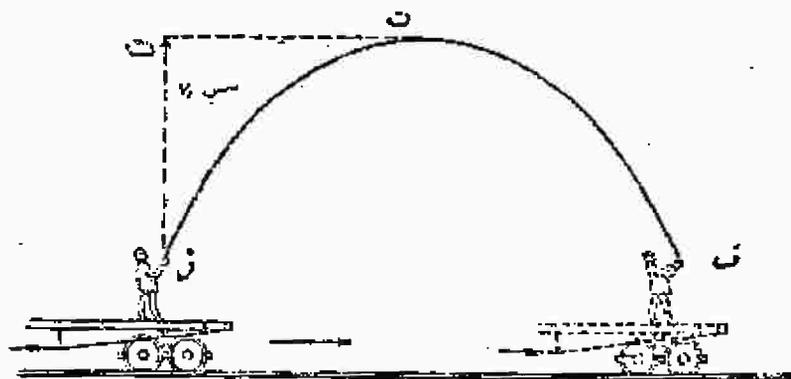


لباب النسبية بسيطاً

لنرىها ونفهمها - مقامها في العلوم الطبيعية
لنا نبار

زيد في قطار سريع ، يقطع تسعين كيلو متراً في الساعة . وهي كرة الـ الجو فوصلت الى علو ٦٤ قدماً ، ثم مادت راجعة الى اسفل . فآين تقع ؟ أوراثة ؟ ام امامة ؟ ام فوقه ؟
انها تقع فوقه ، لانها اكتسبت من سرعة القطار استمراراً ، لا تنزعه منها قوة الدفع المسمي من يد زيد .. ولكن كيف رآها زيد ومن معه في القطار ؟ وكيف رآها عمرو ومن معه في الطريق ؟
رآها زيد ورفاقه قد وصلت وهبطت في خط سمي . أما عمرو وصحبه فرأوها قد سارت في



ش ١

قوس دائرة كما ترى

في شكل ١

فآني التريقين

هو المصيب ؟ زيد

ام عمرو ؟ تقول

النسبية لان كليهما

مصيب . هذه الحالة

مثال لنا نظرتين .

الاول نظرة العلماني

يبدو من زيد . والثانية نظرة النسبية يبدو من عمرو . هي صورة بسيطة ربما موقفاً من مواقف النسبية ، التي تحسب الخط المستقيم محدياً . ونحن تفعل ذلك . فالنسبية خطوة الى الامام في تفسير ظاهرات الكون . بها حوّل اينشتين قواعد غاليليو ونيوتن ، كما حوّل كوبرنيكوس قواعد بطليموس . وكما حوّل دلتون ولافاوازييه قواعد الكيمياء القديمة . وكما جدد دليل في علم الجيولوجيا . ودأرون في البيولوجيا

وجاءت نظرية اينشتين متمسة مسعى ميكلسن ومورلي الراعي الى اثبات حركة الارض في الاثير

بواسطة سير النور . وبالرغم من تكراره مراراً بين سنة ١٨٨٢ - سنة ١٩٠٥ - ١٩٢٥ لم يمكن ظهور أي أثر لحركة الأرض في الأثير . فهل الأرض ساكنة ؟ أو أن الأثير لا وجود له ؟ لا هذا ولا ذلك . فما هو إذاً تعليل الأمر ؟ لماذا لم يمكن اثبات حركة الأرض بهذا الامتحان ؟ ذهب العلماء في تعليل مذاهب شتى . منها أن الأثير اللامس سطح الكرة يشترك معها في حركتها في شكل تيار . فلا يمكن ادراك حركتها فيه . ومنها أن المادة تنقلس في اتجاه حركتها . قاله فزجرالد الأرنلدي . وقد أبان لورنتز الهولاندي مقدار التقلص بالحسابات الرياضية وهو

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

من قطر الأرض

أما اينشتين فيقول أن التقلص ظاهري لا واقع . وخلاصة نظريته أن لا حركة مطلقة في الكون . ولا سكون مطلق كذلك فاللادة بأجمعها من أكبر كتلة كابط الجوزاء ، إلى الفوطون وهو جزء واحد من عشرة آلاف جزء من الكهر ب ، أقول إن جميع هذه الاجسام متحركة حركة نسبية أحدها إلى الآخر وقد قسم اينشتين النسبية إلى قسمين : ١ - النسبية الخاصة . وموضوعها الحركة القياسية غير الدورانية . وقد أعلن هذه النظرية سنة ١٩٠٥ - ٢ النسبية العامة وهي تبحث في جميع الحركات قياسية ومتفاوتة ودورانية . وقد أعلن هذه سنة ١٩١٥

النسبية الخاصة

أوضحها اينشتين في كتاب «نظرية النسبية الخاصة والعامة»^(١) ويمكن تلخيص كلامه في ما يأتي : زيد في قطار يسير سيراً قياسياً بالنسبة إلى عمود في المحطة . وهناك غراب طائر في الجو فوق القطار . فطيران الغراب حادثة طبيعية ، شهدا اثنان ، أحدهما ساكن ، والآخر متحرك بالنسبة إليه في خط مستقيم غير دوراني . قال اينشتين : نواميس الظاهرة الطبيعية هي هي سواء قيست بدليل (هيكل اسناد) م أو م' المتحرك حركة «نسبية» إلى م قياسية :

وقد أوضح ذلك هري صمدت في كتابه النسبية والكون ٦٦ - ٨٥ Relativity & The Universe وهذه صورة قاعدة النسبية الخاصة فيها : جميع الظاهرت ، ليس الميكانيكية فقط ، بل ايضاً الكهربائية والمغناطيسية والبصرية ، تحدث في نمط واحد سواء اعتبرت بدليلات ساكنة ، أو بدليلات متحركة حركة نسبية إلى الساكنة حركة قياسية غير دورانية :

فمن ذلك : أن سرعة النور في الفضاء ثابتة السرعة لكل مراتب ، ومستقلة عن حركة مصدرها وناظرها : أي لا فرق بين أن يكون مبعث النور متحركاً أو ناظره أو كلاهما . ولذلك لا يمكن اثبات حركة الأرض في الأثير بواسطة سير النور ، أو بغيره من الظاهرات الكهربائية والمغناطيسية والميكانيكية

وبمباراة اخرى ان العلم الطبيعي ضجر من اثبات الحركة المطلقة . جاء في كتاب النسبية والكون ص ٢٠ - ٨٥ ذكر نتائج النسبية الخاصة

١: لا يمكن تأكيدها العناصر (الثوابت) في حادثتين . فقد يراها مراقب في وسط من الاوساط انهما قد حدثتا معاً في وقت واحد . ولكن مراقباً آخر في وسط متحرك يراها متواليتين

٢: الفترة الزمانية بين حادثتين معلومتين . قد يرد في طولها حكماً متباينان يعني ان الزمان نسبي لا مطلق

٣: الفترة المكانية بين حادثتين معلومتين يحكم على طولها احكام مختلفة باختلاف هياكل الاسناد Co-ordinates : او الدليلات . يعني ان المسافة نسبية

٤: الحجم نسبي لا مطلق . وذلك يتعارض ومبدأ نيوتن القائل بثبوت المادة

٥: الشكل نسبي . فالدائرة في عين زيد مع هيكل اسناد واحد ، قد تكون اهليلجاً في عين عمرو مع هيكل اسناد آخر . والمربع في نظر هذا قد يكون مستطيلاً قائم الزوايا في عين ذاك

نسبية الزمان (١) : اذا كان هناك ساعتان من معمل واحد ومن تركيب واحد ومزايا واحدة في كل شيء ولكن احدهما في جيب كاتب على كرسيه ، والاخرى في جيب طيار . يقطع ٦٠٠ كيلو متر في الساعة . فان الاول تسبق الثانية سرعة وكلما زادت سرعة الوسط بطؤت حركة الساعة ، وحركة المعدة ونبض القلب — وعلى ذلك قد يولد اثنتان في ساعة واحدة وبموتان في ساعة واحدة . ومع ذلك يكون احدهما قد عاش سبعين سنة والاخر قد عاش سنة واحدة لان الاول عاش في ارضنا .

القطار متحرك	والآخر في جرم سريع
متر على القطار	الحركة جداً بالنسبة الى
مكانه على الارض ثابت	حركة ارضنا والمفروض
متر على الارض	ان سرعته ١٦١٠٠٠
متر على القطار	ميل في الثانية . فسنه
متر على الارض	هناك تعمل سبعين سنة
متر على الارض	في ارضنا

(ش ٢)

نسبية الحجم : انظر (ش ٢) قال المتر الواحد يظهر لك في حال اسرعه نصف متر

النسبية العامة

وموضوعها الحركة من حيث هي قياسية او دورانية او لولبية او غير ذلك

بسط الكلام فيها الاستاذ اينشتين في كتابه المذكور آنفاً ص ٥٩ - ١٠٥. وتعميداً لها اوجه نظر القارىء الى : « الابعاد الاربعة »

ان قضاء نيوتن هو قضاء اقليدسي ، ثلاثي الابعاد ، طول وعرض وعمق. على هذا جرى العلماء من ايام اقليدس الى ١٩٠٥ لما ابرز منكوفسكي رأيه في عالمنا . يقول اينشتين ان المادة ساكنة في حيز اقليدسي ، لا تتوقف طاماً . لان ليس طاماً عالم مجرد واستقرار ، بل هو عالم حادثة ، فلا تكني الابعاد الثلاثة لتعيين الحادثة ، بل تلزم اضافة بعد رابع اليها هو الزمان

الجغراف تسليين وهو طائر من فريدريكهاغن الى نيويورك بطريق روسيا فيسبيريا فالبايان فالباينفيك ، لا يمكن تعيين موقعه دون ذكر الزمان ، فلا يفيد قولنا ان الجراف تسليين هو في طول كذا وعرض كذا وارتفاع كذا ، ما لم تقل « في وقت كذا » . لانه في كل ثانية يشغل حيزاً مختلف عما قبله

قال منكوفسكي ان الزمان وحده ، او المكان وحده ، او المادة وحدها ، وهم وحيال ، ما لم تجتمع الثلاثة معاً . (كتاب النسبية والكون ص ٩٨)

ويقول اينشتين : طاماً امتداد زمني مكاني . وقضاء اقليدس ليس طاماً لانه ثلاثي الابعاد . فالعالم في عرف منكوفسكي : مشهد الظاهرة : ولا تكون الظاهرة دون زمان ، كما انها لا تكون دون مكان . وكلام اينشتين هذا يوافق رأي « كنت » الفيلسوف الالماني العظيم ، الذي يرى ان المكان والزمان ملازمان لا يمكن فهم شيء في طام الماتة من دونهما فمالمنا زمني مكاني رباعي الابعاد (ط : ع : س : ز) وهي احرف ترمز الى الطول والمرض والسك والزمان على الترتيب

بدأ اينشتين الكلام في النسبة العامة في الفصل الثامن عشر من كتابه . قال : لقد كان مبدأ النسبية الخاصة محور ابحاثنا السالمة . وغرواه ان « كل حركة هي نسبية » وسواء اتخذنا المحطة او القطار المتحرك حركة نسبية موقفاً لنا ، فالنواميس العامة هي هي بحكم الاختيار ، المبني على هيكل اسناد غليلي ، ساكناً او متحركاً حركة قياسية . ولا ينسل الاجسام المتحركة حركات متنوعة . كما نعني بالنسبية العامة . وفي هذه نواميس الظواهر الطبيعية هي هي سواء قيست بدليل اسناد م اوم المتحرك نسبياً « اية حركة ايما كان »

وبعبارة اخرى : جميع الاجسام ساكنة الدليلات (هياكل الاسناد Co-ordinates) او متحركتها « اي نوع من الحركة » هي صالحة لوصف الظواهر الطبيعية (اي لتأليف النواميس الطبيعية العامة مها يكن نوع حركتها) وتلا ذلك كلامه في الفصل ١٩ في منظمة الجذب gravitational field وهنا يقدم نيوتن صدمة عنيفة . بأن الجاذبية والاستمرار سيان . قال : افلكتنا حجراً من يدنا فقط على الارض . ولماذا ؟ الجواب العادي من هذه المسألة هو : ان الارض جذبه : ولكن الطبيعيات الحديثة تصوغ الجواب في صورة اخرى . لان درس الظواهر الكهرطيسية درساً دقيقاً اثبت لنا

استحالة الفعل عن بعد دون واسطة توصل أثر التفاعل الى المفعول به . فاذا جذب الحديد مغناطيسياً دون اتصال به فلا تقول اذ ذلك بالفعل عن بعد . بل ترى مع تارادي ان المغناطيس ينشئ حوله شيئاً طبيعياً ندعوه المنطقة المغناطيسية : magnetic field . فيجذب الحديد ضمن حدود هذه المنطقة . على هذا النحو نجذب تأثيرات الجاذبية . فان الكرة الارضية تنشئ حورها منطقة جذب . وضمن حدود تلك المنطقة تفعل في الحجر ، الذي وأبناءه يهبط الى سطح الارض . وتعلم بالاخبار ان ذلك الجذب ينقص كلما بعدت المادة عن الارض (بدليل خفة الوزن كلما علوتنا)

على ان فعل الجاذبية في منطقتها يخالف فعل الكهرباء في منطقتها ، ويخالف كذلك فعل المغناطيسية في منطقتها ، وذلك في انه يحدث حركة متسارعة — كما في الاجسام الساقطة . ولا يتوقف ذلك على حجم المادة الساقطة ولا على نوعها . فجميع الاجسام تسقط بسرعة واحدة على سطح الارض . كتلة الحديد كقصاصة الورق حيث لا هواء يؤثر في هبوط الورقة مثلاً . فالجاذبية والاستمرار سيان . وقد مثل على ذلك في الفصل العشرين مثل الصندوق الهائل . قال ما خلاسته : —

نفرض ان الفضاء خالي من الاجرام . فلا شمس ، ولا سيارات ، ولا اقمار ، ولا ولا ليس هناك الا صندوق هائل في عرض الفضاء ، في سقفه حلقة كبيرة معلقة بحبل ، لا يراها الذين هم في الصندوق . حيث لا اجرام هناك فليس ثمة جذب يهبط بالمواد الى اسفل نحو المركز . تبقى الاشياء في الصندوق حيث وضعناها في منتصفه او فوق ذلك . ولا تهبط الى ارضه ولا تميل الى احدى الجهات الاربع ضمن الصندوق

ولكن في ذات يوم جذبت قوة طالية الصندوق بواسطة الحبل المربوط بالحلقة . فارتفع الصندوق مقسوراً . اما الاشياء التي ضمنه فظلت حيث هي . ففما ارتفع الصندوق صلت ارضه تلك الاشياء . فنقول انها قد هبطت ، لاننا لم نشعر بحركة ارتفاع الصندوق ، بل شعرنا بهبوط الاشياء على ارضه وقد نعلم تلك الظاهرة بتعليق مألوف عندنا وهو : ان قوة خافية تحت الصندوق جذبت الاشياء التي فيه الى اسفل

وبسواء كان الصندوق قد جذب الى فوق بالحبل ، او ان الاشياء قد جذبت الى اسفل بقوة خافية ، على الحالين ان الاشياء لاذب بأرض الصندوق . ولا مزلة لاحد التفسيرين على اخيه . فلا استمرار والجاذبية سيان : (طبيعيات عامة : ص ٦٨٥)

على هذا النحو يمكن تجريد مبدأ النسبية فيشمل كل الحركات في الكون . وعليه ظننا ان الجاذبية ظاهرة لا غير . بل في ذلك تبيان اينشتاين عمق النسبية الميكانيكية والنسبية الخاصة عن تفسير الكون ، واحتياجنا الى النسبية العامة . وهو موضوع الفصل ٢١ . قال : —

يتلخص تاموس الميكانيكا الكلاسيكية بهذا النص - تستمر القدرات المادية المتباعدة سائرة في خطوط مستقيمة، أو تبقى ساكنة: وقد اتينا ان ذلك يصح في وسط ساكن، أو صائر سيراً قياسياً، فإذا اختلفت الأقيسة باختلاف الأوساط تخلف هذا الحكم. فإذا راقبنا تلك القدرات من وسط سريع الحركة نشعر انه ساكن، ظهرت لنا تلك القدرات متحركة لا ساكنة وقد ذكر هنا مثال الحلال فيها ماء موضوعة على مصابيح الطبخ وهي أكفاه في كل شيء. إلا ان الماء جعل يتبخر وينجلي في بعض الحلال دون البعض الآخر. ولدى التفحص وجدنا تحت الحلال الساخنة المياه، شيئاً صاعداً من المصابيح أذرق اللون، في سورة شعاع. فحسبناه علة خليات الماء. وأن لم يسبق لنا مثل ذلك الاختبار. لذلك ارتأى ا. ماش انه يجب ان تبني الميكانيكا على أسس جديدة. تنطبق على قواعد النسبية العامة

مستندات اينشتين في تأييد النسبية العامة ثلاثة:

الاول: انحراف اشعة النور لدى مرورها بجسم في عرض الفضاء وقد ابان بالمعادلات الرياضية ان ذلك الانحراف يجب ان يكون ١،٧٠، وقد اثبت ذلك رصد كسوف الشمس سنة ١٩١٩. (راجع الكون المتسدد ص ١). الثاني: تحليل عقدة عطارد (الكون المتسدد ص ٢٥). افلاك السيارات حول الشمس اهليلجيات وتكون السيارات في اقرب موقع من الشمس في نقطة خاصة في فلكها لا تتجاوزها، والشمس في محورها الاقرب الى اليبار. وهذا الحكم ناقض في كل السيارات الا عطارد. فان تلك النقطة تنحرف نحو ٤٣ في كل قرن. هذه هي عقدة عطارد. وقد حار العلماء في امرها فلما وضع اينشتين قواعد النسبية العامة ابان بالادلة الزاهنة لزوم ذلك الانحراف لوجود شيء في الفضاء يوجبه. إلا ان مقداره في غير عطارد زهيد جداً لا يشعر به. فعمل اينشتين بالنسبية ما كان يجب عند العلماء من الشواذ

الثالث: وجود الفسحات المظلمة في خطوط فوهرفر نحو الاحمر. وهذا من ادق مباحث النسبية واعتمها. وهو يتناول الظاهرة البصرية والظاهرة المنطوية معاً

يصحب التيار الكهربائي حتماً فعل "مغناطيسي" فلو كان جسم مشحون كهربائية ساكناً فليس هنالك حقل مغناطيسي. ولكن لو راقب ذلك الجسم مراقب في جرم متحرك حركة سريعة جداً. وهو يشعر ان سرعته ساكن وان الارض الحاملة للجسم المكهرب هي المتحركة تلك الحركة السريعة جداً لتهد الحقل المغناطيسي وشهد معه وجود فسحات فوهرفر المنقلة نحو الطيف الاحمر. وهذه المستندات الثلاثة اي انحراف الاشعة وتحليل عقدة عطارد ووجود الفسحات المظلمة في خطوط فوهرفر نحو الاحمر، جاءت مؤيدة لنظرية اينشتين. والذي اعلمه ان جبهة العلماء الطبيعيين في كل الدنيا قد قبلوها كقضية راسخة