

النظرية النسبية Theory of relativity

تتعامل تجاربنا و ملاحظتنا اليومية مع أجسام تتحرك بانطلاقات اقل كثيرا من انطلاق الضوء ، ولقد صنع ميكانيك نيوتن من خلال ملاحظة ووصف حركة أجسام كهذه وتعد هذه الصياغة ناجحة في وصف مدى واسع من الظواهر التي تحدث بانطلاقات واطئه ولكن فشلت هذه الصياغة في وصف حركة الاجسام التي تمتلك انطلاقات تقترب من انطلاق الضوء

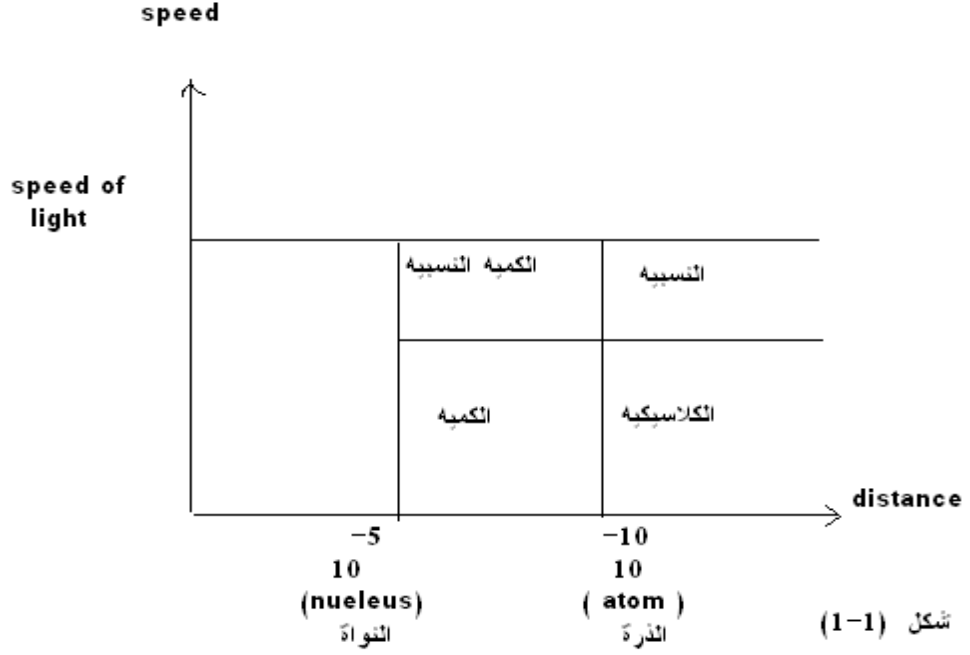
يمكن اختبار تنبؤات نظريه نيوتن عمليا عند الانطلاقات العاليه من خلال تسريع اليكترونات او اية جسيمات مشحونه اخرى خلال فرق جهد كهربائي كبير. فعلى سبيل المثال يكون ممكنا تسريع اليكترون الى انطلاق مقداره $0.99C$ (اذ أن C هو انطلاق الضوء) بواسطة استعمال فرق جهد مقداره عدة ملايين من الفولتات . وتبعاً لميكانيك نيوتن اذا زدنا فرق الجهد بعامل مقداره 4 فان الطاقه الحركيه للاليكترون تصبح اربعة اضعاف وان انطلاقه يتضاعف الى $1.98C$ ولكن اثبتت التجارب ان انطلاق الاليكترون وكذلك انطلاق أي جيم في الكون يبقى دائما اقل من انطلاق الضوء بغض النظر عن حجم الفولتية المسرعه ؛ لقد اصبح ميكانيك نيوتن على تعارض مع النتائج المختبريه الحديثه بسبب عدم تحديده حدا اعلى للانطلاق ؛ وبذلك اصبح ميكانيك نيوتن نظريه محدده نشر أينشتين Einstein عام 1905 نظريته الخاصه في النسبيه قائلاً بخصوصها :

برزت النظرية النسبية من الحاجه ومن التعارض الخطير والعميق الذي لامفر منه مع النظرية القديمه . ان قوة النظرية الجديده تقع في الانسجام والبساطه التي يمكن من خلالها حل كل تلك الصعوبات .

وبالرغم من قيام أينشتين Einstein باسهامات هامه اخرى في العلم ولكن كانت النظرية النسبيه لوحدها تمثل احد الانجازات الذكيه العظيمه لكل الازمان . فعند الانطلاقات الواطئه تؤول نظريه أينشتين الى ميكانيك نيوتن . ومن المهم ان ندرك ان أينشتين كان يعمل على الكهرومغناطيسييه عندما قام بتطوير النظرية النسبيه الخاصه . فلقد كان مقتنعا بصحة معادلات ماكسويل ولكي يوفق بينها وبين احد فرضياته اجبر على مفهوم فوري بافترضه ان المكان والزمان ليس مطلقا.

بالاضافة الى دور النظرية النسبيه الاساسي المعروف في الفيزياء النظرية فلها تطبيقات عمليه غايه في الاهميه تتجلى في تصميم محطات القدره النوويه ووحدات نظام الوضع الشامل الحديثه (GPS) system units

Modern global positioning وكما في المخطط (1-1)



مفهوم نسبية باليلو

تعد النظرية النسبية في فعلها طريقة مقارنة لنتائج مشاهدات مراقبين في مناطق اسناد مختلفه . فلو اخذنا مشاهد في سياره يقف عند خط المرور الربع بالقرب من صخره كبيره ، وبالنسبه لهذه المشاهدتكون الصخره عند السكون ، ولو اخذنا مراقب اخر يتحرك خلال طريق المرور السريع في السياره فهو يرى الصخره تندفع ماضيه كلما اندفعت السياره في طريقها ، فبالنسبه لهذه المراقب تبدو الصخره متحركه . ان النظرية النسبية تعطي اطار العمل الفلسفي و الادوات الرياضيه التي تمكن كلا المراقبين لتحويل عبارة مثل (صخره عند السكون) في مناط مرجعي الى عباره (صخره متحركه) في مناط مرجعي اخر وبعموميه اكثر تعطي النسبيه وسائل في التعبير عن قوانين الفيزياء بمناطق اسناد مختلفه في البدايه سوف نتداول المصطلحين التاليين المتداولين في دراسه النسبيه .

أولاً : مناطق الاسناد (او نظام الاحداثيات)

ان كل من يقوم بوصف ظاهره فيزيائيه معينه يجد من المناسبه استخدام ما يسمى بمناطق الاسناد **reference frame** عباره عن نظام للاحداثيات تجري القياسات بالنسبه اليه ، ولذلك يستعمل مصطلح نظام الاحداثيات بدلا عن مناط الاسناد في بعض الاحيان . وعلى سبيل المثال يمكن وصف جسيم عند لحظه زمن (t) بوساطة احداثياته (x,y,z) بالنسبه الى نقطة اصل (0) لنظام معين الاحداثيلت ، مثل نقطة تلاقي ثلاث اركان الغرفه

ثانياً: مناط الاسناد القصودي (او نظام الاحداثيات القصوى)

نعلم ان قانون نيوتن الاول ينص على ((عندما تكون محصله القى المؤثره على الجيم ما تساوي صفرا (أي متسارعه صفرا) فأن الجسم يبقى على حالته من السكون او الحركه المنتظمه في خط مستقيم مالم تؤثر عليه قوه خارجيه . وهذا القانون يعرف انظمه الاحداثيات التي تتحقق فيها الميكانيكا المبنيه على قوانين نيوتن الثلاثه .

وفي بعض الاحيان يطلق على القانون الاول لنيوتن قانون القصور الذاتي (اوقانون القصور) منطات الإسناد التي يتحقق فيها هذا القانون منطات اسناد القصور الذاتي (او منطات الإسناد ألقصوري)

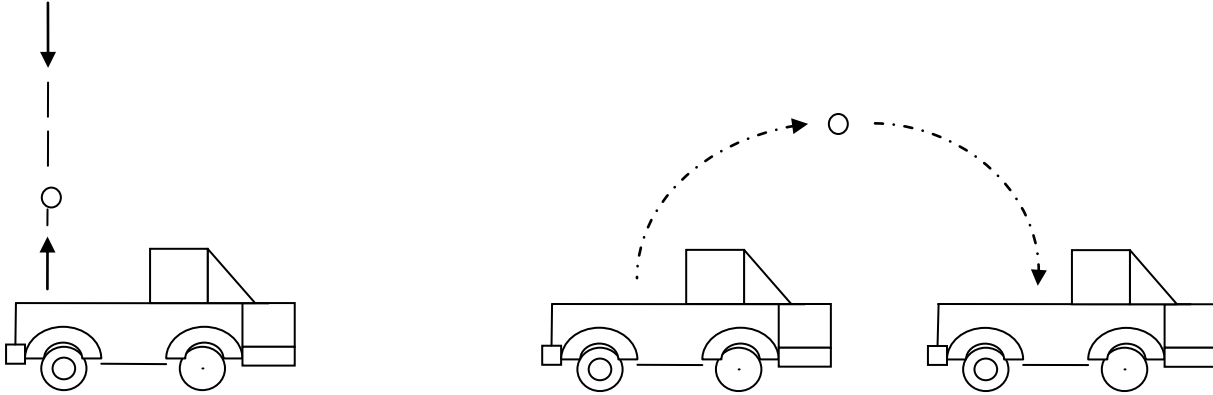
ومن المعلوم ان جميع منطات الاسناد المتحركه بسرعه خطيه (غير دورانيه) ثابتة بالنسبه الى نجوم بعيدة يمكن اعتبارها منطات قصوريه . وبذلك فجميع منطات القصور يجب ان تكون متحركه بالنسبه لبعضها البعض بسرعه خطيه ثابتة .

اذن لكي نصف حدثاً فيزيائياً يجب ان نحدد مربعياً، وعرّفنا ان مناطق الإسناد القصوري هو ذلك المناط الذي فيه لايمتلك الجسم المشاهد تسارعاً عندما لا تؤثر عليه محصله قوى وفضلاً عن ذلك فأن اي نظام يتحرك بسرعه ثابتة بالنسبه لمنط اسناد يجب ان يكون في مناط قصوري وبهذا ليس هناك مناط قصور مطلق، وهذا معناه ان النتائج المختبريه المنجزه في عربه متحركه بسرعه منتظمه تكون مماثله للتجربه نفسها المنجزه في عربه ساكنه. ان النص الرسمي لهذه النتيجة يسمى بمبدأ نسبية جاليلو:

يجب ان تكون قوانين الميكانيك نفسها في منطات القصور المربعيه جميعاً.

اي لن تتغير صور قوانين الميكانيكا بتحويلات جاليلو . وباسلوب آخر لن تتغير قوانين الميكانيكا في مناطق القصور الذاتي جميعاً . دعونا نأخذ مشاهدة توضح تكافؤ قوانين الميكانيك في مناطق قصور مختلفه . تتحرك سياره بسرعه ثابتة كما موضح بالشكل (1.1) لو ان الراكب في السياره رمى طابه بأستقامه الى الاعلى مع اهمال مقاومة الهواء فان الراكب يشاهد الطابه تتحرك بمسار رأسي . ان حركة الطابه تبدو تماماً نفسها اذا رمى الطابه شخص عند السكون على الارض . ان قانون الجاذبيه ومعادلات الحركة تحت تسارع ثابت تتحقق فيما اذا كانت السياره عند السكون او تتحرك بسرعه منتظمة

يتفق المراقبان حول قوانين الفيزياء (فكل منهما رمى كره نأستقامه الى الاعلى والكره ارتفعت ثم هبطت عائده اليهما . مالذي يمكن ان نقوله بخصوص المسار الذي رميت به الكره بوساطة المراقب الذي في السياره؟ وهل يتفق المراقبان على المسار ؟ ان المراقب الذي على الارض يرى مسار الطابه على شكل قطع مكافئ كما موضح في الشكل (1-6b) بينما وكما ذكرنا قبل قليل ان المراقب الذي في السياره يرى الكره تتحرك خلال مسار رأسي . متبعاً للمراقب الذي على الارض فان الطابه تمتلك حركة سرعه افقيه يساوي سرعه السياره . وبالرغم من عدم اتفاق المراقبين على مفاهيم معينه لهذه الحاله فانهما يتفقان على صحة قوانين نيوتن وعلى المبادئ الكلاسيكيه مثل مصونية الطاقه ومصونية كمية الحركة الخطية . ان هذا الاتفاق يعني عدم وجود تجربه ميكانيكيه يمكنها تحسس اي اختلاف بين مناطي القصور . ان الشئ الوحيد الذي يمكن تحسسه هو الحركة النسبيه لاحد المناطق بالنسبه للآخر . اي ان فكرة الحركة المطلقه خلال الفضاء لامعنى لها مثلما فكرة مناط الاسناد المفضل لا يكون لها معنى كذلك [1]



(b)

(a)

(1.1)

الشكل)

من اهم علماء عصره الذي اكتشف النسبيه هو البرت اينشتين .

البرت اينشتين :

وهو عالم فيزيائي قضى حياته في محاوله لفهم قوانين الكون . كان انشتين يسأل الكثير من الاسئله المتعلقه بالكون ويقوم بعمل التجارب داخل عقله . فقد عاش اينشتين عبقرياً باجماع كافة علماء عصره وبلغ اسمى درجات المجد العلميه بخلاف العديد من العلماء الذين ماتو دون ان يحضوا بمتعة النجاح والتألق فمثلاً العالم ماندل الذي وضع قوانين الوراثة وكذلك العالم والطبيب العبي ابن النفيس الذي اكتشف دوره الدمويه في جسم الانسان وغيره من الامثلها عبقرية اينشتين من نوع مختلف فلم يكن احد يفهم شئ عن نظريته النسبيه او تطبيقاتها ولاكن الجميع اقر بمنطقها . فقد جاءت النظرية النسبيه الخاصه لتخبر العلماء وتغير مفاهيم الفيزياء المعروفة .

ولد البرت اينشتين في 14مارس 1879 في المانيا في مدينه صغيره تسمى أولم وبعد عام انتقلت اسرته الى ميونخ . كان والده هرمان صاحب مصنع كهروكيميائي . وكانت والدته بولين كوخ من عشاق الموسيقى وكان له اخت تصغره بعام . تأخر اينشتين عن النطق وكان يحب الصمت والتفكير والتأمل ولم يهوي اللعب كأقرانه . لم يكن يعجبه نظام المدرسه وطريقة التعليم فيها التي تحصر الطالب في نطاق ضيق ولا تدع له مجالاً للابداع واظهار امكانياته .

اهدى له والده بوصله صغيره في عيد ميلاده العاشر وكان لها الاثر البالغ في نفسه وبابرتها المغناطيسييه التي تشير دائماً الى الشمال والجنوب واستخلص هذا الطفل بعد تأمل عميق ان الفضاء ليس خالياً ولا بد ان فيه ما يحرك الاجسام ويجعلها تدور في نسق معين . تعلق اينشتين في شبابه بعلم الطبيعه والرياضيات وبرع فيهما في البيت ليس في المدرسه ووجد متعه في علم الهندسه وحل مسائلها . كانت لديه اكبر مشكله له اضطراره لدراسة اللغات والعلوم الانسانيه التي لاتطلق للفكر العنان انما حفظها للحصول على الشهاده وكان كثيراً ما يخرج اساتذة الرياضيات لتفوقه عليهم وطرده احد الاساتذه من المدرسه قائلاً له .

((ان وجودك في المدرسه يهدم احترام التلاميذ لي)) سافر بعدها ليلتحق بوالديه في ميلانو بعد ان تركوه لمشاكل ماديه في ميونخ والتحق هناك في معهد بولو تيكنيك ولكنه رسب في جميع امتحانات الالتحاق فيما عدا الرياضيات فارشده مدير المعهد ليدرس دبلوم في احدى مدن سويسرا ليتمكن بعد عام من الالتحاق في البوليتكنيك .

في عام 1901 بلغ اينشتين من العمر 21 عاماً وبعد عناء طويل للحصول على عمل يعيش منه حصل على وظيفه في مكتب تسجيل براءات الافتراع في برن . قرا الكثير من اعمال العلماء والفلاسفه ولم تعجبه كتاباتهم حيث وصفها بالسطحيه والبعد عن العمق الفكري الذي يبحث عنه

في عام 1905 وضع اينشتين خلال عمليه في مكتب تسجيل الاختراعات العديد من النظريات التي جعلت من العام 1905 عاماً ثورياً في تاريخ العالم . واسترعت نتائج نظرياته اهتمام علماء الفيزياء في كافة جامعات سويسرا مما طالبوا بتغيير وظيفته من كاتب الى استاذ في الجامعه وفي عام 1909 عين رئيساً للفيزياء النظرية في جامعة زوريخ ثم انتقل الى جامعة براغ الالمانيه في 1910 ليشغل نفس المنصب ولكنه اضطر لمغادرتها في العام 1912 بسبب رفض زوجته مغادرة زوريخ ...

في عام 1905 نشر اينشتين اربعة ابحاث علميه الاولى في تفسير الظاهره الكهروضوئيه والبحث الثاني للحركه الابروانيه للجزيئات والثالث لطبيعة المكان والزمان والرابع لديناميكا حركة الاجسام الفرديه . كان الباحثين الاخيرين الاساس للنظريه النسبيه الخاصه والتي نتج عنها معادلة الطاقه:

$$E=mc^2$$

وبتحويل كتله متناهيه في الصغر امكن الحصول على طاقه هائله (الطاقه النوويه)

في العام 1921 حصل اينشتين على جائزة نوبل لاكتشاف قانون الظاهره الكهروضوئيه التي حيرت هذه الظاهره علماء عصره بعد ذلك وضع الاسس العلميه للعديد من المجالات الحديثه في الفيزياء هي ((النظريه النسبيه الخاصه ،النظريه النسبيه العامه ، ميكانيكا الكم ، نظرية المجال الموحد)).

وحتى يومنا هذا يقف العلماء عاجزين عن تخيل كيف توصل اينشتين لهذه النظريات ولاسيما وان التجارب التي تجري حتى الآن تؤكد صحة نظريات اينشتين وينشر مايقارب 1000 بحث سنوياً حول النظريه النسبيه بعد ذلك ضل اينشتين يسافر بين بلدان العالم من فرنسا الى اسبانيا والى فلسطين والى الصين واليابان وحصل على جائزة نوبل في 1923 وسلمه اياها ملك السويد وبعدها استقر في برلين وكان الزوار من مختلف انحاء العالم يأتون له ويستمتعون بحديثه ولقاء حتى عام 1929 والتي فيها بلغ من العمر الخمسين عاماً قرر الاختفاء عن الانظار ولم يكن احد يعلم اين يقيم. وقد كان انشتين محباً للسلام ويكره الحرب وفي 18 ابريل من العام 1955 وفي مدينة بريستون مات ذلك العبقرى واخذ الناس يتحدثون عن اينشتين من جديد ومنافسة الجامعات للاستئثار بدماغ ذلك الرجل عساها تقف من فحصه على اسرار عبقريته .. كان اينشتين يعيش بخياله في عالم آخر له فيه الشطحات والسبحات وكانت الموسيقى سبيله الوحيد للتنفيس عن ثورته العارمه وكانت للكون بالنسبه له مسرحاً ينتزع منه الحكمه فخاض في ابعاده السحيقه وبهذا نكون قد لخصنا حياة اسطورة القرن العشرين واهم اكتشاف النسبيه .