معادلات لورنتز هي أساس النسبية

ضيف الله العيادي

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

مقدمة:-

الحمد لله رب العالمين و الصلاة و السلام على خير الخلق أجمعين سيدنا محمد صلى الله عليه و سلم ، أما بعد .

و لما زالت النظرية النسبية تشغل بال الكثيرين ليومنا هذا ، و قد ذاع صيتها و بلغ من الذروة ما بلغ، و اتفق معها من اتفق و اختلف معها من اختلف ، و رغم ذلك كله فلقد فرضت نفسها هذه النظرية و أثبتت و جودها رغم أنف كل كاره ، و كانت بوقت ابتداعها المنقذ الأساسي لعجز الفيزياء الكلاسيكية عن تفسير معظم الظواهر المستجدة.

وكما نعلم جميعاً فإن النسبية إن كانت الخاصة أو العامة فإنها مُقترنةٌ جُلَّ الاقتران بالعالم الفذ الكبير الذي طرز اسمه و تربع على عرش العلماء في القرن التاسع عشر و العشرين ألا و هو آينشتين.

و من هذا المنطلق الذي يتم فيه إخفاء أسماء رئيسية مهمة و يذهب الصيتُ كله لفئة معينة أحببت أن أضع بين يديك عزيزي القارىء هذه الأوراق لنتعرف سوياً على أساس اشتقاق معادلات النظرية النسبية الخاصة و من أين أتت ، و ما هي الحاجة إليها بذلك الوقت .

و الله و لي التوفيق.

ضيف الله العيادي

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

الإهداء

إلى التي سهرت عليَّ الليالي الطوال ، و كان كُل همها أن أبلغ قدرَ ما أستطيع من المنال،و صقلت عزيمتي حتى صارت كالجبال، و لو تكلمت عنها دهراً لن يوفيها حقها ما سيُقال .....

إلى صدر الحنان إلى رمز الآمان ، أقدم هذه الأوراق و كل أعمالي السابقة و اللاحقة إليك.....

رضاك يا أمي

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

المحتويات:

- الغلاف
- مقدمة
- الإهداء
- تمهيد
- ما هي المعضلات التي واجهت الفيزياء الكلاسيكية؟
- من هم المدركون لأسباب المعضلات؟
- الجندي المجهول
- لماذا و كيف وضع لورنتز تحويلاته؟!.
- اللغز الصامت
- ظهور النسبية الخاصة
- للحكاية بقية
- المراجع

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

تمهيد

في بداية القرن التاسع عشر ،كانت أزمة الفيزياء الكلاسيكية تعُم كل أجواء العلم آنذاك و كان الشغل الشاغل لأهل الفيزياء و الرياضيات هو الخروج بحلٍ للمعضلات الفيزيائية بطريقةٍ منطقية مقبولة ، لتستقر روح الفيزياء بأمان.

و كان المعضلات الجديدة تتوالى واحدةً تلو الأخرى ، حتى أصاب اليأس معظم الجهابذة حينذاك، لكن السؤال الذي كان يطرح نفسه ، هل ظهور هذه المعضلات ناجم عن قصور و جهل لدى العلماء آنذاك أم انه عجز الإنسانية بشكل عام و التوقف عند نقطةٍ لا يمكن المضي من عندها قُدماً؟.

و من الأفكار المطروحة آنذاك هل أن هؤلاء العلماء يدركون أين يكمن القصور و الضعف بالنظريات المتبعة آنذاك أم أنهم يقفون أمام هالة من الضلال و الظلام و لا يعرفون أصلاً أين تكمُن نقاط الضعف.

و من المعلوم أن الفلسفة و المنطق هما ركنان أساسيان من أركان الفيزياء ، و لن ننسى أو نتناسى مترجم منطق الفيزياء للغة مفهومة لإخراج النتاجات ألا و هو الرياضيات.

فلذلك كان هنالك الكثير الكثير من العلماء الذين يضعون الحلول الفلسفية و المنطقية لهذه المعضلات ، و لكن بهذه الطريقة نحن ندخل لعالم الاحدود و الاممنوع و كأننا نتشبث بالميتافيزيقيا.

و مع كل هذه التساؤلات نجد أنفسنا تقودونا إلى سؤالٍ محوري، ما هي هذه المعضلات و ما هي القوانين التي كانت مستخدمة آنذاك و لم تتمكن من حلها؟!.

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

ما هي المعضلات التي واجهت الفيزياء الكلاسيكية؟

كانت الفيزياء الكلاسيكية بعظمائها جميعاً و قوانينهم محتويةً لكل المشاكل الطبيعية آنذاك ، و لكن و مع تصاعد الأحداث و توسُع الفهم البشري للمعطيات ، أصبحت القوانين الكلاسيكية تتقهقر شيئاً فشيئاً حتى اتسعت الفجوات و صار من المستحيل على تلك القوانين القديمة حل هذه المعضلات الجديدة.

ستبدأ المفاهيم التي رُسِخت بالسابق على أنها أساسية و مسلمٌ بها بالتلاشي، فميكانيكا نيوتن لم تعُد قادرة على تفسير حركة الأجسام التي تسير بسرعٍ كبيرة و لم تستطع بذلك الوقت أن تَجزم إلا أن الضوء يتكون من دقائق مادية (مع أن نيوتن نفسه لم يعطي تأكيداً بهذا الأمر).

و في الجانب الآخر لم يأخذ اهتماماً كبيراً اكتشاف كوري و زوجه بأن الراديوم يُشع طاقة لا متناهية منه ولا تنضب، لأن حجم هذه الطاقة كان صغيراً جداً و لم يُأخذ بالاعتبار . لكن ما سرعان ما أتت نباهة كوري لوضع الراديوم في مُسَعِّر ، فوجد أن الطاقة الناتجة من كميةٍ قليلة من الراديوم تفوق ما هو متصور.

أما مسألة الضعف في النظرية الكهرومغناطيسية ، و عجز التفسير المنطقي لظاهرة الحركة النسبية بين المغناطيس و الحلقة و منن منهما يتحرك نحو الآخر فقد تصدى لها جندينا المجهول الذي سنتطرق له لاحقاً في هذه الأوراق.

و بالنسبة لمسألة الوقت و المراجع القصورية فقد كانت نسبية غاليليو هي السائدة و مؤيدة من قبل أبو الفيزياء (نيوتن) في قانونه الأول.

عداك أن الفيزياء الكلاسيكية لم تستطع تفسير مبدأ الظاهرة الكهروضوئية، و بين عجز من تفسير ظاهرة إلى أخرى ، كان لا بُد لأفقٍ جديد أن يُفتح و يُسدل الستار عن ما هو مخفي و تبدأ المعالجة الآنية لهذه المواجهات الجديدة.

فخرج الكثير من الفلاسفة و الفيزيائيون و الرياضيون ليبتدعوا حلاً لهذه التحديات الجديدة التي كانت ستعيد كل الفيزياء إلى نقطة البداية.

فكانت الحلول الفلسفية و المنطقية مستساغة بعض الشيء و لكنها بنفس الوقت لا تُعطي حلولاً واقعية و رياضية ، فصار كل فيلسوف يصوغ رؤية جديدة لعالم الفيزياء على هواه ، فضاعت بذلك السبل و تشتت الأفكار و لم يُعرف للمشكلة رأسٌ من قدمين.

و لكن و بالوقت نفسه بالجانب الآخر كان هناك علماء مدركين للوضع الحساس الذي و صل إليه تفاقم المسألة ، وضعوا أيديهم على الجرح و عرفوا أين هي نقطة البداية و لكنهم لم يستطيعوا المُضي قُدماً مع الشروق الجديد ، و منهم من وضع هو الحل ولم يكشف بأن هذا هو الحل للمسألة فلم يُسلِّط الضوء على عمله فلم يُسلِّط التاريخ الضوء عليه.

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

من هم المدركون لأسباب المعضلات؟

و كما أوضحنا سابقاً فإنه كان هناك أشخاص استوعبوا حجم المشاكل و عرفوا أين هي نقطة البداية و أعطوا للمعضلات حجمها الحقيقي و من ضمن هؤلاء الأشخاص العالم الرياضي الكبير "*هنري بون كاريه*" .

فلقد قام هذا العالم الكبير بإلقاء محاضرة عام 1904 بين فيها كيف أن المبادئ الفيزيائية باتت مهددةً بالانهيار نتيجةً لعجزها عن تفسير الاكتشافات المستجدة آنذاك و استيعابها .

فلقد أوضح أن الميكانيكا الكلاسيكية تمر بأزمة ، و التحريك الكهربائي للأجسام المتحركة في قوانين ماكسويل باتت مهددة بالانقراض و أوضح أموراً أخرى و أوضح فيها أن نسبية غاليليو لم تعد مجدية و لم تعد تستطيع التماشي مع الأجسام التي تتحرك بسرعٍ كبيرة و لو أن نيوتن نفسه قد توافق معها في قانونه الأول.

و إليكم بعض ما قاله هذا الرياضي الكبير في محاضرته.
" و ربما اضّطررنا إلى أن نقوم ببناء ميكانيكا جديدة لم نقم بغير استشفافها ، ميكانيكا يتصاعد فيها القصور مع السرعة *و تصل فيها سرعة الضوء حداً لا يُمكن تجاوزه*. أما الميكانيكا المألوفة ، و هي الأكثر بساطة، فقد تبقى مجرد تقريب أولي ، لأنها ستكون صحيحة بالنسبة لسرعات لا تكون كبيرة جداً"

" يجب – قبل كل شيء- أن نحصل على نظرية أكثر إرضاءً حول التحريك الكهربائي للأجسام المتحركة ؛ فلقد بينت بما فيه الكفاية من قبل أن الصعوبات تتراكم هنا على وجه الخصوص.
و قد تم تكديس الفرضيات بلا جدوى ؛ إذ لا يمكن استيفاء كل المبادئ في وقت واحد ؛ فلم يُتَوصل حتى الآن إلى المحافظة على بعضها إلا بالتضحية ببعضها الآخر."

و عاد هذا الرياضي الكبير من جديد و وضع بقعة أمل في طريق الظلام ، ليرشد به المجتمع العلمي إلى نقطة البداية التي يجب أن يبدأ من عندها الجميع.

"غيرَ أن الأمل في الحصول على نتائج مشرفة لم يضع بعد . فلنأخذ نظرية (لورنتز) ، و لنقلبها على كل الوجوه، ولنعدِّلها شيئاً فشيئاً ؛ فربما تكون هي الحل لكل المشكلات"

و بهذه الأقوال نكتشف بأن هذا الرياضي الفذ هو من القلائل الذين تناولوا حال الواقع آنذاك بموضوعية و منطقية ، حيثُ أنَّهُ أدرك حجم المعضلات و أسبابها ، معللاً الطرق التي تم تناولها لحل المعضلات و سبب فشلها ، و بالوقت نفسه نستطيع أن نستشف أن هذا الرجل كان مطلع على كل جديد يصدر لحل أزمة الفيزياء المستعصية، إذ أنه اقترح نظرية (لورنتز) كنقطة انطلاق نحو فجرٍ جديد.

فمن هو "لورنتز" هذا ؟ ، و ما هي نظريته؟، و هل هي الملاذ لكل المشاكل دفعةً واحدة؟!!!!.....

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

الجندي المجهول.

وُلِد هيندريك لورنتز في هولندا عام 1853 و كان من أعظم إن لم يكن أعظم فيزيائي مر على تاريخ هولندا.
أكمل لورنتز مرحلته الدراسية في مدينة أرنهيم الهولندية بين عامي (1866-1869) و في عام 1870 اجتاز امتحان اللغات الكلاسيكي الذي كان هو المتطلب آنذاك لحصوله على القبول في الجامعات.

بعدها دخل لورنتز لجامعة ليدن و درس بها الرياضيات و الفيزياء و قتها كان لورنتز متأثراً جداً ببروفسوره فريدريك قيصر بروفسور علم الفلك في تلك الجامعة.

و ظل فارسنا المجهول يكافح في بحر العلم حتى حصل على شهادة الماجستير في الرياضيات و أخذ مواد متقدمة في الرياضيات ، و ما زال طريقه شاقاً فاستمر و كافح حتى حصل على شهادة الدكتوراه و كان عنوان أطروحته " **حول نظرية الانعكاس و الانكسار للضوء**"

<u>لورنتز و النظرية الكهرومغناطيسية والنسبية:-</u>

لورنتز صاحب الفكر الثاقب و نظرة التأمل اللامتناهية ، عمل جاهداً في حقول الفيزياء و الرياضيات و غاص في غياهبهما.حتى أنه أدرك قبل الكثيرين أين تكمن نقاط القوة و الضعف في النظريات الفيزيائية المطروحة آنذاك.
فخاض في بحر الديناميكا الكهربائية ولفت انتباهه العلاقة الوطيدة بين المجالين الكهربائي و المغناطيسي و وضع حينها قانون قوته الذي عُرِف فيما بعد بـ "***قوة لورنتز***".
و لما كان جُل همه تفسير المعضلات الفيزيائية الكلاسيكية آنذاك ، بدأ حينها بدراسة الضوء و حيوده و مراحل انكساره و تغيراته.
فافترض لورنتز حاله كحال كثير غيره بوجود ما يُسمى" الأثير" و بعدها جاء ميكلسون مورلي و قام بتجربته التي أثبت بها عدم وجود الأثير ، فعاد لورنتز بعدها و صاغ معادلات ماكسويل في الكهرومغناطيسية من جديد و لكن هذه المرة مزجها بتحويلاته الجديدة التي كانت نقطة بداية نشوء النسبية الخاصة.

- لورنتز و آينشتين-

و في عام 1953 كتب آينشتين " إلى الشخص الذي يعني لي أكثر من أي شخص قابلته في رحلة حياتي لن أنساك"
مع العلم أن لورنتز قد مات عام 1928 فكانت رسالة آينشتين لذكرى لورنتز.
حتى آينشتين نفسه أنصف لورنتز و التاريخ لم يفعل ذلك بالقدر الذي يستحقه لورنتز.

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

لماذا و كيف وضع لورنتز تحويلاته؟!.

عندما حس لورنتز بالخطر الشديد الذي يواجه الفيزياء الكلاسيكية و بالأخص ميكانيكا نيوتن و التحريك الكهربائي لماكسويل ، عرف أن الإبقاء على تلك القوانين دون تغييرها سوف يؤدي إلى هدمها و التضحية بها ، و من هنا نلاحظ أنَّ (لورنتز) قد استشعر بالخطر من قبل (هنري بون كاريه) بل انه بدأ بوضع الحل لبداية الانهيار الكارثي ، و وضع تحويلاته المشهورة التي كانت هي طريق النجاة لغرق الفيزياء الأبدي.

و هنا يجدُر بنا الانتباه على أن الكثير الكثير من أعضاء المجتمع العلمي آنذاك ، ظنوا بأن تحويلات (لورنتز) وُضعت فقط لتحل معضلة التحريك الكهربائي و بالتحديد حركة المغناطيس نحو الحلقة و أيهما يتحرك نسبةً إلى الآخر.

بالفعل أن لورنتز وضعَ تحويلاته لينتشل علم نيوتن و ماكسويل من الضياع ، و لكن من الصعب لعالمٍ كبير يضع مثل هذه التحويلات الخطيرة أن لا يُدرك أبعاد هذه التحويلات و ما ممكن أن تؤول إليه. فما الذي حدث؟؟ هذا ما سنتعرف عليه الآن سوياً.

لنرى مع بعضنا البعض ما هي تحويلات (لورنتز) و ما الذي ترمي إليه ، و نرى ماذا تُحدثنا هذه المعادلات[1]

$$x = x' \quad \text{.....1}$$

$$y = y' \quad \text{.....2}$$

$$z' = \frac{z - vt}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad \text{.....3}$$

$$t' = \frac{t - (vz/c^2)}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad \text{.....4}$$

حيث (β) = $\frac{v}{c}$ و هي النسبة بين سرعة الجسم المتحرك إلى سرعة الضوء.

نلاحظ أن هذه التحويلات هي التحويلات البديلة لتحويلات غاليليو ، و هذه التحويلات تتكلم عن الحركة بالنسبة لمرجعٍ قصوري لآخر . فبماذا تختلف هذه التحويلات عن تحويلات غاليليو؟!.....

تحويلات غاليليو كانت تؤمن بوجود الزمن المطلق ، و كأن هنالك عداداً للوقت ثابت في كل الأمكنة و الأزمان بحيث أن الوقت ثابت و لا يتغير باختلاف الحدث و لا المرجع القصوري. و تخيل أنك على اليابسة و تنظر لسفينةٍ تمشي بعرض البحر، فنلاحظ هنا أن المراجع القصورية تختلف من ناحية المشاهد من جهة و من جهةٍ أخرى بالنسبة للسفينة، فلو تم قذف كرة بالسفينة للأعلى فإن المشاهد الذي يقف على اليابسة ؛ سيشاهد الكرة ستسقط عمودياً على ظهر السفينة من جديد و زمن سقوطها سيكون نفس زمن السقوط للكرة كما لو أنَّهُ هو الذي رمى بالكرة أمام قدميه. هكذا تقول نسبية و تحويلات غاليليو ، مع أنه بالحقيقة أن المشاهد الذي على اليابسة قد لا يلاحظ أصلاً بأن الكرة قد رُميت أم لا ، بل و أنه قد لا يلاحظ أصلاً بأن السفينة نفسها تتحرك أم هي ساكنة.

هنا كانت بداية العجز في نسبية غاليليو ، و علاوةً على ذلك فإن غاليليو قال بأن جميع قوانين الميكانيكا ثابتة في كل المراجع القصورية، و لكن ماذا بالنسبة لباقي قوانين الفيزياء ؟ .....
فهنا أصلاً كانت المشكلة التي حثت لورنتز على وضع تحويلاته، إذ أن مبدأ التحريك الكهربائي بات في خطر.

---

1 يُقال أن من يصل بالفيزياء لقمة الإبداع فإنه يستطيع أن يُترجم النصوص المنطقية و الفلسفية إلى معادلاتٍ رياضية و العكس صحيح فكلٌ مكملٌ لكلِ

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

فنلاحظ من هنا و تحديداً من معادلتي لورنتز الثالثة و الرابعة ، أن لورنتز قام بحل معضلة جديدة و هي من سيكون المرجع الرئيسي بين المراجع القصورية المختلفة، و قام بالثورة على عداد الزمن الثابت في كل مكان و زمان؛ و أخذنا لمرجعٍ جديد لنا بين الأطر القصورية المختلفة ألا و هي سرعة الضوء ، فمن هنا أصبحت سرعة الضوء [2] حداً لا يمكن تجاوزه، و هي التي ستكون النسبة الثابتة بين جميع الأطر القصورية.

فمن هنا نستطيع الملاحظة أن تحويلات لورنتز لم تجد حلاً لمشكلة التحريك الكهربائي ، و الأجسام التي تتحرك بسرعٍ كبيرة فقط. بل تجاوزت ذلك إلى أبعادٍ أخرى تستبشر بإشراق أفقٍ جديد في عالم الفيزياء ككل.

اللغز الصامت

لكن تبقى هنالك تساؤلات محيرة ، حول تحويلات لورنتز.
كيف أتى لورنتز بهذه التحويلات؟؟!!!!!
ما هو مقصد لورنتز من هذه التحويلات؟؟!!
ما إثبات هذه التحويلات؟؟!!

سنجد هنا بعض التخبطات في غياهب فكر لورنتز نفسه، لأنه كان من المؤمنين بمبادئ الفيزياء الكلاسيكية بل من المتعصبين لها،و من أكبر المعجبين بـ نيوتن و ماكسويل ، و عندما أدرك خطورة الموقف و بأن البساط بدأ يُسحب من تحت أقدام و هيمنة الفيزياء الكلاسيكية شيئاً فشيئاً وضع هذه المعادلات التي حلت بعض من الأزمات المؤقتة في ذلك الوقت؛ و ذلك كما أوضح هو نفسه بأن تحويلاته هذه وُضعت لتكف بها التساؤلات حول مشكلة التحريك الكهربائي و الأجسام التي تسير بسرعٍ كبيرة.

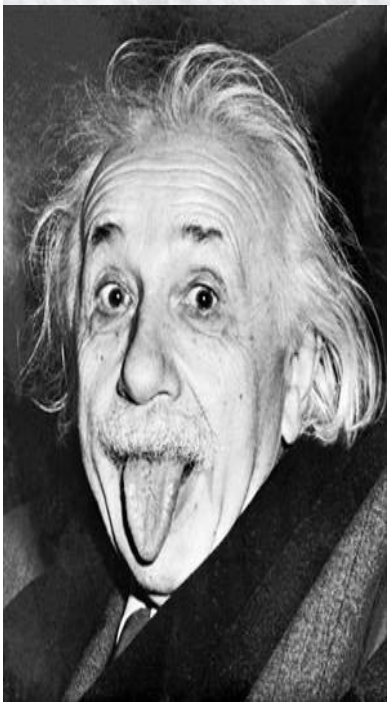
و كأنه كان يكره فكرة موت الميكانيكا و الفيزياء الكلاسيكية و ظهور ميكانيكا جديدة ، فبقي الصمت يسكنه و لم يُصرّح إلا بما يريد.و عند سؤاله حول إثبات صحة تحويلاته فكان رده " أثبتوا خطأها ".

و لكن و إن أخفى هو ما يريد من إخفاءه ، فهنالك الكثير من القناصين المتربصين بنصف فكرة للبدء بطريقٍ جديدة نحو أفقٍ بعيدة، ذكرنا أن (هنري بون كاريه) كان منهم و لكن هناك سعيد حظٍ أكبر منه ، صاغ من هذه التحويلات نظرياتٍ جديدة جعلته يتربع على عرش العلماء ليومنا هذا ، ألا و هو آينشتين الذي سنذهب معه الآن لبداية نشوء النسبية الخاصة أو المقيدة على حد تعبيره أحياناً.

2 للمعلومة فقط ، أن الفيلسوف و عالم الهندسة الفرنسي ديكارت أول من قال بأن سرعة الضوء ثابتة ، و لكن أول من أثبت بمعادلة رياضية أن سرعة الضوء ثابتة هو العالم الكبير (أبو الديناميكا الكهربائية) ماكسويل ، إذ أثبت بأن الضوء يتكون من أمواج كهرومغناطيسية

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

ظهور النسبية الخاصة



في عام 1905 ظهر العالم الشاب القادم من ألمانيا (ألبرت آينشتين) ببضع من الأوراق ، التي يتكلم بها عن ظهور ميكانيكا جديدة و أطلق على أوراقه إسم النسبية الخاصة .
و كان ظهور أوراقه بعد عامٍ واحد فقط من إلقاء هنري بون كريه محاضرته الشهيرة التي ذكرناها سابقاً.
و لقد بان للعيان أن هذه الأوراق كانت تحمل تحدي كبير في عالم الفيزياء فرغم قلة عدد الأوراق التي كانت تحمل في طياتها نظرية آينشتين -التي صارت و كأنها مخلدة فيما بعد- إلا أنه كان بها الكثير من التغييرات الجذرية بالفكر الفيزيائي .

لكن ما الذي تتحدث عنه هذه النسبية الخاصة؟؟ و ما هي بنودها؟؟ و ما الأشياء الجديدة التي أتت بها لتغير مجرى تاريخ الفيزياء؟؟!!.....

و ها هو آينشتين بالصورة المجاورة ماداً لسانه للجميع معترفاً بتفوق فكره الذي لا يزال مسيطراً على علومنا ليومنا هذا.

بنود النسبية الخاصة

1. كل قوانين الفيزياء ثابتة و تبقى كما هي في جميع الأطر و المراجع القصورية لجميع المشاهدين الذين يتحركون بسرعٍ ثابتة بالنسبة لبعضهم البعض
2. سرعة الضوء هي مقدار ثابت بصرف النظر عن مصدر الضوء ، و هي حدٌ لا يمكن تجاوزه، و قد أطلق عليها آينشتين اسم السرعة الكونية القصوى

هل هذه البنود تستطيع أن تقلب مجرى تاريخ الفيزياء الشامخ؟؟!!!!!!!!!!!!
لنناقش هذه البنود معاً.

نلاحظ من بند النسبية الأولى ، ما هو إلا امتداد لبند نسبية غاليليو ،و لكن نلاحظ هنا أن الاختلاف بأن غاليليو ألمح بأن جميع القوانين الميكانيكية ثابتة في جميع الأطر و المراجع القصورية ، و لكن آينشتين عمم هذا المبدأ ليشمل جميع قوانين الفيزياء.
فمن أين أتت فكرة هذا التعميم؟!!

لو عدنا لتحويلات لورنتز و أسباب وضعه لهذه التحويلات للاحظنا ، أن نسبية غاليليو فشلت عند التحريك الكهربائي ، فهي لم تشمل جميع قوانين الفيزياء، و لكن عندما وضع لورنتز تحويلاته حلَّ بذلك مشكلة التحريك الكهربائي و كأن نسبية غاليليو قد عُممت تلقائياً لتشمل جميع قوانين الفيزياء .

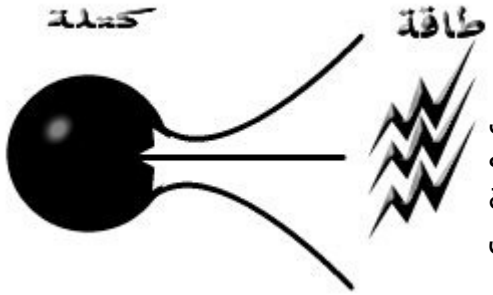
أما عن فكرة أن الضوء هو سرعة ثابتة فلقد ألمحنا سابقاً أن ديكارت هو أول من قال بأن سرعة الضوء ثابتة ، و أن ماكسويل هو أول من أثبت ذلك في معادلةٍ رياضية، أما عن فكرة أن سرعة الضوء حدٌ لا يمكن تجاوزه و

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

هي الأساس المرجعي الجديد لاختلاف المراجع القصورية و لن يبقى مفهوم الزمن شيء نسبي و لم يبقى ثابتاً ، فنستطيع أن نرى أن هذه الفكرة تتجلى في معادلتي لورنتز الثالثة و الرابعة .

للحكاية بقية

و من باب المصداقية في سرد الأحداث و إعطاءُ كلَّ ذي حقٍ حقه، فيجدر بنا أن نذكر مواطن الإبداع اللامحدود في نسبية آينشتين الخاصة و ما الجديد الذي أتى به و قلب به الموازين ،و كيف فتح أفقاً جديد في محيط الفيزياء.



الكتلة و ما هي الكتلة ، الكتلة هي كمية المادة الموجودة في جسم أو حجم معين، فهي شيء محسوس ملموس ، آمنت به الميكانيكا الكلاسيكية حاله من حال أي شيء مادي ، لأن المادة كانت أساس ثابت من أسس ميكانيكا نيوتن و كانت الكتلة من المسلمات.

و نلاحظ من قانون الطاقة الحركية الكلاسيكية للأجسام التي تمتلك كتلة .

$$k=\frac{1}{2}mv^2$$

أن الكتلة كمية ثابتة لا تتغير مع تغير قيمة السرعة ، فمن هنا بدأت قصة آينشتين حيث قال جعل الكتلة حالها من حال أي شيء فهي بنظره نسبية و تتغير قيمتها.

فمن هذه الفكرة التي رسخت برأسه و من معادلات لورنتز صاغ آينشتين قوانينه الجديدة حول النسبية الخاصة به.
فصار قانون الطاقة للجسيمات التي تسير بسرعٍ كبيرة كما يلي:-

$$E=mc^2$$

فتغير مفهوم الطاقة الحركية و أصبحت تعتمد على سرعة الضوء ، فتكسر هنا مبدأ الاعتماد على سرعة الجسم نفسها، عداك أن آينشتين صاغ معادلة لطاقة الجسيمات عديمة الكتلة (الفوتون)كما يلي:-

$$E=Pc$$

و هذه النقطة تُعد بحد ذاتها انفجار عن المألوف لدى القديمين ، فلم يكونوا يؤمنوا بأن الأجسام التي لا تملك كتلة أنها قد تحمل طاقة.

معادلات لورنتز هي أساس النسبية

و لكن هذه الحقيقة قد تجلت لاحقاً بتجارب الفيزياء النووية ، فقد لُوحِظ أن الجسيمات الصغيرة عند فصلها أنها تنقسم لجسيمات أصغر بحيث يكون مجموع كتل هذه الجسيمات المنفصلة أقل من كتلة الجسيم قبل الانفصال ، و فُسِر هذا النقص بالكتلة بأنه تحول إلى طاقة .
و أيضاً لُوحظ أن مجموع كتل مكونات أي نواة عندما تكون خارج النواة يكون أكبر من مجموع كتلها داخل النواة و هذا بدوره سُمي في ما بعد بطاقة الربط النووية.

و بهذا أصبح لدينا شكل آخر لتحول الطاقة و تحول الكتلة، فالطاقة كانت تتحول من شكل طاقة لأخرى و الكتلة تظل الكتلة و لكن مع نظرة آينشتين الثاقبة صار لدينا بما يُسمى تكافؤ الكتلة و الطاقة "كتلة – طاقة".

و كانت هذه نقطة انطلاق جديدة في مركب الفيزياء التي كان لها أثرها بعد ذلك على الفيزياء الجسيمية و فيزياء الطاقة العليا و ميكانيكا الكم.

المراجع

1. **Encyclopedia of Great Physicists**
2. **The Einstein Theory of Relativity Hendrik Antoon Lorentz (Author)**

ضيف الله العيادي

تفضلوا بزيارة مدونتي