

النسبية

النظرية الخاصة والعامة

تأليف : ألبرت أينشتاين

تقديم : محمود أحمد الشربيني

ترجمة : د. رمسيس شحاته

مراجعة : د. محمد مرسى أحمد

إعداد وتحرير: د. سمير سرحان

د. محمد عناني

ألبرت أينشتاين (14 مارس 1879 - 18 أبريل 1955) ألماني سويسري أمريكي الجنسية، أحد أهم العلماء في الفيزياء. يشتهر بأبو النسبية كونه واضع النظرية النسبية الخاصة و النظرية النسبية العامة الشهيرتين اللتان كانت اللبنة الأولى للفيزياء النظرية الحديثة ، حاز في العام 1921 على جائزة نوبل في الفيزياء عن ورقة بحثية عن التأثير الكهروضوئي ضمن ثلاثمائة ورقة علمية أخرى له في تكافؤ المادة والطاقة و ميكانيكا الكم و غيرها، وأدت استنتاجاته المبرهنة الى تفسير العديد من الظواهر العلمية التي فشلت الفيزياء الكلاسيكية في اثباتها. ذكائه العظيم جعل من كلمة " أينشتاين " مرادفا " للعبقرية ".

الفصل الثامن

فكرة الزمن فى الفيزياء

هـب أن صاعقتين جويتين أصابتا قضبان السكة الحديدية المعهودة فى مكانين ا ، ب متباعدين جداً . وهب فوق ذلك أنى أكدت لك أن هاتين الصاعقتين قد حدثتا فى وقت واحد . إنى لو سألتك أيها القارئ العزيز هل هناك أى معنى لهذا القول ؟ لأجبت على الفور بالإيجاب . ولكنى لو طالبتك بأن تشرح لى بإسهاب ودقة معنى هذا الكلام لوجدت بعد قليل من التأمل أن الأمر ليس هيناً كما يبدو لأول وهلة .

وربما خطرت لك بعد قليل هذه الإجابة : «إن معنى هذا الكلام واضح لا يحتاج إلى تفسير وطبيعى أن الأمر سيحتاج إلى بعض التدبر لو كان على أن أقرر عن طريق الملاحظة ما إذا كانت الصاعقتان فى هذه الحالة قد حدثتا فى آن واحد أم لا » . ولكنى شخصياً لا يمكن أن أرضى بهذه الإجابة للسبب التالى : هب أن فلكياً ماهراً استطاع أن يكتشف خلال تأملاته العبقريّة أن الصاعقة لا بد أن تصيب ا ، ب فى وقت واحد ، فعند ذلك سيكون علينا أن نختبر إذا كانت هذه النتيجة النظرية

تتفق والحقيقة ، وعند ذلك ستجابهنا نفس الصعوبة التي تقابلنا في كل أمور الفيزياء التي تتدخل ، وعند ذلك ستجابهنا نفس الصعوبة التي تقابلنا في كل أمور الفيزياء التي تتدخل فيها فكرة الآنية أو التزامن . إن هذا التصور لا وجود لها بالنسبة إلى عالم الفيزياء ما لم تتح له فرصة اكتشاف ما إذا كان قد تحقق فعلا أم لا . وهكذا نرى أننا في احتياج إلى تعريف الآنية وتحديد معناها تعريفا يمدنا بوسيلة نستطيع بها في الحالة الراهنة أن نقرر تجريبيا هل حدثت الصاعقتان الجويتان فعلا في وقت واحد أم لا . وطالما لم يتوافر هذا الشرط ولم يحقق هذه النتيجة فإنني أنا عالم الفيزياء (وبالطبع أيضا إن لم أكن عالم فيزياء) أخضع نفسي حينما أتصور أنني أستطيع أن أعطى النص على الآنية أي معنى (فشرط التسليم بوجود الآنية هو إمكان التحقق منها عمليا وإلا فليس هناك آنية)^(١) وإنني أسأل القارئ ألا يتابع القراءة ما لم يكن تام الاقتناع بهذه النقطة .

وربما بعد أن تأملت الأمر مليا خطرت لك الفكرة التالية كوسيلة عملية للتحقق من الآنية ألا وهي أن نقيس المسافة بين أ ، ب وأن نضع راصداً في نقطة الوسط (و) مزوداً بوسيلة ما (مرآتين متعامدتين مثلا) تمكنه من رؤية أ ، ب معا . فإذا رأى مثل هذا الراصد الصاعقتين في وقت واحد فهما إذا آتيتان .

(١) لم ترد هذه العبارة في الاصل اضعفناها للشرح (المترجم) .

ويسرنى جداً أن أوافق على هذا الرأي ولو أنه في نظري لا يحسم الموضوع فإنني أشعر أنني ملزم أن أقدم الاعتراض التالي : إن هذا التعريف للآنية صحيح لاشك في ذلك لو أنني كنت أعلم أن الضوء الذي يرى به الراصد وميض الصاعقة يقطع المسافة (أ و) بنفس السرعة التي تقطع بها المسافة (و ب) ولا نستطيع اختبار صحة هذا الفرض ما لم يكن لدينا وسيلة لقياس الزمن . وهكذا يبدو أننا ندور في حلقة مفرغة .

وربما بعد تأمل قليل أجبت ساخراً مني ولديك كل العذر قائلاً : إنني متمسك بتعريفى السابق للآنية رغم اعتراضك لأن هذا التعريف لا يتعرض في الواقع للضوء إطلاقاً ، وليس هناك إلا شرط واحد يجب أن يتوافر في تعريف الآنية لكي يكون صحيحاً ألا وهو أنه في كل حالة واقعية يجب أن يمكننا هذا التعريف من أن نقرر تجريبياً إذا ما كانت الحالة التي نحن بصددنا قد تحققت فعلاً أم لم تتحقق . وليس هناك مجال للمناقشة في أن التعريف الذي أقدمه للآنية لاشك يحقق هذا الشرط فكون الضوء يحتاج إلى نفس الزمن لقطع المسافة من (و) إلى (ب) ليس في الحقيقة تخيلاً أو افتراضاً حول طبيعة الزمن الفيزيائية ولكنه مجرد « تعويض » لى مطلق الحرية في إجرائه لكي أصل إلى تعريف الآنية .

وواضح أن هذا التعريف يمكن ان يستعمل ليعطى معنى محدداً لا لحادثين فقط بل ولأى عدد نختاره من الحوادث أيما كانت مواضع مسارح هذه الحوادث بالنسبة إلى مجموعة الإسناد^(١) (وهي هنا طريق السكة الحديدية) وهذا يقودنا أيضاً إلى تعريف الزمن في الفيزياء . ولهذا دعونا نتصور ساعات متماثلة التركيب وضعت في النقط أ ، ب ، ج ، ح من طريق السكة الحديدية (مجموعة إحداثيات) بحيث تكون عقاربها في آن واحد بالمعنى السابق في مواضع متماثلة . وفي هذه الظروف نرى أن زمن أية حادثة هو ما تحدده قراءة موضع عقارب أية ساعة من الساعات التي على مقربة من مكان الحادثة . وبهذه الطريقة نجتمع بين كل حادثة يمكن رصدها ومقدار زمني بصورة أساسية .

وهذا التعويض يحمل في طياته فرضاً فزيائياً آخر مسلماً به يصعب الشك في صحته ما لم يثبت تجريبياً أن العكس هو الصحيح ذلك هو افتراضنا أن جميع هذه الساعات تتحرك بمعدل واحد مادامت متشابهة التركيب أو بعبارة أدق إذا ضبطت ساعتان في حالة سكون وفي مكانين

(١) ونحن نفرض أبعد من ذلك أنه عندما تحدث الحوادث أ ، ب ، ج في أماكن مختلفة بحيث تكون أية مع ب ، ب أية مع ج « أية بالمعنى المذكور آنفاً » يكون شرط أية الحادثتين أ ، ج قد تحقق أيضاً . وهذا الزعم فرض فيزيائي حول قانون انتشار الضوء ولا بد من تحقيقه إذا كنا نريد الاحتفاظ بقانون ثبوت سرعة الضوء في الفراغ .

مختلفين من مجموعة إسناد بحيث يكون موضعاً «خاصاً» لعقري إحدى
الساعتين «آنيًا» (بالمعنى السابق). مع «نفس» موضع عقري الساعة
الأخرى تكون «القراءات» «المتماثلة» للساعتين آنية دائماً (بمعنى التعريف
السابق للآنية) .