أكبر من c لتجنب شذوذ(علة) التمدد الزمني.

لنرمز بـ x لسرعة ضوء الساعة كما يراها الراصد على الأرض. نحسبها رياضياً كالاتي:

$$2l = v\Delta t \qquad (63)$$

و

$$2s = 2\sqrt{d^2 + l^2} = 2\sqrt{d^2 + \left(\frac{v\Delta t}{2}\right)^2} = x.\Delta t \ (64)$$

علينا إيجاد قيمة x في المعادلة الأخيرة:

$$(x\Delta t)^2 = \left[2\sqrt{d^2 + \frac{v^2(\Delta t)^2}{4}}\right]^2 \qquad (65)$$

$$x^2(\Delta t)^2 = 4d^2 + v^2(\Delta t)^2 \qquad (66)$$

بقسمة الطرفين على $(\Delta t)^2$ ، نحصل على:

$$x^2 = (\frac{2d}{\Delta t})^2 + v^2 \qquad (67)$$

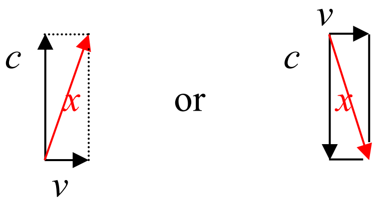
نحن نعلم بالنسبة للمراقب في الصاروخ، أن$\frac{2d}{c} = \Delta t,$ وبالتالي $2d/\Delta t = c$. فلذلك:

$$x^2 = c^2 + v^2 \qquad (68)$$

حيث تكون سرعة الفوتون في الصاروخ، بالنسبة إلى الراصد على الأرض، هي

$$x = \sqrt{v^2 + c^2} > c, \qquad (69)$$

وهو ما يتوافق مع مقدار الجمع الاتجاهي أي, $x = |\vec{v} + \vec{c}|$ وذلك لأن $\vec{c}$ و $\vec{v}$ متعامدان:



الشكل (6)

3.2. حول النظريات غير المتسقة.

عندما تستند نظرية ما إلى مجموعة من البديهيات (أو المقترحات) وتكون واحدة أو أكثر من البديهيات غير متسقة، تنتج

النظرية تناقضات جديدة، وهكذا دواليك... وبالتالي، فإن الشذوذ يولد شواذ أخرى...

وبالمثل، إذا كانت النظرية غير المتسقة ناتجة عن بعض الافتراضات أو الاقتراحات، فلا بد أن تكون تلك الاقتراحات في مجملها هي غير متسقة أيضًا.

ت) ولذلك، فإن تجربة Michelson–Morley (1881، 1883–1887) التي تفيد بعدم رصد الأثير، والتي تؤدي الى الـ STR، ربما كانت خاطئة بسبب عدم دقة أدوات القياس أو ربما يكون الأثير قليل الكثافة ولا يكاد يمكن إدراك تدفقه.

ث) وبالمثل، قد يكون ثبات سرعة الضوء في الفراغ معيبًا، لأن سرعة الضوء قد تعتمد على المصدر الباعث للضوء، فكلما كان المصدر الباعث للضوء أقوى كلما كانت نبضات الضوء أسرع.

3.3. لا توجد مفارقات نسبية في ATR.

بما أنه في النظرية النسبية المطلقة لا يوجد تمدد زمني ،اذن بالتالي لا يوجد انكماش طولي، ولا يوجد تزامن نسبي.

لذلك، يتم تجاهل العديد من المفارقات النسبية:

أ) مفارقة Ehrenfest (1909) – لأنه لا يوجد انكماش طول.

ب) مفارقة التوأم (1911) – لأنه لا يوجد تمدد زمني ولا تمدد زمني بفعل الجاذبية.

ت) مفارقة سفينة الفضاء لبيل Bell's Spaceship Paradox (1959) – بما أنه لا يوجد انكماش في الطول.

ث) مفارقة W. Rindler حول سقوط رجل في شبكة (1961) – حيث لا يوجد انكماش في الطول.

...إلخ.

3.4. إزالة عامل لورنتز في ATR.

عامل لورنتز

$$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad (70)$$

يساوي 1 في معادلة ATR، لأنه في المساواة

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad (71)$$

نستبدل

$$\Delta t = \Delta t'$$

ولذلك فإن عامل لورنتز ليس له أي تأثير في ATR.

ونتيجة لذلك في ATR نحصل على انه:

– لا يوجد تمدد زمني، لأن

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{1} \qquad (72)$$

– لا يوجد انكماش طول Lorentz–Fitz Gerald، لأن

$$l = l' \cdot 1 \qquad (73)$$

– تُصبِح كمية الحركة النسبية لجسم كتلته m، يتحرَّك بسرعة v، كلاسيكية:

$$p = \frac{mv}{1} \qquad (74)$$

– تصبح الطاقة الكلية (عند آينشتاين) لجسم كتلته m، يتحرّك بسرعة v، هي

$$E = \frac{mc^2}{1} \qquad (77)$$

– طاقة السكون (عند أينشتاين) لجسم كتلته m هي

$$E_0 = mc^2 \qquad (76)$$

– ومن ثَمَّ نحصل على الطاقة الحركية لجسم كتلته m، ويتحرك بسرعة v، لتصبح:

$$E_k = mc^2\left(\frac{1}{1} - 1\right) = 0 \qquad (77)$$

وهو أمر غير منطقي.

ولذلك، في رأينا، فإن المعادلة الفيزيائية الشهيرة $E_0 = mc^2$ مشكوك فيها. نحن نفهم أن الضوء طاقة كهرومغناطيسية، لكننا لا نفهم لماذا يجب أن تعتمد طاقة الجسم على سرعة الضوء؟ أي لماذا تعتمد على السرعة؟

3.5. قد لا تكون قوانين الفيزياء متماثلة في جميع أنظمة القصور الذاتي.

إذا كانت هناك سرعات تفوق سرعة الضوء، فقد يكون من الممكن ألا تكون جميع قوانين الفيزياء متماثلة في جميع أنظمة القصور الذاتي.

كمثال مضاد دعونا نعتبر قانون جمع السرعات في نظام قصور ذاتي معين S_i. دعونا نأخذ سرعتين متجاورتين وفي نفس الاتجاه $v_1 = 0.8c$ و $v_2 = 0.9c$.

إذا أضفناهم في STR نحصل على:

$$\mathrm{v}_1 + \mathrm{v}_2 \frac{0.8c+0.9c}{1+\frac{0.8c\cdot 0.9c}{c^2}} = \frac{1.70c}{1.72} \simeq 0.988372c \quad (78)$$

بينما في ART نحصل ببساطة على

$$v1 + v2 = 0.8c + 0.9c = 1.7c \quad (79)$$

النتائج مختلفة.

3.6. المسارات الخطية لكلا الراصدين.

نتناول الحالة التي تكون فيها المسارات التي يراها كلا الراصدين خطية.

3.6.1. متجهات المسار المتعامد والسرعة الأختيارية K.

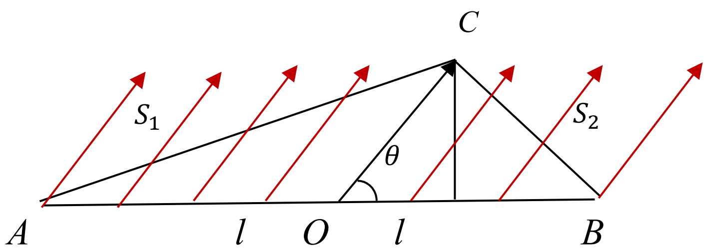
يمكننا تعميم هذه العلاقة، باستبدال "c" بأي سرعة $K > 0$ بحيث يكون كل من$\vec{v}$ و $\vec{K}$ متعامدين. إذن:

$$x = \sqrt{v^2 + K^2} = \left|\vec{v} + \vec{K}\right| \qquad (80)$$

3.6.2. متجهات المسارات غير المتعامدة و "c" كسرعة قصوى.

دعونا نغير تجربة أينشتاين النظرية، ونعتبر أن d تصنع زاوية θ, $0 \le \theta \le \pi$ مع اتجاه الحركة (الصاروخ). وبالمثل، كما في السابق

$$\frac{2d}{c} = \Delta t \text{ whence } 2d/\Delta t = c \qquad (81)$$



الشكل (7)

في المثلث $\Delta\, AOC$ نطبق فيه نظرية جيب التمام (وهي تعميم لنظرية فيثاغورس المستخدمة في النظرية النسبية الخاصة):

$$s_1^2 = l^2 + d^2 - 2ld.cos(\pi - \theta),$$
$$= \left(\frac{v\Delta t}{2}\right)^2 + d^2 - 2\frac{v\Delta t}{2}d(-cos(\theta),$$
$$= v^2\frac{(\Delta t)^2}{4} + d^2 + v\Delta t \cdot D \cdot cos\,\theta . (82)$$

وبالمثل، في المثلث ΔOBC نطبِّق نظرية جيب التمام، ونحصل على

$$s_2^2 = l^2 + d^2 - 2ld \cdot cos\,\theta,$$
$$= v^2\frac{(\Delta t)^2}{4} + d^2 - v \cdot d \cdot \Delta t \cdot c\,os(\theta) \quad (83)$$

ولكن $x \cdot \Delta t = s_1 + s_2$، فعندها:

$$x\Delta t = \sqrt{v^2\frac{(\Delta t)^2}{4} + d^2 + v.\Delta t.d.cos\,\theta} + \sqrt{v^2\frac{(\Delta t)^2}{4} + d^2 - v.\Delta t.d.cos\,\theta} \qquad (84)$$

بالقسمة على Δt:

$$x = \sqrt{\frac{v^2}{4} + \left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2 + \frac{d}{\Delta t}.v.\cos\theta} +$$
$$\sqrt{\frac{v^2}{4} + \left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2 - \frac{d}{\Delta t}.v.\cos\theta} \qquad (85)$$

$$x = \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{c^2}{4} + \frac{c}{2}.v.\cos\theta} +$$
$$\sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{c^2}{4} - \frac{c}{2}.v.\cos\theta} \qquad (86)$$
$$x = \frac{1}{2}\sqrt{v^2 + c^2 + 2vc.c\,os\,\theta} +$$
$$\frac{1}{2}\sqrt{v^2 + c^2 - 2vc \cdot \cos\theta} \qquad (87)$$

المسافة s_1 يتم قطعها بالسرعة $\sqrt{v^2 + c^2 + 2vc \cdot \cos\theta}$ ، بينما المسافة s_2 يتم قطعها بالسرعة $\sqrt{v^2 + c^2 - 2vc \cdot \cos\theta}$ ، كل منهما في نفس الفترة الزمنية $\frac{\Delta t}{2}$.

إذا كانت $\theta = \frac{\pi}{2}$ عندما يكون $\vec{v}$ و $\vec{c}$ متعامدين، إذن $x = \sqrt{v^2 + c^2}$, وبالتالي نحصل على نفس النتيجة كما في عملنا السابق [القسم 2–1].

إذا كانت $\theta = 0$ ،إذن $x = \frac{1}{2}|v + c| + \frac{1}{2}|v - c|$ مما يعني أن $\vec{v}$ و$\vec{c}$ على استقامة واحدة. بالنسبة لـ s_1 فأن السرعة هي $v + c$ لأن$\vec{v}$ و$\vec{c}$ في نفس الاتجاه، بينما بالنسبة لـ s_2 فتكون السرعة $v - c$ لأن$\vec{v}$ و$\vec{c}$ في اتجاهين متعاكسين (كما في نسبية جاليليو).

إذا كانت $\theta = \pi$ ، اذن $x = \frac{1}{2}|v - c| + \frac{1}{2}|v + c|$
بما أن$\vec{v}$ و$\vec{c}$ على استقامة واحدة، باتجاهين متعاكسين علىs_1 وبنفس الاتجاه على s_2 (مرة أخرى كما في نسبية جاليليو).

3.6.3. متجهات المسار غير المتعامد والسرعة القصوى الإختيارية.

يمكننا توسيع نطاق هذه التجربة الفكرية عن طريق استبدال "c" بأي سرعة K (سالبة أو موجبة أو صفرية، والتي يمكن أن تكون أصغر أو أكبر من c). عندها تكون السرعة كما يقيسها الراصد على الأرض هي:

$$x = \frac{1}{2}\sqrt{v^2 + K^2 + 2vK \cdot \cos\theta} + \frac{1}{2}\sqrt{v^2 + K^2 - 2vK \cdot \cos\theta} \qquad (88)$$

3.6.4. متجهات المسارات غير المتعامدة والسرع الاختيارية.

يمكننا مرة أخرى تعميم التجربة الفكرية السابقة عن طريق استبدال "c" بأي سرعة w (سالبة، صفر ، موجبة، أصغر أو أكبر من c). عندها تكون السرعة كما يقيسها الراصد على الأرض هي:

$$x = \frac{1}{2}\sqrt{v^2 + w^2 + 2vw \cdot \cos\theta} + \frac{1}{2}\sqrt{v^2 + w^2 - 2vw \cdot \cos\theta} \qquad (89)$$

الفصل 4.

النظرية النسبية الخاصة البارامترية (PSTR)

4.1. معادلة PSTR.

في حالة أكثر عمومية عندما لا نعرف السرعة x ولا العلاقة بين $\Delta t'$ و Δt ، نحصل على:

$$x\Delta t = 2\sqrt{d^2 + \left(\frac{v\Delta t}{2}\right)^2} \qquad (90)$$

ولكن $d = \frac{c\Delta t'}{2}$ ، لذلك:

$$x\Delta t = 2\sqrt{\left(\frac{c\Delta t'}{2}\right)^2 + \left(\frac{v\Delta t}{2}\right)^2} \qquad (91)$$

أو :

$$x\Delta t = \sqrt{c^2(\Delta t')^2 + v^2(\Delta t)^2} \qquad (92)$$

بقسمة الطرفين على Δt نحصل على:

$$x = \sqrt{v^2 + c^2\left(\frac{\Delta t'}{\Delta t}\right)^2} \qquad (93)$$

وهي معادلة PSTR.

4.2. PSTR نسبة الوقت المنقضي τ بـ(البراميتر).

نعوض الآن في الحالة العامة

$$\frac{\Delta t'}{\Delta t} = \tau \in (0, +\infty) \qquad (94)\ ,$$

حيثτ هي نسبة الوقت المنقضي في PSTR.

لذلك نحصل على توسعة آخرى للنظرية النسبية الخاصة (STR)، أي

4.3. PSTR هي توسعة لكل من STR، و ATR، وتقدم ثلاث نسبيات أخرى.

1. إذا كان $\tau = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ نحصل على STR، ولأن

استبدال x بـ c، يصبح لدينا:

$$c^2 = v^2 + c^2 (\frac{\Delta t'}{\Delta t})^2,$$

$$\frac{c^2}{c^2} - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{\Delta t'}{\Delta t}\right)^2\ ,$$

أو

$\frac{\Delta t'}{\Delta t} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \in [0,1]$ كما في STR.

2. إذا كانت τ=1، فإننا نحصل على النظرية النسبية المطلقة [انظر الفصل 3] في الحالة الخاصة عندما يكون متجها المسارين متعامدين، أي:

$$x = \sqrt{v^2 + c^2} = |\vec{v} + \vec{c}\,|$$

3. إذا كان $0 < \tau < \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ ، فإن التمدد الزمني يزداد بالنسبة إلى تلك التي في STR، وبالتالي فإن السرعة x كما يراها الراصد على الأرض تنخفض (تصبح اقل من سرعة الضوء) بينما في STR تكون c.

4. إذا كان $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} < \tau < 1$ لا يزال هناك تمدد زمني، ولكن أقل من التمدد الزمني الخاص بـ STR، ولكن السرعة x كما يراها الراصد على الأرض تصبح فائقة

أي اسرع من سرعة الضوء (ولكن أقل مما هي عليه في النظرية النسبية المطلقة).

5. إذا كان $\tau > 1$، نحصل على تمدد زمني عكسي (أي $\Delta t' > \Delta t$) بالنسبة إلى STR (بدلاً من $\Delta t' < \Delta t$)، وتزداد السرعة x كما يراها الراصد على الأرض بصورة اكبر مما هي عليه في ATR الخاص بنا.

قد يكون القارئ مهتمًا بدراسة هذه النسبيات الجديدة الناتجة عن الحالات 3، 4، 5 أعلاه رياضيًا.

4.4. معادلة $PSTR_k$ ونسبة الزمن المنقضي بـ (البارامیتر) في فضاء S_K .

تصبح معادلة $PSTR_k$ عبارة عن تعويض بسيط لقيمة c بـ K:

$$x = \sqrt{v^2 + K^2 \left(\frac{\Delta t\prime}{\Delta t}\right)^2} \qquad (95)$$

في حين أن $PSTR_k$ نسبة الزمن المنقضي بـ (البارامتر) هي نفسها τ :

$$\frac{\Delta t\prime}{\Delta t} = \tau \in (0, +\infty) \quad (96)$$

4.5. $PSTR_k$ هي تُوسعة لكل من ATR_k و STR_K، وتقدم ثلاث مشتقات لـ K أخرى

6. إذا كانت $\tau = \sqrt{1 - \frac{v^2}{K^2}}$ نحصل على STR_K (النظرية النسبية الخاصة مع K كسرعة قصوى).
7. إذا كانت $\tau = 1$، نحصل على $ASTR_k$ (النظرية النسبية الخاصة المطلقة كما هي مشتقة من STR_K، على الرغم من عدم وجود تمييز بين $ASTR$ و $ASTR_k$) في الحالة الخاصة عندما يكون متجهي المسار متعامدين، أي

$$x = \sqrt{v^2 + K^2} = |\vec{v} + \vec{K}| \qquad (97)$$

8. إذا كان $0 < \tau < \sqrt{1-\frac{v^2}{K^2}}$ ، فإن التمدد الزمني يزداد مع الاخذ بنظر الاعتبار التمدد الزمني في STR_k، وبالتالي فإن السرعة x كما يراها الراصد على الأرض تنخفض (تصبح أقل من سرعة الضوء) بينما في STR_k تكون c.

9. إذا كان $\sqrt{1-\frac{v^2}{K^2}} < \tau < 1$ لا يزال هناك تمدد زمني، ولكن أقل من التمدد الزمني لـ STR_K، ولكن السرعة x كما يراها الراصد على الأرض تصبح فائقة السرعة أي بنفس سرعة الضوء superluminal (ولكن أقل مما هي عليه في نظريتنا النسبية المطلقة).

10. إذا كانت $\tau > 1$، نحصل على <u>تمدد زمني معاكس</u> (أي $\Delta t' > \Delta t$) بالنسبة إلى STR_K (بدلاً من $\Delta t' < \Delta t$)، وتزداد السرعة x كما يراها الراصد على الأرض بصورة اكبر مما هي عليه في ATR_K الخاص بنا.

قد يكون القارئ مهتمًا بدراسة هذه النسبية الجديدة (النسبية-K) الناتجة رياضيًا عن الحالات 8 و9 و10 أعلاه (النسبيات في فضاء S_k، حيث السرعة القصوى هي K).

الفصل 5.

الأُطر المرجعية المعجّلة.

5.1. الصيغ الحركية للتسارع الثابت

نستخدم الصيغ التالية للحركة بتعجيل ثابت:

$$v = v_0 + at \qquad (98)$$

$$s = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \qquad (99)$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \qquad (100)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2as \qquad (101)$$

حيث:

a= تسارع ثابت،

v_0= السرعة الابتدائية عند الزمن $t_0 = 0$،

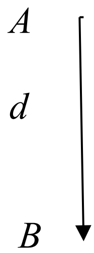
v = السرعة النهائية عند الزمن t،

t = الوقت المنقضي منذ $t_0 = 0$،

s= المسافة (الإزاحة).

5.2. الجاذبية و السرعة الثابتة للصاروخ.

دعونا نُعَدّل مرة أخرى تجربة أينشتاين الفكرية. لنفترض أنه في الصاروخ هناك صخرة في حالة سقوط حر على مسافة d:



الشكل (8)

تحت التسارع الأرض:

$a = g$
$v_0 = 0$

ثم $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ تصبح

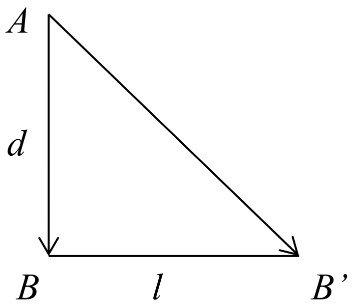
$$d = 0 \cdot (\Delta t') + \frac{1}{2} g (\Delta t')^2$$

أو

$$d = \frac{1}{2} g (\Delta t')^2 \qquad (102)$$

يتحرّك الصاروخ بسرعة ثابتة v.

بالنسبة للراصد على الأرض، يكون مسار الصخرة AB' (وليس AB كما يراها رائد الفضاء).



الشكل (9)

$$|AB| = d = \frac{1}{2} g(\Delta t')^2 \qquad (103)$$

لكن المسافة BB'، التي قطعها الصاروخ في الزمن المنقضي Δt هي:

$$|BB'| = l = v\Delta t \qquad (104)$$

وباستخدام نظرية فيثاغورس في المثلث $\Delta\, ABB'$ نحصل على

$$|AB'| = \sqrt{d^2 + l^2}$$

$$= \sqrt{\left[\frac{1}{2} g(\Delta t')^2\right]^2 + (v\Delta t)^2}$$

$$= \sqrt{\frac{g^2}{4}(\Delta t')^4 + v^2(\Delta t)^2} \qquad (105)$$

ولكن

$$\sqrt{\frac{g^2}{4}(\Delta t')^4 + v^2(\Delta t)^2} = 0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} x_a (\Delta t)^2,$$

حيث x_a= التعجيل الثابت كما يراها الراصد على الأرض.

نحصل على:

$$\sqrt{\frac{g^2}{4}(\Delta t')^4 + v^2(\Delta t)^2} = \frac{1}{2} x_a (\Delta t)^2 \qquad (106)$$

إذا اعتبرنا ان الوقت مطلق كما هو الحال في ATR الخاص بنا، فإننا نأخذ$\Delta t' = \Delta t$, وينتج عن ذلك:

$$\frac{g^2}{4}(\Delta t)^4 + v^2(\Delta t)^2 = \frac{1}{4} {x_a}^2 (\Delta t)^4 \qquad (107)$$

بالقسمة على $(\Delta t)^4$:

$$\frac{g^2}{4} + \left(\frac{v}{\Delta t}\right)^2 = \frac{{x_a}^2}{4}$$

أو

$$g^2 + 4\left(\frac{v}{\Delta t}\right)^2 = {x_a}^2 \quad (108)$$

عندما:

$$x_a = \sqrt{g^2 + \left(\frac{2v}{\Delta t}\right)^2} > g \quad (109)$$

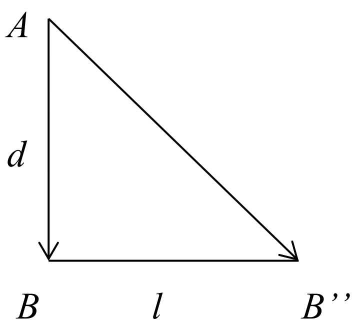
يرى الراصد على الأرض تسارعًا ثابتًا أعظم للصخرة مما يراه رائد الفضاء.

من اللافت للنظر معرفة أن $\frac{2v}{\Delta t}$ تساوي التعجيل الثابت للصاروخ الذي سيبدأ بالحركة في نفس اللحظة التي تبدأ فيها الصخرة في السقوط الحر والتي تكون سرعته النهائية عند الزمن Δt (عندما تصل الصخرة إلى أرضية الصاروخ) هي $2v$.

5.3. الجاذبية مع التسارع الثابت للصاروخ.

نتناول التجربة الفكرية السابقة: صخرة في حالة سقوط حر في الصاروخ، ولكن الصاروخ له سرعة ابتدائية v، وفي اللحظة التي تبدأ فيها الصخرة في السقوط يبدأ الصاروخ في التسارع بتعجيل ثابت a.

وبالمثل: $|AB| = d = \frac{1}{2}g(\Delta t')^2$



الشكل (10)

المسار الجديد AB'' أكبر من المسار السابق AB'.

المسافة BB'' هي:

$$|BB''| = l = v\Delta t + \frac{a}{2}(\Delta t)^2 \qquad (110)$$

$$|AB''| = \sqrt{d^2 + l^2}$$

$$= \sqrt{\left[\frac{1}{2}g(\Delta t')^2\right]^2 + \left[v\Delta t + \frac{a}{2}(\Delta t)^2\right]^2} \quad (111)$$

لكن بافتراض أن x_a هي التعجيل الثابت للصخرة التي تتحرك في المسار AB''، كما يراها الراصد على الأرض، وباستخدام معادلة المسافة بالنسبة إلى التعجيل، يصبح لدينا أيضًا:

$$|AB''| = 0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2}x_a(\Delta t)^2 \qquad (112)$$

حيث أن $\sqrt{\frac{1}{4}g^2(\Delta t')^4 + \left[v + \frac{a}{2}(\Delta t)\right]^2(\Delta t)^2} = \frac{1}{2}x_a(\Delta t)^2$ (113)

بالضرب مع $\frac{2}{(\Delta t)^2}$ نحصل على:

$$x_a = \sqrt{g^2 + \left(\frac{2v}{\Delta t} + a\right)^2} > g, \quad (114)$$

وأيضًا $x_a > a$.

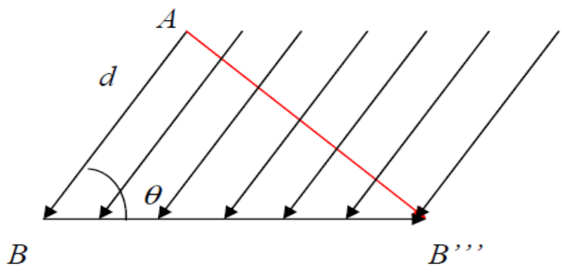
يرى الراصد على الأرض أن الصخرة تسقط بتعجيل ثابت بقيمة اكبر من كلٍّ من الجاذبية g والتسارع الثابت للصاروخ a.

بدلًا من الصاروخ، لنفترض قطار بسرعة ابتدائية $v = 0$ عندها:

$$x_a = \sqrt{g^2 + a^2} \qquad (114)$$

5.4. التسارعات الثابتة، ومتجهات الاتجاه المائل.

في الصاروخ، ينتقل جسيم من A إلى B بتعجيل ثابت a_1 والذي يبدأ بسرعة ابتدائية v_1 في الزمن المنقضي Δt_1 بالنسبة إلى الراصد في الصاروخ.



الشكل (11)

$$d = v_1(\Delta t_1) + \frac{1}{2} a_1(\Delta t_1)^2 \quad (116)$$

يتحرّك الصاروخ بتعجيل ثابت a_2 يبدأ بسرعة ابتدائية v_2 في الزمن المنقضي Δt_2 بالنسبة إلى الراصد على الأرض. الزاوية بين متجهي الاتجاه هي θ ، $0 \leq \theta \leq \pi$.

$$|BB'''| = v_2.(\Delta t_2) + \frac{1}{2} a_2.(\Delta t_2)^2 \quad (117)$$

باستخدام نظرية جيب التمام في المثلث $\Delta\, ABB'''$ نحصل على:

$$|AB'''|^2 = |AB|^2 + |BB'''|^2 - 2|AB|.|BB'''|.\cos\theta \quad (118)$$

$$= (\Delta t_1)^2 \left[v_1 + \frac{a_1.\Delta t_1}{2}\right]^2 + (\Delta t_2)^2 \left[v_2 + \frac{a_2.\Delta t_2}{2}\right]^2 - 2.(\Delta t_1)(\Delta t_2)\left[v_1 + \frac{a_1.\Delta t_1}{2}\right]\left[v_2 + \frac{a_2.\Delta t_2}{2}\right]\cos\theta = \left[x_{v_3}(\Delta t_2) + \frac{1}{2} x_{a_3}(\Delta t_2)^2\right]^2 \quad (119)$$

حيث x_{v_3} هي السرعة الابتدائية و x_{a_3} هي التعجيل الثابت للجسيم في المسار AB''' كما يراها الراصد على الأرض (لا يشمل (بدون احتساب) الجاذبية).

هذه هي المعادلة العامة، دون أي افتراض حول العلاقات بين الزمنين المنقضيين Δt_2 و Δt_1 ولا حول التسارع x_{a_3} (مع السرعة الابتدائية x_{v_3}) كما يراها الراصد على الأرض.

والآن، في الحالة الخاصة عندما نأخذ في الاعتبار الزمن المطلق (وبالتالي $\Delta t_1 = \Delta t_2$) نحصل، بعد القسمة على $(\Delta t)^2 = (\Delta t_1)^2 = (\Delta t_2)^2$:

$$\left[v_1 + \frac{a_1.\Delta t}{2}\right]^2 + \left[v_2 + \frac{a_2.\Delta t}{2}\right]^2 - 2.\left[v_1 + \frac{a_1.\Delta t}{2}\right]\left[v_2 + \frac{a_2.\Delta t}{2}\right] cos\,\theta = \left[x_{v_3} + \frac{1}{2}x_{a_3}(\Delta t)\right]^2$$

اقسم مرة أخرى على $(\Delta t)^2$:

$$\left[\frac{v_1}{\Delta t}+\frac{a_1}{2}\right]^2+\left[\frac{v_2}{\Delta t}+\frac{a_2}{2}\right]^2 - 2.\left[\frac{v_1}{\Delta t}+\frac{a_1}{2}\right]\left[\frac{v_2}{\Delta t}+\frac{a_2}{2}\right]\cos\theta = \left[\frac{x_{v_3}}{\Delta t}+\frac{1}{2}x_{a_3}\right]^2 \qquad (120)$$

5.5. التسارع الثابت مع السرعة الابتدائية الصفرية، ومتجهات ذات الاتجاه المائل.

في الحالة السابقة، قمنا بتعيين

$$v_1 = v_2 = x_{v_3} = 0.$$

لذلك:

$$\frac{a_1^2}{4}+\frac{a_2^2}{4}-\frac{2a_1a_2}{4}\cos\theta = \frac{{x_{a_3}}^2}{4}$$

ومن ثم فإن التعجيل الثابت للجسيم كما يراها الراصد على الأرض في المسار AB''' هو:

$$x_{a_3} = \sqrt{a_1^2+a_2^2-2a_1a_2.\cos\theta} \qquad (121)$$

الفصل 6.

النسبية المتعددة بدون القصور الذاتي

6.1. النسبية المتعددة مع تسارع غير ثابت ومنحنيات ثلاثية الأبعاد.

في فضاء إقليدي ثلاثي الأبعاد للمكان، وفضاء إقليدي أحادي البعد موجَّه للزمن، نعتبر إطارًا مرجعيًا F_1 بالنسبة الى جسم P_0 يتحرك بتسارع غير ثابت a_0 على منحنى ثلاثي الأبعاد C_0 خلال فترة زمنية مقدارها Δt_0

ثم نفترض أن الإطار المرجعي F_1 يتحرك بتعجيل غير ثابت a_0 على منحنى ثلاثي الأبعاد C_1 بالنسبة إلى إطار مرجعي آخر F_2. وبالمثل، الإطار المرجعي F_2 يتحرَّك بتعجيل غير ثابت a_2 على منحنى ثلاثي الأبعاد C_2 بالنسبة إلى إطار مرجعي آخر F_3.

وهكذا: الإطار المرجعي F_{n-1} يتحرك بتعجيل غير ثابت a_{n-1} على منحنى ثلاثي الأبعاد C_{n-1} بالنسبة إلى إطار إسنادي آخر F_n (حيث $n \geq 2$).

نطلق على هذه الحالة اسم "تعدد النسبية بدون القصور الذاتي"، أي الحالة الأكثر عمومية.

6.2. مشاكل البحث.

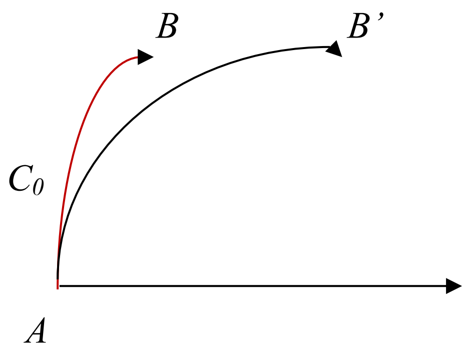
1. كيف يمكن أن يرى الراصد في الإطار المرجعي F_n منحنى مسار الجسيم C_0؟
2. ما هي سرعة الجسيم (العجلة) كما يقيسها الراصد من الإطار المرجعي F_n ؟
3. ما هو الزمن المنقضي للجسيم كما يراه الراصد في الإطار المرجعي F_n ؟
4. ما هي معادلات التحويل من إطار مرجعي إلى آخر؟
5. أسئلة مماثلة للأنظمة المرجعية الدوارة.

قد تكون الحالات الخاصة مفيدة في بدء مثل هذا البحث، على سبيل المثال دراسة الجسيمات أو الأطر المرجعية التي تتحرك على منحنيات خطية، أو على منحنيات خاصة، بسرع ثابتة أو تعجيلات ثابتة، في أطر مرجعية لها محور إحداثي

واحد أو محورين أو ثلاثة محاور إحداثية متوازية. ثم محاولة تعميم النتائج لاحقًا.

6.3. مثال عن المسارات غير الخطية ثلاثية الأبعاد للجسيمات والأُطر المرجعية.

نظرًا لأن كل سرعة ثابتة v يمكن اعتبارها تعجيلاً ثابتًا صفريًا مع سرعة ابتدائية v، فإننا نتعامل مع الحالة العامة (أي التعجيل أو التسارع الثابت). لنفترض في الإطار المرجعي F_1 لدينا جسيمًا P_0 يتحرك على منحنى C_0 من A إلى B :



الشكل (12)

بتعجيل ثابت a_0 وسرعة ابتدائية v_0. لنأخذ بعين الاعتبار جاذبية الأرض g والتي تؤثر على المسار.

يتحرك الإطار F_1 (الذي له النظام الديكارتي $X_1Y_1Z_1$) بتعجيل ثابت a_1 وبسرعة ابتدائية v_1 في الاتجاه الموجب للمحور X_1 (المحوران OY_1 و OZ_1 موازيان على التوالي للمحورين OY_2 و OZ_2) بالنسبة إلى الإطار F_2 (الذي نظامه الديكارتي هو $X_2Y_2Z_2$).

يُشار إلى طول القوس AB بـ d.

من مراقب في F_2 يُنظر إلى المسار $\overrightarrow{AB}$ للجسيم P_0 في F_1 على أنه منحنى ثنائي الأبعاد أو ثلاثي الأبعاد $\overrightarrow{AB'}$.

المنحنى AB' موصوف في F_2 بالدالة

$$f(a_0, v_0, a_1, v_1, g, C_0, A, B, \theta) = (x_2(t), y_2(t), z_2(t)) \qquad (122)$$

أي

$$ArcLength(AB') = \int_0^{\Delta t} \sqrt{[x_2'(t)]^2 + [y_2'(t)]^2 + [z_2'(t)]^2 dt} \equiv L(\Delta t', \Delta t) \quad (123)$$

حيث $x_2'(t), y_2'(t), z_2'(t)$ هم على التوالي مشتقات لـ $x_2(t)$, $y_2(t), z_2(t)$ بالنسبة إلى t ، بينما $L(\Delta t', \Delta t)$ هو ترميز يعني أن طول القوس L من A الى B' يعتمد على $\Delta t'$ وكذلك على d لكن d أيضا تعتمد على $\Delta t'$.

المسافة التي قطعها الإطار المرجعي F_1 في Δt بالزمن المنقضي هي

$$s_1 = v_1(\Delta t) + \frac{1}{2} a_1 (\Delta t)^2 \quad (124)$$

بافتراض أن حركة الجسيم تُعتبر تسارعًا ثابتًا من قِبل الراصد في F_2 ، إذن لدينا

$$L(\Delta t', \Delta t) = x_{v_0}(\Delta t) + \frac{1}{2} x_{a_0} (\Delta t)^2 \quad (125)$$

حيث x_{v_0} = سرعة الجسيم الابتدائية كما يراها الراصد في F_2,

و x_{a_0} = التعجيل الثابت للجسيم كما يراها الراصد في F_2.

نحن نعلم أنه في F_1:

$$|AB| = d = v_0(\Delta t') + \frac{1}{2}a_0(\Delta t')^2 \quad (126)$$

اعتمادًا على الافتراضات المتعلقة بالعلاقات بين $\Delta t'$ و Δt (في الإطار المرجعي الزمانين المطلقين يكونان متساويان)، أو على الافتراض المتعلق بتسارع الجسيم x_{a_0} و x_{v_0} نحصل على حالات معينة في الصيغة (125).

يمكن للقارئ تكرار هذه التجربة الفكرية للحالة التي تكون فيها التعجيلين a_0 و a_1 غير ثابتين، ويكون الإطار المرجعي F_1 يتحرك بالنسبة إلى الإطار المرجعي F_2 على منحنى ثلاثي الأبعاد عشوائي.

References:

Bell, J. S. "On the Einstein-Podolsky-Rosen Paradox," *Physics* 1, pp. 195-200, 1964.

Bohm, D. "The Paradox of Einstein, Rosen, and Podolsky," *Quantum Th.*, pp. 611-623, 1951.

Einstein, A.; Podolsky, B.; and Rosen, N. "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?" *Phys. Rev.* 47, pp. 777-780, 1935.

Smarandache, F., "There is No Speed Barrier in the Universe," *mss.*, Liceul Pedagogic Rm. Vâlcea, Physics Prof. Elena Albu,1972.

Rindler, W., "Length Contraction Paradox," *Am. J. Phys.*, 29(6), 1961.

Einstein, A., "Zur Eletrodynamik bewegter Körper," *Annalen der Physik*, Vol. 17, pp. 891-921, 1905.

المراجع (1)

أ.د. هدى إسماعيل خالد الجميلي

Prof. Dr. Huda E. Khalid

Email: dr.huda-ismael@uotelafer.edu.iq

hodaesmail@yahoo.com

المساعد الإداري لرئيس جامعة تلعفر - العراق

رئيسة المجمع العلمي العالمي النيتروسوفي – فرع العراق

بكالوريوس في علوم الرياضيات / قسم الرياضيات / كلية العلوم/ جامعة الموصل ١٩٩٨.

ماجستير، كلية علوم الحاسوب والرياضيات/ قسم الرياضيات/ جامعة الموصل ٢٠٠١.

دكتوراه في الرياضيات/ كلية علوم الحاسوب والرياضيات/ قسم الرياضيات/ جامعة الموصل ٢٠١٠.

- حاصلة على درجة الدكتوراه من جامعة Cypress في ولاية تكساس الامريكية.
- حاصلة على درجة الاستاذية من جامعة Cypress في ولاية تكساس الامريكية
- حاصلة على الدكتوراه الشرفية العليا من المجمع العلمي العالمي النيوتروسوفكي في ولاية نيومكسيكو الامريكية.
- حاصلة على العضوية من المجمع العلمي العالمي النيترسوفيكي NSIA، كما أنها رئيسة فرع المجمع في العراق منذ 2015 ولحد الآن.

- نشرت أكثر من 80 بحث علمي ومقالة علمية وتربوية في دوريات ومجلات دولية مرموقة في مجال الرياضيات وعلوم الحاسب ونظم المعلومات والإحصاء والفيزياء والتمريض والقانون كما قامت بالمشاركة في نشر أكثر من ١٠ كتب وأفصل من كتب في دور نشر عالمية.

- شاركت في إصدار 85 عدداً (مجلداً) لمجلة NSS المتخصصة في علوم النيترسوفيك الصادرة عن جامعة نيو مكسيكو، إذ أن هذه المجلة مفهرسة ضمن المستوعبات العالمية المهمة ومنها Scopus.

- لديها كتب مترجمة منشورة في دور نشر عالمية.

- حاصلة على شهادات (أفضل بحث منشور) في بعض إصدارات مجلة NSS.

- عضو دائم في لجان وزارية عدة.

- مُحكِم في مجلات أمريكية وأوربية في اختصاص الرياضيات وعلوم الحاسوب والفيزياء.

- لديها عضوية في أكاديمية تيليسيو-غاليلي العالمية بلندن، وعضوية في هيئة تحرير تسع مجلات علمية عالمية ومنها IJNS, IJCAA, JHEPGC :، وعضو في المجمع العلمي النيترسوفيكي منذ ٢٠١٧/٥/٩، كما كانت رئيسة لقسم الرياضيات في كلية التربية الاساسية / جامعة الموصل- جامعة تلعفر من 2012 إلى 2018 ، ثم اصبحت رئيسة لقسم الشؤون العلمية والعلاقات الثقافية في رئاسة جامعة تلعفر منذ 2018 ولغاية 2021 ، وتشغل حالياً منصب مساعد

رئيس جامعة تلعفر للشؤون الإدارية والمالية والقانونية / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي العراقية.

- لديها اهتمامات بحثية في التبولوجيا النيوتروسوفكية، وبحوث العمليات، والأمثلية العددية الحاسوبية، وضعت الأسس الرياضية في البرمجة الهندسية النيوتروسوفكية،ابتكرت أساس لنظرية ذات الحدين بالمنطق النيوتروسوفكي. تتابع حالياً مشروعها في مجال تخصصها في رياضيات النيوترسوفيك ، كما وضعت طرق جديدة ومبتكرة للحلول العظمى والدنيا في المعادلات العلاقية النيوتروسوفكية، كذلك وضعت مفهوم مبتكراً للـ (الأقل أو يساوي) النيوترسوفكي في مسائل الهندسة غير المقيدة. للمزيد من التفاصيل أنظر الروابط:

Phone Number: +9647518096504

ResearchGate URL:
https://www.researchgate.net/profile/Drhuda_Khalid

Google Scholar URL:
https://scholar.google.com/citations?user=1A-5iycAAAAJ&hl=en

Scopus URL:
https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57220196657

Publons URL: https://publons.com/researcher/1696880/dr-huda-e-khalid/metrics/

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0968-5611

Research ID: K-4782-2015

Neutrosophic Association (NSIA) :
http://neutrosophicassociation.org/index.php/iraqi-branch/

AD Scientific Index :
https://www.adscientificindex.com/scientist/huda-e-khalid/3599942

المراجع (2)

د.أحمد خضر عيسى الجبوري

Dr. Ahmed K. Essa

Email : ahmed.k.essa@uotelafer.edu.iq

ahmed.ahhu@gmail.com

باحث وعضو المجمع العلمي العالمي النيتروسوفي – فرع العراق.

هو مهندس كهرباء وباحث عراقي يعمل في جامعة تلعفر، ويُعرف بمساهماته في مجال الإحصاء النيوتروسوفكي والبرمجة اللاخطية النيوتروسوفكية.

المؤهلات الأكاديمية

- تخرج من قسم هندسة تقنيات القدرة الكهربائية / الكلية التقنية الهندسية / الجامعة التقنية الشمالية/ الموصل، العراق، في العام 2008.
- حصل على دبلوم دراسات عليا في العلوم النيوتروسوفكية من جامعة نيو مكسيكو / الولايات المتحدة.
- حاصل على شهادة الدكتوراه في هندسة تقنيات القدرة الكهربائية من جامعة تكساس الامريكية.

المساهمات العلمية

- شارك في تأليف وترجمة العديد من الكتب والمقالات العلمية بالتعاون مع باحثين عراقيين وعالميين منهم البروفيسور فلورنتن سمارانداكه/ الولايات المتحدة، البرفيسور أحمد عبدالخالق سلامة/ جمهورية مصر العربية، البروفيسور هدى إسماعيل خالد/ جمهورية العراق.
- من أبرز أعماله:
  - ترجمة كتاب "مقدمة في الاحصاء النيوتروسوفكي" ، إذ حصل هذا الكتاب على جائزة يوم العلم العراقي الذي تتبناه وزارة التعليم العالي والبحث العلمي العراقية.
  - "البرمجة اللاخطية النيوتروسوفكية".

- نشرت أكثر من (30) بحث علمي ومقالة علمية وتربوية في دوريات ومجلات دولية مرموقة في مجال الرياضيات وعلوم الحاسب ونظم المعلومات والاحصاء والفيزياء والتمريض والقانون كما قامت بالمشاركة في نشر أكثر من 6 كتب وأفصل من كتب في دور نشر عالمية.
- لديه أبحاث علمية في تحليل ظهور الحركات والتجمعات الإرهابية في مناطق الشرق الأوسط.
- **روابط وحسابات الباحث على المنصات العلمية والاكاديمية هي كما يأتي:-**

- Phone Number: +9647518096503
- ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/profile/Engahmed-Essa
- Google Scholar URL: https://scholar.google.co.th/citations?user=QOGciUgAAAAJ&hl=en
- Scopus URL: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57220195835
- ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6153-9964
- AD Scientific Index : https://www.adscientificindex.com/scientist/ahmed-k-essa/4308008

المراجع (3)

الاسم : د. شامل طه عبدالله

التخصص العام : دكتوراه في اللغة الانجليزية وعلم اللغة

التخصص الدقيق: الأدب الإنجليزي

عمل في العديد من الجامعات داخل وخارج العراق،

حالياً هو تدريسي في قسم اللغة الانجليزية/ كلية التربية/ جامعة تلعفر.

المراجع (4)

الاسم : م.م. أسعد محمود شهاب الكنو

التخصص العام : هندسة السدود والموارد المائية

التخصص الدقيق: هندسة هيدرولوجيا

عضو في نقابة المهندسيين العراقيين / فرع نينوى بمرتبة مهندس مجاز

مدرب وزاري معتمد لدى وزارة التعليم العالي والبحث العلمي في طرائق التدريس نحو التعلم المدمج

عمل في العديد من شركات القطاع الخاص في العراق .

الموسسة : جامعة تلعفر / قسم الشؤون العلمية

الايميل : asaad@uotelafer.edu.iq

Florentin Smarandache

Abdullah A. Khuader

في هذا الكتاب، نطرح فرضية عدم وجود ثمة حد أقصى للسرعة في الكون، فندحض بذلك فرضية سرعة الضوء.

بينما اعتبر أينشتاين وجود مكان وزمان نسبيين، مع افتراض السرعة القصوى على هي سرعة الضوء، نفعل العكس: نفترض وجود زمن مطلق ومكان مطلق، دون وجود سرعة قصوى، ونسميها نظرية النسبية المطلقة.(ATR)

ثم نُحدد معلمات تجربة أينشتاين الفكرية مع الساعات الذرية، مفترضين أننا لا نعرف ما إذا كان المكان والزمان نسبيين أم مطلقين، ولا ما إذا كانت سرعة الضوء سرعة قصوى أم لا. نحصل على النظرية النسبية الخاصة ذات المعلمات (PSTR).أن نظريتنا المسماة بـ PSTR لا تقوم بتعميم النظرية النسبية الخاصة لأينشتاين فحسب، بل هي تُعميم لنظريتنا المعروفة بـ ART أيضاً. كما وتُقدم ثلاث نظريات نسبية أخرى محتملة للدراسة مستقبلاً.

بعد ذلك، نوسع نطاق بحثنا ليشمل ليس السرع الثابتة فقط ، بل التعجيل الثابت أيضًا.

وفي النهاية نقترح النسبية المتعددة غير القصورية لنفس التجربة الفكرية، أي النظر في التعجيل غير الثابت والمنحنيات الاختيارية ثلاثية الأبعاد..

ISBN 978-9922-763-04-0