نظرية النسبية الخصوصية

البحث الثالث

مبادئ الميكانيكا الحديثة

للدكتور اسماعيل احمد أدهم

عضو أكاديمية العلوم الروسية

— ١ —

لقد قررت سنّة لورانتز فى التقلص أن سرعة النور أقصى سرعة يمكن أن توجد فى الكون ، وهذه السنّة نتيجة لكون سرعة الجسم كلما أخذت فى الزيادة أخذت كتلتها تتقلص من اتجاه حركتها بنسبة رياضية ثابتة ، حتى إذا ما قاربت سرعتها سرعة النور بلغ التقلص حداً لا متناهياً ، لا يمكن أن يتقلص الجسم المتحرك بعده . فلو فرضنا جسما يتحرك بسرعة معينة ولتكن (س) ، فهذا الجسم حسب قانون التقلص يتقلص بمقدار ثابت مثل (ث) ومقدار هذا التقلص :

$$\text{ث} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\text{س}^2}{\text{ن}^2}}}$$

ولا يمكن أن تتجاوز السرعة (س) فى أى وقت سرعة النور (ن) لأن هذا القانون يتلاشى إلى حيث لا يكون له معنى [1]

لنفرض كتلة مادية مثل (ك) مقدار طاقة الحركة التى بها (ط ح) ، وهذه الكتلة تتحرك بسرعة مثل (س) ، فهذه الكتلة تقرر قواعد الميكانيكا الكلاسيكية أن طاقتها الحركية :

$$\text{« ط ح »} = \tfrac{1}{2} \text{ ك س}^2$$

غير أن مبادئ النسبية استناداً على قوانين المجال الالكترومغناطيسى ، ونظرية « ماكسويل — لورانتز » تقرر أن

$$\text{ط ح} = \frac{\text{ك ن}^2}{\sqrt{\text{ن}^2 - \text{س}^2}}$$

فمقدار حركة الكتلة المادّية (ك) لا يمكن أن تتجاوز فى سرعتها سرعة النور . حيث أن سرعة الكتلة المادّية المرموزة لها بالرمز (س) تستنفد فى حركتها جزءاً من مقدار طاقة الحركة (ط ح) حتى إذا ما بلغت سرعة النور سرعتها تكون الطاقة قد استنفدت كلها [2]

— ٢ —

لو فرضنا قوتين : سرعة الأولى (س) وسرعة الثانية (س$_1$) وأنهما تؤثران على نقطة مادّية فى اتجاه واحد . فتكون سرعة هذه النقطة المادّية محصلة هاتين السرعتين ولنرمز بالرمز (س$_2$) فقانون الحركات الكلاسيكى يقرر أن

$$\text{س}_2 = \text{س} + \text{س}_1 \quad \text{« معادلة ١ »}$$

وهذا القانون النيوتونى يتبدل عند اينشتيجا ويتشكل فى صورة رياضية أخرى تقررها المعادلة :

$$\text{س}_2 = \frac{\text{س} + \text{س}_1}{1 + \frac{\text{س} \times \text{س}_1}{\text{ن}^2}} \quad \text{معادلة ٢}$$

وهذه الصيغة الجديدة نتيجة لمبدأ ثبات انتشار النور [3]

فمثلا لو فرضنا نظاما ماديا يبتعد عن الشمس بسرعة ١٣٠٠٠ كيلو مترا فى الثانية ، فشعاعة النور الصادرة من الشمس والتى

(1) M. A. Sommerfeld : Physik Zeitschrift, 8 (1907) P. 842—843.

(2) Levr Civita : « L'Enseignement Mathematipue » Rome 1926 p. 155-156

(3) G. Maumann : « Annalen der Phijsik » 45 (1914) P. 525

عرف فى البعد عن الجريمة المنكرة ، وجرّب على القناعة بالقبلة والمنادمة ، وشهد سخائى فى البذل ، رأى أن يؤثر نفسه ونساء بيته بمالى ، فهو وهن أحق بذلك المال الذاهب هباء ، والملقى إلى أناس آخرين ، ولم يجد فى الأمر ثلماً للعرض ولا نقصاً من الشرف ، مادام النزل لا يصل إلى نهايته الأثيمة !

* * *

وتراءت فى عينى صورة الرجل حين رأيته لأول مرة ، وقارنت بين جمال المنظر وسوء المخبر ، فذكرت قول الشاعر :

وهل ينفع الفتيان حسن وجوههم
إذا كانت الأعراض غير حسان !

محمد مصطفى عمام

تتحرك نحو هذا النظام بسرعة ٣٠٠,٠٠٠ ك م فى الثانية تكون سرعتها بالنسبة لراصد فى النظام المادى :

٣٠٠,٠٠٠ ك م + ١٣,٠٠٠ ك م = ٣١٣,٠٠٠ ك م فى الثانية حسب مبادىء الميكانيكا الكلاسيكية . أما قواعد النسبية فتقرر أن سرعة شعاعة الضوء للمشاهد حسب قانون تركب السرع كما تقرره الميكانيكا الحديثة هى :

$$\frac{٣٠٠,٠٠٠ + ١٣,٠٠٠}{١ + \frac{١٣,٠٠٠ \times ٣٠٠,٠٠٠}{٣٠٠,٠٠٠^{٢}}} = ٣٠٠,٠٠٠ \text{ ك م فى الثانية}$$

وهذه النتيجة توضح لنا تماماً أن سرعة النور سرعة مطلقة لا تتغير [1]

— ٣ —

إن علم الحركات « Cinematique » يرى فى الزمان حداً رابعاً للمادة ، ولكنه لا يخرج عن كونه مجرد ملاحظة رياضية ، حيث أن الزمان مطلق ومستقل عن المكان ، وقد كان أستاذنا هنرى بوانكاريه الشهير يفرض أن الزمان بعد رابع موهوم للمادة ويستند فى إثبات ذلك على الرياضيات الثابتة Invariant إلا ألبرت ايشتين ومينقوفسكى تمكنا من إثبات أن الزمان له شأن طبيعى كبعد رابع للحوادث [2]

إذا فرضنا وقوع حادثتين غير معينتين وكان الخط الواصل بين الحادثتين (خ) مثلاً . فانتقالنا من نظام إلى آخر لا شك سيؤثر فى الخط الواصل بين الحادثتين وسيتأثر الخط بانتقالنا ويتغير (راجع مقال وحدة قوانين الطبيعة)

وإذا كان الزمان الفاصل بين أوان وقوع الحادثتين « ت » مثلاً ورمزنا لسرعة الضوء بالرمز (ح) كان معنا المعادلة

ف^{٢} = « ح^{٢} ت^{٢} » — خ^{٢} (معادلة ١) ، وهذه المعادلة ثابتة لا تتغير حيث فيها (ف) رمز لفاصلة الزمان المطلقة ، والحادثات

ك ، ى ، ح ، ت ؛ ك$_{١}$ ، ى$_{١}$ ، ح$_{١}$ ، ت$_{١}$ لو طبقت على قانون التحويل الذى وضعه لورانتز كانت النسبة بين مجموع حوادث الكونين ثابتة حيث أن :

ف^{٢} = ح^{٢} (ت$_{١}$ — ت)^{٢} — (ك$_{١}$ — ك)^{٢} — (ى$_{١}$ — ى)^{٢} = (ح$_{١}$ — ح)^{٢} (معادلة ٢) فالزمان ليس الزمان بذلك الموجود المستقل عن المكان بل إنه متحد فيه ، وليس الزمان والمكان بمطلقين بل هما نسبيين إلا أنهما يندمجان فى الفاصلة الثابتة الرياضية (ف)

ليس للزمان ولا للمكان شأن طبيعى وإنما إندماجهما يؤلف معنا حقيقة واحدة . فالمكان امتداد الزمان ، أعنى أن فواصل حوادث العالم تندمج فى (ف)^{٢} الثابتة الرياضية وتكوّن وحدة هو كون « الزمان — المكان »

هذا الكون [1] لا يتبع نسب وقياسات الحوادث ، بل هو مطلق فلكل حادثة أو مجموعة من الحادثات مكانها وزمانها الخاص بها . أما كون « الزمان — المكان » فهو ذو حقيقة مطلقة غير تابعة لقواعد القياس . والمكان فى حد ذاته ليس إلا مجموعة فواصل الحوادث ، فواصلها الفراغية المتساوية أعنى أنه قطاع لله فى زمان خاص ، أو بلغة أبسط هو العلاقة الانتشارية بين الحادثات واندماج المكان بالزمان فى الثابتة الرياضية (ف) ، توجد علاقة ثابتة بين الحوادث هى الفرق بين مربع الفاصلة الفراغية وحاصل ضرب سرعة النور بمربع الفاصلة الزمانية . هذه العلاقة تؤلف بين الحادثات وحدة ممتازة تجعل الكون عالما مطلقا هو منه الصفة المطلقة الوحيدة [2]

— ٤ —

لنفرض [3] نظاما ماديًا مثل (ظ) يتحرك حركة نسبية ا ح ا ء نظام مثل (ظ$_{١}$) ولنفرض أن (خ) خط ثابت بالنسبة للنظام الثانى متحرك بالنسبة للأول بسرعة محدودة لنرمز لها بالرمز (س) فطول هذا الخط بالنسبة لمشاهد فى النظام الأول غيره بالنسبة لمشاهد فى النظام الثانى

ولنفرض أن (خ) يمتد من النقطة « م » إلى النقطة (م$_{١}$) فستبدو كل نقطة حادثة مستقلة عن الأخرى لكل من المشاهدين . وسيرى المشاهد الذى فى النظام « ظ$_{١}$ » الحادثين متواقتين . أما المشاهد الذى فى النظام (ظ) فان (خ) ستبدو

(1) Edham (I A) die Grundlangen der Relativitaetstheere', Leipzig 1914-1935 Uol 3., P.92-93

(2) M. A. Sommerfeld : Annalen der Physik, 44 (1914) P. 175 — 177

(1) Fritz Beer : Die Einsteinsche Rehativitaetstheorie , Wnin 1909 6 . 118 — 119

(٢) شارل مالك : « الفضاء — الزمن » مطبعة بنار وفرار ١٩٣٢

(2) Edhem (I. K.) ; Türk Ansiklopedia., Istanbul nesriyati. 18 cilt., 1935 (5) . P. 355 — 356. Izaflyat prnsipi.

أطول مما تبدو للمشاهد الذى بالنظام (ظ١) كما وأن كل نقطة من نقطى الابتداء والانتهاء ستبدوان له حادثتين مستقلتين عن بعض غير متوافقتين

ولنفرض أن المحورين « ل م ؛ ل١ م١ » منطبقين على بعضهما كل الانطباق وأنهما موازيين استقامة السرعة (س) للخط (خ) فى كل من الكونين (ظ) و(ظ١) فاذا كانت المحاور

م ل ، م ى ، م ع ... ... (١)

موازية للمحاور

م١ ل١ ، م١ ى١ ، م١ ع١ ... ... (٢)

فى كل من النظامين (ظ) و (ظ١) كان :

ل١ = ث (ل − س ت معادلة رقم (١)

ولا بد من أن يكون :

ل١ = ث ل معادلة رقم (٢)

ليتحقق معنا تعادل المركز (م) مع الزمان (ث) ومن انطباق المركز على الزمان نستنتج أن

$$ل = \frac{ل_١}{ث}$$ معادلة رقم (٣)

وهنا نؤدى إلى أن :

$$\frac{ا}{ث} = \sqrt{\frac{س^٢}{٢٥}}$$ معادلة رقم (٤)

حيث أن ا رمز لمادلة التقلص

ولما كان المقدار العالى أصغر من (ا) كان ل١ < ل [1]

إن الخط (خ) بالنسبة للمشاهد الذى بالنظام (ظ١) أطول مما هو بالنسبة للنظام الأول . ومسئلة تقلص الأطوال شيئاً فشيئاً كما تقرره ميكانيكية لورانتز ليست راجعة لتقلص الأجسام فى اتجاه حركتها وإنما هى نتيجة لنسبية الأطوال . وليس هذا التقلص حقيقياً بل هو ظاهرى حيث أن الواجب لا يمكنه ترتيب حدوث الحادثات كما تقع وإنما يرتبها حسب ما تتراءى له . وتقسيم الزمان والمكان تقسيما مطابقاً لموضوعها فى صورة مستقلة عن بعضها لا يمكن إجراؤها فى أى حال حيث أن سرعة اندفاع الجسم إذا بلغت سرعة انتشار النور أو ما قاربها بلغ التقلص أقصاه ولم يعد للجسم عمق لدى النظر ، لأن الأجسام عند ما تبلغ من السرعة هذا الحد تلوح كصفائح رقيقة [2]

وحاصل القول إن الأطوال تابعة لحالات المشاهدين الطبيعية من الحركة والسكون

— ٥ —

لنفرض [2] ساعة فى النظام (ظ) . فهذه الساعة سيبدو إشعارها للزمان متأخراً بالنسبة لساعة النظام (ظ) فهذا التقاص فى الزمان نتيجة للعلاقة بين (ت ، ت١) حيث أن :

خ ت = ث خ ت١ معادلة (١)

ولما كان تقلص الأطوال نتيجة للقانون :

$$خ ل = \frac{خ ل_١}{ث}$$ معادلة (٢)

فقليل من البحث والاستفاضة فى الدرس يكشف عن تساوى كل من :

خ ل خ ت = خ ل١ خ ت١ معادلة (٣)

حيث أن

خ ل ، خ ى ، خ ع ، خ ت = خ ل١ ، خ ى١ ، خ ع١ ، خ ت١ معادلة (٤)

ونخرج من هذا التساوى بحجم الجسم فى عالم ذى أبعاد أربعة أو طوله فى ذلك العالم

« للبحث بقية »

اسماعيل أحمد أدهم

(1) J. A. Schouten; Die direkte analysis zur neueren Relativitaetstheorie., Amesterdam. 1919. P. 128 — 129.

(2) Hermemm Weyl Raum . Geitumd Materie . Berlim 1921 . P . 235

(١) راجع البحث السابق عن قوانين لورانتز التحويلية وانظر الشكل

(٢) ص ٩٧ بالعدد ١٢٣ من الرسالة