الجبل على الغارب أو نقطع الرجاء فى التهذيب والترقية

فما الوراثة الا عامل من عوامل أخرى كالمنزل والمدرسة والبيئة والحياة الاجتماعية وغير ذلك من المؤثرات الكثيرة

ولكل من هذه العوامل أثره الفعال فى التهذيب والتعليم

على أن براعة المربى ومقدرته وخبرته بالنفوس الانسانية والحياة الاجتماعية وطرق تطبيب العقول تمكنه من انتاج أحسن الثمار واذا كانت طرق تحسين النبات قد وصلت بالجهود العلمية الى درجة محمودة فليكن للمربين مثل هذه العناية فى تنشئة الانسان وتنميته حتى يصلوا به الى خير الغايات ؟

عبد الحميد عيسى
المدرس بدار العلوم

النظرية النسبية وآراء اينشتين

ملخص محاضرتين القاهما الدكتور على مصطفى مشرفة استاذ الرياضيات بالجامعة المصرية

النظرية النسبية هى احدى النظريات العلمية التى نشأت فى قرننا الحالى وهى كسائر النظريات العلمية تطور منطقى لآراء العلماء فى تفسير ما يحيط بنا من ظواهر الطبيعة نشأ عن ازدياد معلوماتنا المباشرة عن كيفية تلك الظواهر بحيث اصبح من الصعب تفسير بعضها تفسيرا يقبله العقل بدون تعديل فى آرائنا . والبحث فى النظرية النسبية بحثا مفصلا يجب فى الحقيقة أن يتلو دراسة طويلة فى علوم الطبيعة والرياضة والفلك وعندئذ

يظهر للباحث ميزات النظرية على ما تقدمها من النظريات كما تظهر له أيضا وجوه ضعفها . إلا أن النظرية قد استرعت نظر معظم أهل الأمم المتمدينة فى السنين الأخيرة وكتبت الجرائد السيارة والمجلات الأدبية فى شأنها كما أنه ألفت كتب عديدة بلغات مختلفة فى شرحها شرحا سهلا يقربها من أذهان غير الاخصائيين منها كتاب لاينشتين ذاته ولذلك كان من المستحسن الالمام بشىء من أساسياتها . ولعل من الاسباب التى شغفت الجمهور بهذه النظرية الحديثة أنها تتطلب تغييراً فى فكرنا العادية عن الزمان والمكان بما قد يظهر لاول وهلة أنه سخيف أو غير معقول وان كان بعد التروى والامعان يتضح لنا أنه معقول بل ومألوف . كما أنه لاشك فى أن للنظرية وجهة فلسفية محضة تذكرنا بفلاسفة الاغريق وعلماء اللاهوت . على أننى سوف أخص الجزء الاكبر من كلامى بالوجهة العلمية التى هى وجهة نظر مؤسسى النظرية

فالتوسع الكبير فى دراسة العلوم الطبيعية والفلكية والاستقصاء العملى المضبوط لخواص الضوء والكهربائية المغنطيسيه قد أديا الى التسليم بأن الضوء ظاهرة تموجية من نوع الامواج اللاسلكية التى نستعملها اليوم فى نقل رسائلنا . والفرق الاساسى بين الامواج اللاسلكية والامواج الضوئية قد أمكن تفسيره تفسيراً مضبوطاً بأنه اختلاف فى الطول الموجى . ولا يتسع المقام هنا لتفصيل هذه النقطة أو البحث فى التجارب الحاذقة التى قام بها « هرتز » فى ألمانيا لاثبات وجود الامواج اللاسلكية لاول مرة وللتدليل على شبهها التام للامواج الضوئية . ثم إن الاشعة الحرارية كالاشعة

التى تنبعث من نار موقد مثلا أمكن إثبات أنها من نوع الاشعة الضوئية أى أنها اهتزازات متنقلة أو أمواج لا تتميز فى كنهها عن الاشعة الضوئية الا من حيث الطول الموجى . ثم إن العلماء قد أخذوا ينقبون عن أنواع أخرى من الاشعة تختلف عن السالفة الذكر فى خواصها الطبيعية والفسيولوجية فعثروا على أشعة — س — التى هى أقصر موجة من الاشعة الضوئية ولذلك فهى تخترق المادة المعتمة بسهولة أكثر . واستمر البحث فى الانواع المختلفة للاشعة حتى عرف منها الشىء الكثير وقورنت الواحدة بالاخرى فوجد أن كلا منها ناشىء عن اهتزازات من نوع ما تنتقل بسرعة واحدة للكل وتختلف الواحدة عن الاخرى فى الطول الموجى الذى يتوقف على سرعة حدوث الاهتزازات المسببة للتموجات . إذن فقد أدى التقدم العلمى فى القرن الماضى وإلى أوائل قرننا الحالى الى تصوير الفضاء المحيط بنا مكتظا بأنواع مختلفة من التموجات بعضها قصير والبعض أطول وهكذا . الا أن هذه الامواج تنتقل فى الفضاء العارى عن المادة بكل أنواعها فانتقالها لا يلزم له وجود غاز كالهواء أو سائل كالماء أو مادة صلبة كمعدن من المعادن أو صخرة من الصخور كما هى الحال فى الاهتزازات الصوتية مثلا بل ان وجود هذه المواد يعوق انتقال الامواج فعلا وينقص من سرعتها . لذلك كان من الطبيعى للعقل البشرى أن يفترض وجود وسط من الأوساط يملأ فضاء العالم ويكون هو الجوهر الذى تقوم به الحركة التموجية وكذلك افترض بعض العلماء « الأثير الناقل للضوء » الذى نسميه اليوم فى العادة بالاثير

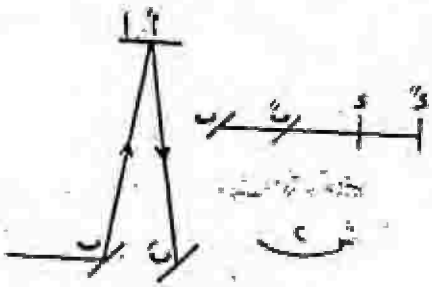
ولا أريد هنا أن أطيل البحث فى مقدار نجاح الفرض الأثيرى فى تفسير الظواهر الضوئية والكهربائية المغنطيسية بل اكتفى بالنص على أن هذا الفرض قد اتفق مع التجربة العملية ما دام حيز هذه التجربة لم يتناول اعتبار حركة المادة للاثير .

والاحتمالات التى قد تكون للحركة النسبية بين المادة وهذا الأثير المفترض تفسر بأحد احتمالين : فاما أن الأثير راكد تتحرك المادة فيه فيظل ساكناً كما لو أنه يمر بين جزئيات المادة مرور الماء بين ثنايا الغربال وإما أن حركة المادة تحدث حركة جزئية أو كلية فى الأثير الذى يحيط بها كما تحدث حركة السمكة فيما يحيط بها من الماء . وقد انتصر بعض العلماء للرأى الأول وانتصر آخرون للرأى الأخير فأدلى كل منهم بالحجج النظرية والأدلة التجريبية على صحة زعمه . إلا أن أصحاب الرأيين كانوا متفقين جميعاً على حقيقة الأثير الطبيعية وعلى وجوب اعتباره أساساً ثابتاً لوصف الظواهر المختلفة التى نشاهدها . كما أنه اتضح لكلا الطرفين بعد حين أن حركة المادة اذا كانت تحدث حركة فى الاثير الملاصق لها فانها تحدث هذه الحركة بكيفية جزئية ، بمعنى أن الأثير الملاصق للمادة لا يتحرك معها بسرعتها كما لو كان جزءا منها بل قد تحرك بسرعة أقل من سرعة المادة ذاتها بحيث يظل هناك فرق بين السرعتين ، أو بعبارة أخرى يكون بينهما سرعة نسبية فمثلا اذا كانت حركة الأرض فى فلكها تحدث حركة فى الأثير الذى يحيط بها فانه يكون مع ذلك بين الأرض وبين الأثير سرعة نسبية أو بعبارة أخرى يكون هناك تيار من الأثير فى الغرفة التى نحن فيها . ولما كان الاثير

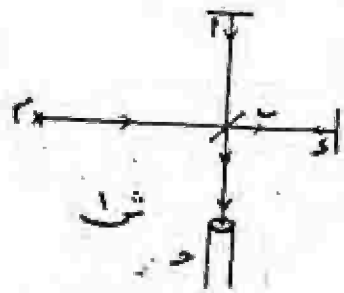
هو مقر التموجات الضوئية فان سرعة الضوء إذن تكون مختلفة فى اتجاه هذا التيار عنها فى الاتجاه العمودى على هذا التيار إذ أن التيار يحملها معه فى اتجاه سيره ولا يؤثر فى حركتها العمودية على هذا الاتجاه . لذلك اتجهت همم المجربين العمليين من علماء الطبيعة الى قياس سرعة هذا التيار الأثيرى أو بعبارة أخرى الى قياس سرعتنا بالنسبة للأثير . فمن أهم التجارب التى أجريت فى هذا السبيل تجربة أجراها العالمان الامريكيان ميكلسن ومورلى عام ١٨٨٧ سأشرح ملخص جهازها والغرض منها . فالجهاز يتركب من منبع للضوء م (شكل ١) ومرآة عند ب مفضضة تفضيضاً جزئياً بحيث تسمح لبعض الضوء الواقع عليها بالمرور خلالها وتعكس البعض الآخر . وهذه المرآة موضوعة بحيث يصنع مستويها زاوية نصف قائمة مع اتجاه الأشعة الواقعة عليها من م . ثم إن هناك مرآتين عند كل من ا ، ء بحيث يكون ب ء على استقامة م ب ، ب ا عمودياً على هذا المستقيم وبحيث يكون ب ء = ب ا ومنظاراً حـ انبوبته على استقامة ا ب . فاذا وقع الشعاع م ب على المرآة ب فان جزءاً منه ينعكس الى ا والآخر يمر الى ء فينعكس الاول عند ا ويعود الى ب فيمر الى المنظار حـ والثانى ينعكس عند ء ويعود الى ب فينعكس مرة أخرى الى حـ أيضاً . فكأننا فى الواقع نرسل شعاعين فى آن واحد من ب أحدهما الى ا والآخر الى ء ثم يعود كل منهما الى ب بعد أن يقطعا مسافتين متساويتين ثم نرسل كلا من الشعاعين بعد عودتهما الى المنظار حـ . فاذا كان هناك اختلاف بين سرعتى الشعاعين فأنهما لا يعودان الى ب فى لحظة واحدة وينشأ عن ذلك تدخل بين موجتيهما يمكن مشاهدة تأثيره

بالنظر فى المنظار حيث تظهر دوائر معتمة صغيرة يستطاع من قياسها معرفة الفرق بين السرعتين

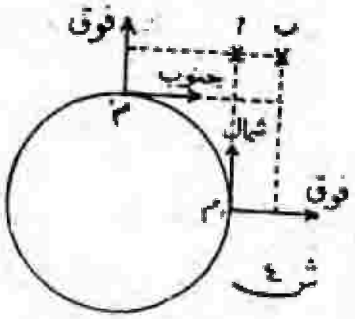
فاذا نحن سلمنا بأن اهتزازات الضوء حادثة فى الفضاء الفذ الذى يملؤه الاثير الراكد وكان الجهاز متحركا فى الاتجاه م ب مثلا بالنسبة لهذا الفضاء وجب علينا أن نسلم بأن انعكاس الشعاع م ب عن سطح المرآة ب أول مرة يحدث فى مكان غير المكان الذى يحدث فيه مرور الشعاع بنفس المرآة بعد انعكاسه . ففى هذا الفضاء الفذ يكون سير الشعاع ب ا من ب الى آ ثم من آ الى ب (شكل ٢) وكذلك يكون سير الشعاع ب ء من ب الى ءً ثم من



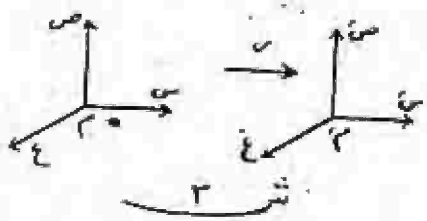
شكل ٢



شكل ١



شكل ٤



شكل ٣

ءً الى بً ومن السهل البرهان على أن الزمن الذى يستغرقه الشعاع الثانى فى سياحته يجب أن يزيد على الزمن الذى يستغرقه الشعاع الاول فى سياحته الا أن تجربة ميكلسن ومورلى أثبتت اثباتاً تاماً أن لا فرق بين الزمنين

أو بعبارة أخرى أن سرعة الضوء فى فضائنا الارضى ثابتة ولا تتوقف بشكل ما على سرعتنا بالنسبة الى فضاء آخر أيا كان

وقد أعيدت تجربة ميكلسن ومورلى مراراً بنفس النتيجة كما أجريت تجارب أخرى بقصد العثور على حركتنا بالنسبة للفضاء الاثيرى المزعوم فلم يعثر على شىء ، مع أنه قد بذل مجهود كبير وتفنن علمى وعملى هائل فى بحر الخمسين سنة الماضية فى سبيل العثور على أثر من آثار هذه الحركة المفروضة

ولننعم النظر فى معنى هذه التجارب السلبية . نحن نفرض وجود فراغ فذ هو مقر الامواج الكهربائية المغنطيسية ونعتبر هذا الفراغ مرجعاً ثابتاً من حيث الزمان والمكان فاذا حدث حادثان على سطح الكرة الارضية مثلا فاننا نعتبر أنهما حدثا (فى الواقع ونفس الامر كما يقولون) فى مكانين مختلفين اذ تكون الارض قد انتقلت فى هذا الفراغ الفذ من مكان الى مكان آخر فى المدة التى تتخلل الحادثين . ثم اننا نعتبر أن القوانين الطبيعية صحيحة مادامت منسوبة الى هذا الفراغ الفذ ونجتهد فى استنتاج ما تكون عليه هذه القوانين فى الفضاءات الاخرى المتحركة بالنسبة لهذا الفضاء . ثم نجرى التجارب العملية لكى نعثر على أثر لهذه الاختلافات فلا نجدها فنحن نسلم بأن الحوادث التى تحدث فى مجموعة من المجموعات كالكرة الارضية مثلا يفسرها أصحاب هؤلاء المجموعة بما يظهر لهم انما نحن فى الوقت نفسه نفرض وجود مجموعة فوق الجميع فيها القوانين الطبيعية فذة الصيغة ولأضرب لكم مثلا فى تجربة ميكلسن ومورلى . الشخص الذى يجرى تجربة ميكلسن ومورلى يتصور أن ب ء عمودى على ب ا أى أن الشعاعين ب ء ، ب ا يسيران فى

اتجاهين متعامدين أما الشخص الذى يعيش فى الفضاء الاثيرى فيرى الشعاعين نفسهما غير متعامدين . فنحن نرجح رأى الشخص الذى يسكن الاثير على رأى أخيه الارضى ونعتبر رأى الاول ممثلا للحقيقة . الا أننا فى الوقت نفسه نعتبر أن كلا من الشخصين متفق مع أخيه فى قياس الزمن وكذلك فى قياس أطوال المستقيمات أما فى قياس السرعة فهما مختلفان

ألا ترون حضراتكم ان الذى جرنا الى هذا التناقض هو فرضنا لفراغ فذ يختلف عن باقى الفراغات فى أنه حقيقى ؟ وما هى النتيجة التى يصل اليها العقل الفلسفى من تجربة ميكلسن ومورلى وأمثالهما ؟ أظنكم الآن ميالون الى الاتفاق مع اينشتين فى مبدأ النسبية الذى لا يخرج عن هذه العبارة « القوانين الطبيعية ثابتة ولا تتوقف على السرعة التى تكون للمجموعة بأسرها » بذلك أنكر اينشتين ترجيح فضاء على فضاء وجعل الجميع على حد سواء فالكل يصف مايقع تحت خبرته من الظواهر

وليس لاصحاب فضاء أن يدعوا أنهم هم أصحاب القول الفصل . أما الحقيقة فدون الجميع وليس للعقل البشرى أن يتصورها وان كان له أن يعبر عنها بواسطة الرموز والمعادلات

ولنبحث الآن فى بعض نتائج تطبيق هذه القاعدة . لنفرض أن هناك مجموعتين كالمجموعة الشمسية ومجموعة نجمية أخرى فى برج القيثارة مثلا . ولنفرض أن بين هاتين المجموعتين حركة نسبية منتظمة . ثم لنتصور أيضاً أن ساكنى المجموعتين اتخذا وحدة قياس أطوالهما من مشاهدة طول مخصوص كقطر فلك من الافلاك الظاهرة لهما ووحدة زمنهما من مشاهدة زمن

دوران كوكب مخصوص فى فلكه . فالعلماء الطبيعيون الى أوائل القرن الحالى كانوا يقولون ان وحدتى الطول فى المجموعتين ستكونان متساويتين وكذلك وحدتا الزمن ستكونان متساويتين لأن كلا منهما يمثل حقيقة واقعة أى أنهم كانوا يتصورون أن هنالك فضاء ثابت الخواص وزمناً واحداً فى ارجاء هذا الفراغ . لنتصور اذن أن شخصين كلا فى مجموعة من المجموعتين السالفتين شاهدا حادثة واحدة مثل ارسال شعاع ضوئى من جسم الى آخر وحسب كل من الشخصين سرعة الضوء من هذه المشاهدة وأصحاب الفرض الاثيرى يقولون أن الشخصين سيحصلان على نتيجتين مختلفتين لان بينهما سرعة نسبية . وفى الواقع سواء سلمنا بالفرض الاثيرى أو لم نسلم فان تمسكنا بأن وحدتى الطول والزمن فى المجموعتين متفقتان يحتم علينا التسليم بأن سرعتى الضوء يجب أن تكونا مختلفتين لأن بين المجموعتين سرعة نسبية . فواجب علينا اذن أن نتخلص من أحد الفرضين المتناقضين فاما أن نعترف بأن وحدتى الطول والزمن قد تكونان مختلفتين أو أن نعترف بأن سرعتى الضوء مختلفتان. جربنا الاحتمال الأخير فوجدناه مناقضاً لتجاربنا العملية . فلنجرب الاحتمال الأول

تعلمون أننا اذا أردنا وصف حادث طبيعى فاننا ننسبه الى ثلاثة محاور تكون فى العادة متعامدة وإلى زمن نعينه بواسطة ساعتنا وارصادنا الفلكية فلنفرض اذن أن الشخصين العائشين فى مجموعتينا يصفان كل منهما الحوادث الطبيعية بهذه الطريقة . ولنفرض أن محاور احدهما هى م س ، م ص ، م ع (شكل ٣) وأن زمنه هو ن وأن محاور الآخر هى م َس َ ، م َص َ ، م َع َ وزمنه هو

ن وليكن م س ، مَ سَ على استقامة م مَ . فاذا كانت المجموعة مَ متحركة بسرعة = ر مثلا موازية للمحور السينى بالنسبة للمجموعة م وحدث حادث عند النقطة (سَ ، صَ ، عَ) والزمن نَ فان اصحاب الآراء القديمة كانوا يقولون أن

$$\left.\begin{array}{l} س' = س - ر\,ن \\ ص' = ص \\ ع' = ع \\ ن' = ن \end{array}\right\} \quad (١)$$

أى أنهم يوحدون الزمن فى المجموعتين ويجعلون الفرق بين الاحداثيين السينيين مساويا إلى م مَ [بفرض طبعاً أننا نقيس الزمن من اللحظة التى كانت فيها مَ منطبقة على م] وبذلك تكون سرعة الضوء مختلفة فى المجموعتين . لكن اذا فرضنا أن نَ تكون غير ن وبحثنا عن العلاقات التى يجب أن تتوفر بين مجموعتى الاحداثيات بحيث تكون سرعة الضوء واحدة فى المجموعتين فاننا نحصل على العلاقات الآتية

$$\left.\begin{array}{l} س' = لا\,(س - ر\,ن) \\ ن' = لا\,(ن - \frac{ر}{ح^٢}\,س) \\ ص' = ص \qquad ع' = ع \end{array}\right\} \quad (٢)$$

$$\text{حيث } لا = \frac{١}{\sqrt{١ - \frac{ر^٢}{ح^٢}}}$$

والكمية ح هى سرعة الضوء التى هى واحدة فى المجموعتين

تلاحظون حضراتكم أن سرعة الضوء ح كبيرة جداً بالنسبة إلى أى سرعة نعرفها للمادة فسرعة الأرض فى فلكها مثلا حوالى ٣٠ ميلا فى الثانية

أى نحو ... ... ١ ميلا فى الساعة ومع ذلك فهى تكاد لا تذكر بجانب سرعة الضوء أى ١٨٦٫٠٠٠ فى الثانيـة . ولذلك فالكمية لا هى فى جميع الاحوال العادية لحركة المـادة مساوية تقريباً للوحدة بحيث اذا ساويناها فعلا بالوحدة فى حالة حركة الأرض حول الشمس فلا يحدث خطأ من جراء ذلك أكثر من جزء من مائة مليون جزء وذلك خارج تماماً عن دائرة الدقة الفلكية التى نستعملها فى حساب حركات المجموعة الشمسية .فاذا نحن أهملنا قيمة $\frac{ح}{م}$ فى المعادلات (٢) فاننا نحصل بالضبط على المعادلات (١) وبعبارة أخرى فالمعادلات القديمة هى : تقريب جيد ومناسب ما دامت السرعات للأجسام المادية صغيرة بالنسبة لسرعة الضوء وهذا هو السبب الذى من أجله لم نكتشف النسبية قبـل القرن العشرين اذ ان قوانين نيوتن كانت كافية (الا فى حالة واحدة استثنائيـة سأشرحها لكم) لتفسير الظواهر الفلكية

واذا نحن تأملنا فى معنى المعادلات (٢) فاننا نجد أنها تخبرنا بحقائق غير مألوفة. فالمعادلة الاولى ينتج منها أن طول قضيب من المادة فى نظر أهل المجموعة م غير طوله فى نظر أهل المجموعة م.وفى الواقع اذا كان هناك قضيب مادى نحو عصاة أو ما أشبه ذلك فى المجموعة م فان أهل المجموعة م يعتبرونه أقصر مما يعتبره أهل المجموعة م وان كان هناك جسم يعتبره أهل المجموعة م دائرة فان أهل المجموعة م يرونه كقطع ناقص وفى الواقع يرى أهل أى واحدة من المجموعتين اهل المجموعة الأخرى وأثاثهم وأنعامهم متبعجين فى اتجاه المحور السينى مع أن هؤلاء فى نظر أنفسهم غير متبعجين بالمرة بل الآخرون هم المتبعجون .انما

طبعا كل يصف العالم الآخر طبعا بحسب ما يلوح له ويرى عالمه هو أيضاً بحسب ما يتراءى له وقد لا يخطر له اذا لم يكن سمع بمبدأ النسبية أو تفاهم مع أهل العالم الآخر أن غيره من سكان العالمين الأخرى قد يختلف معه فى الرأى

والمعادله (٢) أصعب تصوراً على العقل البشرى من الأولى . ففيها يختلط الزمان بالمكان وتندثر معالم رأى المنجمين وفلاسفة الطبيعة الذين كانوا يظنون أن الزمان شيء عام متحد فى جميع أنحاء الفضاء . فقد يظن بعضكم أن اللحظة التى يسميها الآن لحظة تعم أنحاء العالمين وأن ما يحدث فى العالمين إما أن يكون قد حدث قبل هذه اللحظة أو هو حادث فيها أو بعدها . وهذا صحيح ما دام نحن وحدنا سكان البسيطة نقرر الحوادث أما اذا فرضنا أن هناك قوماً غيرنا على كوكب أو نجم آخر فان ما قد نظنه نحن حادثا فى لحظة واحدة من حوادث الكون قد يخاله غيرنا متباعدا مئين من السنين ورب يوم عندنا كألف سنة مما يعدون

فالفضاء والزمان إذن كما قال منكفسكى فى عبارته المأثورة إن هما الا ظلان زائلان أما العالم الحقيقى فهو ذلك المنسجم الفضائى الزمانى ذو الاربعة الأبعاد الذى يستحيل على العقل البشرى تصوره فالبحث فى قوانين العالم إذن هو البحث فى هندسة هذا المنسجم ذو الاربعة الأبعاد . ومن حسن الحظ أنه وإن كان من المستحيل تصور هذا المنسجم إلا أنه من السهل التعبير عن خواصه وهندسته بواسطة الرموز والمعادلات الرياضية وفى الواقع لا يصعب مطلقا على شخص ذو معلومات رياضية متوسطة أن يعرف هندسة هذا المنسجم ما دام المنسجم خاليا من المادة المتراكمة أى ما دام

البحث لا يتعرض للجاذبية المادية كجاذبية الارض للتفاحة والشمس للارض الخ . فيكون قد ألم بما يسمى بالنظرية النسبية الخاصة وهى التى جاء بها ايتشتين عام ١٩٠٥

أما اذا كان هناك مادة متراكمة كالارض أو الشمس فان هندسة المنسجم الفضائى الزمانى تكون معقدة نوعا ما . ومع ذلك فهى هندسة جميلة متماثلة تماثلا بديعاً فيها تسير الكواكب فى أبسط المسارات الممكنة وبواسطتها يستطيع الرياضى أن يحسب حركات المجموعة من حيث الزمان والمكان بدقة تفوق ما كان ميسورا من قوانين نيوتن

ولما كان هذا المنسجم ذا أربعة أبعاد فمعرفة هندسته تعين لنا تاريخ حياة المادة المتحركة بأكمله من حيث موضعها والزمن الذى يقابل هذا الموضع ويكون لكل نقطة مادية فى هذا الفراغ خط خاص اسمه خطها الدنيوى اذا عرفناه عرفنا تاريخ حياة هذه النقطة بأكمله . فاذا تقاطع خطان دنيويان كان تفسير ذلك وقوع حادث . إنما تعيين زمن هذا الحادث ومكانه يتوقف على المقطع الخاص الذى نتخذه فى هذا المنسجم أى على المعنى الذى نعطيه للاحداثيات الأربعة إذ لنا أن نتخذ أى ثلاثة محاور فى المنسجم ونعتبرها محاور فضاء أو مسافات ونتخذ الرابع محوراً للزمن ولأضرب لكم مثلا :

نحن تعودنا إذا رأينا منطاداً مثلا أن نقول إن ارتفاعه عن سطح الارض كذا ولكى نعين موضعه بالضبط نقول إنه يبعد عنا فى اتجاه الجنوب أو الشرق مثلا مسافة كذا . فلنتصور شخصين إذن أحدهما عند م

والآخر عند م (شكل ٤) من سطح الارض ومنطادين ا ب فالشخص م يقول إن ارتفاع المنطاد ب أكثر من ارتفاع المنطاد ا أما بعدهما فى اتجاه الشمال مثلا فواحد . أما الشخص م فيحكم بغير ذلك إذ هو يرى أن ارتفاع المنطادين واحد أما بعدهما فى اتجاه الجنوب فمختلف . والاختلاف ناشئ عن أن أحد الشخصين اختار اتجاهاً مخصوصاً فى الفضاء وميزه عن الاتجاهين الآخرين فسماه الارتفاع والشخص الآخر اختار اتجاهاً آخر فسماه الارتفاع

أما الواقع فهو أن كل الاتجاهات متساوية . هذا المثال طبعاً يمكن تصوره وفهمه . أرجو حضراتكم أن تعمموه منطقياً . نفرض أن المنسجم الفضائى الزمانى ذو أربعة أبعاد لا تمييز بينها فساكن المجموعة الشمسية يتخذ ثلاثة أبعاد ويسميها المكان والرابع يسميه الزمان . شخص آخر يأخذ مقطعاً فى اتجاه آخر فيكون لنفسه زماناً آخر ومكاناً آخر انما المنسجم كله ثابت وكلا الشخصين واهم

وستقولون كل هذا قد يكون صحيحاً وقد لا يكون صحيحاً إلا أنه محيّر ولو أنه ولا شك فى منتهى الحذق والمهارة . ثم ما هى قيمته فى تفسير الظواهر الطبيعية ؟

والجواب على ذلك أن النظرية النسبية مع تفسيرها لجميع الظواهر الطبيعية والفلكية التى كانت تفسَّرُ على النظريات — التى تقدمتها بطريقة واضحة لا مفر منها هى مع ذلك تفسر الظواهر التى لا نستطيع تفسيرها على النظريات القديمة بل وقد تعدت ذلك الى أن تنبأت بوجود ظواهر جديدة لم تكن تنتظر فما لبث المجربون أن أثبتوا وجود هذه الظواهر الجديدة عملياً

فقد شاهد علماء الفلك منذ أوائل القرن الماضى أن أحد كواكب المجموعة الشمسية وأقربها للشمس وهو عطارد يتحرك حركة لا يمكن تفسيرها على مقتضى قوانين نيوتن . ذلك أنه زيادة على حركته فى قطع ناقص حسب القوانين المألوفة فان القطع الناقص كله يدور فى الفضاء بحيث يقطع ٤٣" ثانية ستينية أى نحو ثلثى دقيقة ستينية فى القرن الواحد . وقد بذل علماء عديدون جهدهم فى تفسير هذه الظاهرة فلم يوفقوا . وفى عام ١٩١٥ أتى اينشتين بنظريته النسبية العامة التى ربما كانت أبدع عمل رياضى قام به رجل واحد الى يومنا هذا فبين أن نظريته هذه تفسر تماما هذه الحركة العطاردية التى عجزت قوانين نيوتن عن تفسيرها

ثم ان اينشتين تنبأ بظاهرتين أخريين

فمن المعلوم أنه اذا مر شعاع من الضوء قرب جسم ذى كتلة كبيرة مثل الشمس مثلا فانه ينحرف قليلا فى مساره (شكل ٥) فعلى قوانين نيوتن يمكن حساب هذا الانحراف فى حالة مرور أشعة نجم قريباً من سطح الشمس ووصول هذه الأشعة الى الارض . وعلى النظرية النسبية العامة يمكن حساب الانحراف . وقد فعل ذلك اينشتين فوجد أن الانحراف يساوى ضعف القيمة التى تنتج من قوانين نيوتن تقريباً . وفى ٢٩ مايو عام ١٩١٩ كانت الشمس ستكسف كسوفاً كلياً يرى فى الجزء الجنوبى من الكرة الارضية . وقد سافرت بعثة خاصة دولية الى جزائر كرستمس قبيل زمن الكسوف بغرض الحصول على نتائج تجريبية تكون القول الفصل بين قوانين نيوتن والنظرية النسبية . وملخص الطريقة أن يصور الراصدون

ليلا الجزء من السماء الذى سيحدث فيه الكسوف الكلى قبل كسوف الشمس ثم يصورونه عند حصول الكسوف . والسبب فى تعيين فرصة الكسوف طبعا هو أنه لا يمكن تصوير النجوم التى تلى قرص الشمس مع وجود ضوء الشمس لشدة هذا الضوء وضعف ضوء النجوم . وبمقارنة الصورتين اللتين يحصل عليهما حين وجود الشمس وحين غيابها يقاس التغير الذى حدث فى الموضع الظاهرى للنجوم والذى هو نتيجة انحراف الاشعة . وما كان أشد اندهاش المنجمين والعلماء وأعظم ابتهاج أنصار النظرية النسبية لما جاءت النتائج العملية مؤيدة للنظرية النسبية ومخالفة لنتائج قوانين نيوتن

والظاهرة الاخرى التى تنبأ بها اينشتين هى أنه لما كانت ذرات مادة مثل الصوديوم أو الايدروجين على سطح الشمس تابعة فى قوانينها للزمن المحلى لاهل الشمس والمكان المحلى لهم فان عدد اهتزازات كهاربها فى الثانية يكون مختلفاً قليلا عن عدد اهتزازات كهارب شقيقتها الارضية . وبناء على ذلك حسب اينشتين اختلافاً فى الطول الموجى لخطوط الطيف الشمسى اذا قورن هذا الطيف بطيف أرضى . وقد بذل جهد كبير فى بحر العشر سنين الماضية فى قياس هذا الاختلاف فوجد أخيراً أنه مطابق تمام المطابقة لآراء اينشتين

فترون حضراتكم أن النظرية النسبية قد أصبحت معززة بالادلة والبراهين العملية بحيث آمن بها أغلب العلماء الطبيعيين والرياضيين وإن كانت هناك نقط كثيرة فيها تحتاج للبحث والتنقيب

هذا وانى أشكر لحضراتكم تفضلكم باستماعى فى هذا الموضوع ولعله يتاح لى أن أوافيكم من آن لآن بما يجد فى العالم العلمى من الآراء والسلام