

نظرية النسبية الخصوصية المقال الثاني

ومرة قوانين الطبيعة والبعد الرابع في النسبية

للدكتور اسماعيل احمد أدهم

عضو أكاديمية العلوم الروسية

عناصر البحث

(١) الحد الرابع للمادة في النسبية

(٢) ثبات النور ووحدة قوانين الطبيعة

(٣) النظام الديالي وقوانين التحويل اللورانتزية

— ١ —

تصور سطحاً في حيز منه نقطة مثل « د » ، وأنتك تريد تحديد مكانها ، فلا شك أنك ستقيس بمسدها عن الحافة اليمنى للسطح أو اليسرى ، ثم بمسدها عن حافة السطح الأمامي أو الخلفي ، وبواسطة خطين تحدد مركز النقطة على السطح . أما إذا كانت النقطة المرغوب تحديدها في حجم فلا بد من خطوط ثلاثة تنتهي عندها لتحديد مكانها بالضبط

لنتصور مكعباً ضلعه ١٠ أمتار ، ولنفرض به نقطة مادية مثل (د) في المكان « م » ، ولنشرح في تحديد مكان هذه النقطة المادية ، فلا بد من أن نقيس الخط العمودي الساقط على هذه النقطة من السطح السفلي للمكعب ، ولنفرض أنه كان مترين ، فهذا الخط بفرده لا يصح أن يكون عدداً لمكان النقطة إذ في الامكان تحريك هذه النقطة حركة أفقية ويبقى الخط الممتد من السطح السفلي للمكعب حتى النقطة « د » مترين بدون أن يلحقها أي تغيير ؛ فلا بد من حد ثانٍ بخط يمتد من السطح الأيمن أو الأيسر إلى النقطة « د » . فلنفرض أنه كان ستة أمتار ، فلنا أن تتساءل : هل في الامكان الاكتفاء بهذين الخطين لتحديد موضع النقطة ؟

إن من السهل تحريك النقطة المذكورة في خط مواز للسطح الأيمن أو الأيسر بحالة لا يختل معها طول الخطين . فلا بد من حد ثالث ، هو بعد النقطة من السطح المامد للجدار الأيمن

والأيسر ، ولنفرض أننا ألفيناه ثلاثة أمتار ؛ فعليه يمكن تحديد أية نقطة في حجم بثلاثة أبعاد تتعامد على بعضها في النقطة المرغوب تحديد مكانها ، وهذا النظام يعرف بنظام المتعامدات الديكارتية^(١) إن المشاهد الذي يقوم بعملية القياس سيأتياً إلى قواعد فيثاغورس في الهندسة ليحدد أبعاد الخطوط الثلاثة المحددة من مكان النقطة . وقاعدة فيثاغورس التي ترجع إليها هذه المسئلة نظريتان : الأولى : أن مربع الوتر في المثلث القائم الزاوية يساوي مجموع مربع الساقين

الثانية : أن مربع الوتر في مكعب يساوي حاصل جمع مربع خطوط الطول والعرض والعمق

فتكون المسافة من المشاهد إلى النقطة « د » :

$$\sqrt{26^2 + 23^2 + 27^2}$$

— ٢ —

لنفرض أن النقطة المادية « د » تحركت من وضعها الأول في (٢) إلى وضع آخر ، وليكن (١٢) بمعدل سرعة متر واحد في الدقيقة الواحدة ؛ ثم لنفرض أنها بلغت وضعها الجديد بعد دقيقة تين من تحركها ، فالمسافة « ٢ - ١٢ » يستغرق قطعها زمناً . وهذا بلا شك^(٢) يثبت أن الزمان يتداخل في المكان ويندمج به ليكوّن البعد الرابع للمادة

هذه قضية البعد الرابع في النسبية الخصوصية في أبسط صورها ، ولكنها ليست كل شيء كما سنرى

— ٣ —

لا يمكن فصل الزمان عن المكان ولا المكان عن الزمان ، لأنك لا تتصور حادثة إلا وتتصور آوان حدوثها ، ولا تتمثل في ذهنك حركة إلا وينطرق إلى وعيك الزمن الذي استغرقه الجسم في الحركة

إنه لا يمكن تصور شيء في الوجود لا يشغل مكاناً ولا يحدث في زمن . فالبعد الرابع في النسبية ليس إلا إدماج الحركة في المسافة ، إذ تُعبر عن المسافة بحاصل ضرب معدل السرعة في وحدة زمنية بوحدة زمنية أخرى

(1) Edhem (G. K) : Mathematik und Physik, P' 139.

(2) Weyl (Hermann) ; Raum, Zeit, Materie. Berlin 1921 P. 129.

غير أن هنري بوانكاريه^(١) العالم الرياضي الفرنسي الشهير عدل عن هذا المبدأ وقرر أنه من المحال الاستناد إلى التجارب التي تجري داخل عالم متحرك في استخراج حركته المطلقة استناداً على تجربة « ميكلسون - مورلي » كما سبق

لقد عمل ألبرت اينشتين على أن يلائم بين سنة ثبات النور في سرعتها ومبدأ ثبات قوانين الحوادث، فقرر أن الضوء يتصف بسرعة ثابتة في انتشاره في جميع الجهات أياً كان السكون الذي ينتشر خلاله. ولتوضيح هذا القانون نفرض عالماً متحركاً مثل « ع » وعالماً آخر مثل « ع' »، ولنفرض أن سرعة الضوء في العالم الأول « ص » وفي الثانية « ص' »، ولنفرض أن السرعة « ص » أكبر من السرعة « ص' »، فستكون سرعة النور في العالم الأول أكبر منها في العالم الثاني. فتكون السرعة النسبية إذن غير ثابتة في كل الاتجاهات، إذ تتأثر بحركات العوالم للنسبة إليها والتي تنتشر خلالها. ولما كانت تجربة « ميكلسون - مورلي » قد أثبتت أن السرعة « ص » هي غير السرعة « ص' » فاستناداً إلى قانون لورانتز في التقلص ونتيجته في استحالة استخراج الحركة المطلقة وثبات سرعة الضوء تقرر ثبات قوانين الحوادث ووحدها

وهنا قد يتبادر إلى ذهننا سؤال : هل في إمكاننا أن نؤلف بين سنة ثبات سرعة الضوء ومبدأ النسبية ؟

مبدأ النسبية الكلاسيكية يقرر أن الحوادث الكونية التي تحدث في كون متحرك لا تتبع حركة الكون الذي يحدث فيه، فكأنها تحدث في عالم ساكن غير متحرك. فهل في الامكان التوفيق بين هذا المبدأ النيوتوني وسنة ثبات انتشار الضوء في الفضاء ؟ إن الإجابة على هذا السؤال ترجع بنا إلى مسألة التوافق التي توحى إلينا أن الزمان ليس بفكرة إنشائية *a priori* كما تقرر علوم الطبيعة الكلاسيكية، وأن مفهوم السرعة مشتق منه، بل إن سرعة النور وثبات هذه السرعة يجب أن يمدا من المبادئ الأولية ومنها يشق مفهوم الزمان. فكأننا براسد الحوادث مقيد بالأنه يقرر حسباً تراءى له الحوادث، والزمان بالنسبة للمكان وليس هو بالشئ الوهمي الذي تصوره لورانتز بل له حقيقة موضوعية Odjective طبيعية

اسماعيل أحمد أرهم

هذه العملية نظرية لأننا لم نعمل حساب الزمن الذي تستغرقه شماعة النور في التحرك لقطع المسافة من مكان وقوع الحادثة إلى المشاهد ؛ ذلك لأن المسافات على سطح كوننا الأرضية قصيرة، ولا يحس فرق زمني إذا ما انسابت في فضاءها موجات النور. أما في المسافات الحقيقية بين الأجرام فالأمر يحتاج إلى حساب الزمن الذي تستغرقه شماعة النور في الوصول إلينا، لأن هذا الزمن يتضخم حتى يبلغ ملايين السنين في المسافات الحقيقية. فمن المعلوم أن شماعة النور تستغرق نحو ٩ دقائق للوصول إلى أرضنا من الشمس، كما أن شماعة تصدر من السدم اللولبية تحتاج إلى مليون عام لتصل إلينا، وقد تحتاج أحياناً إلى مائة مليون عام ؛ فهذا النجم يبعد عنا بنحو ١٢٤,٢٦٤,٨٠١,٦٢٥,٠٠٠ ميل. فاحسب كم عاماً تحتاج له شماعة الضوء لقطعه مع أنه قريب إلى أرضنا بالنسبة للسدم والمجرات

لا شك أننا لا نجد الشمس إذا نظرنا إليها إلا كما كانت قبل دقائق ؛ فلو فرضنا أن الشمس انكسفت فجأة فانها تنير لنا نحو تسع دقائق بعد كسوفها تكون خلالها الشماعة الأخيرة التي صدرت من الشمس قد وصلت إلينا. فكان المسافة قد تعددت بالنسبة لنا والدمج الزمان في المكان

— ٤ —

إن قانون ثبات سرعة النور الذي هو نتيجة لتجربة « ميكلسون - مورلي » يقضي بأن قوانين الطبيعة الشاملة للحوادث ثابتة. لأن هذه القوانين قائمة على انتشار النور بسرعة ثابتة في كل الاتجاهات. وما دامت سرعة النور ثابتة والنور يحدد من حدوث الحوادث فقوانين هذه الحوادث ثابتة. هذا المبدأ الذي استخلصه ألبرت اينشتين في تيه من المعادلات الرياضية الفائقة^(١) طبقه العالم مينكوفسكي Minkowski على حادثات الكون والظواهر الضوئية والالكترو مغناطيسية. وقد كان هذا المبدأ في صورة أخرى دائماً في علم الطبيعة الكلاسيكي إذ كانت تفرض أن الحوادث تحدث في العالم بالنسبة للأثير دون أن تتأثر بمحالات الأكوان التي تحدث خلالها من حركة أو سكون. هذا المبدأ المطلق كان موضوعاً جوهرياً في علم الطبيعة الكلاسيكي.

(1) Henri Poincaré : Science et l'hypothèses, paris 1913 P. 93 et Dernières Pensées, paris 1909. P. 139 — 143.

(1) Einstein (Albert) : Ueber die spezielle und die allgemein Relativitätstheorie., Braunschweig, 1933. P. 93-97