

مجلة
كلية الآداب



المجلد الثلاثون

١٩٨٢ - ٨١

مطبعة جامعة الاسكندرية

١٩٨٤



Handwritten marks, possibly initials or a signature, located in the upper left quadrant.

Handwritten marks, possibly initials or a signature, located in the middle left area.

Handwritten marks, possibly initials or a signature, located in the lower left area.

فهرس

- الأسس الابدتمولوجية بين الفيزياء الكلاسيكية وفيزياء اينشتين
للداكتور ماهر عبد القادر محمد . ٤٨ - ١
- حول شخصية شريك وخلف اخناتون
للداكتورة ليلي عطا الله ٦٤ - ٤٩
- الاستراتيجية البريطانية في البحر المتوسط
للداكتور عبد الغفار محمد حسين ١٠٨ - ٦٥
- مؤتمر برلين سنة ١٨٧٨ م والمسألة التونسية
للداكتور عبد الغفار محمد حسين ١٥٦ - ١٠٩
- كتاب رائق التحلية في فائق التورية «تحقيق ودراسة»
للداكتور فوزى سعد محمد عيسى ١٩٩ - ١٥٧
- مغيث الرومي ونبوه
للداكتور محمد أحمد أبو الفضل ٢٤٢ - ١٩٩
- الحوارزمية ودورهم في الصراع الصليبي الاسلامي
للداكتور أسامة زكي زيد ٢٨٦ - ٢٤٣

Jean Paul Sartre

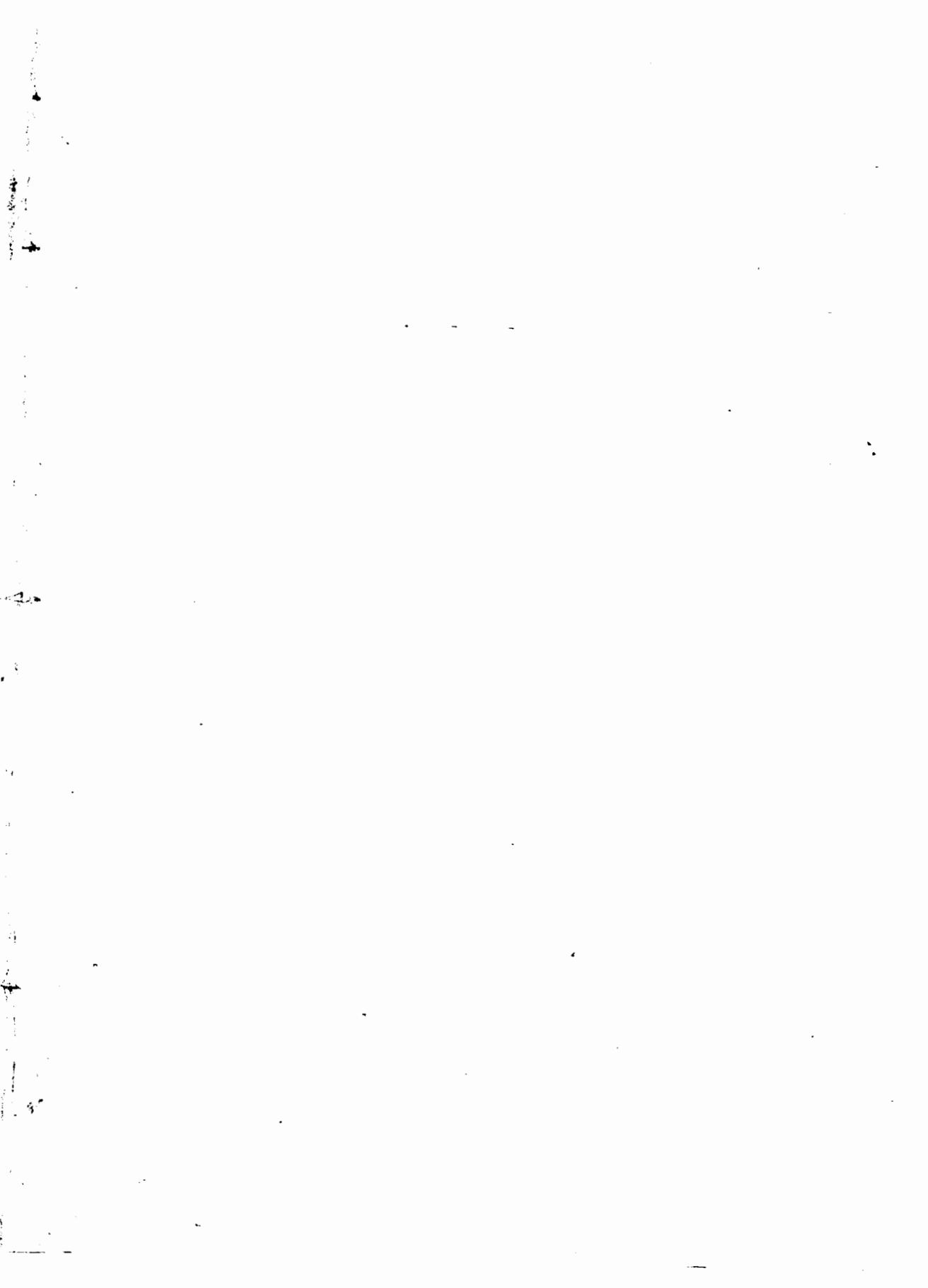
Par : Nafissa Abdel-fattah 1—32

Francis Ponge

Par : Nafissa Abdel-Fattah 33—72

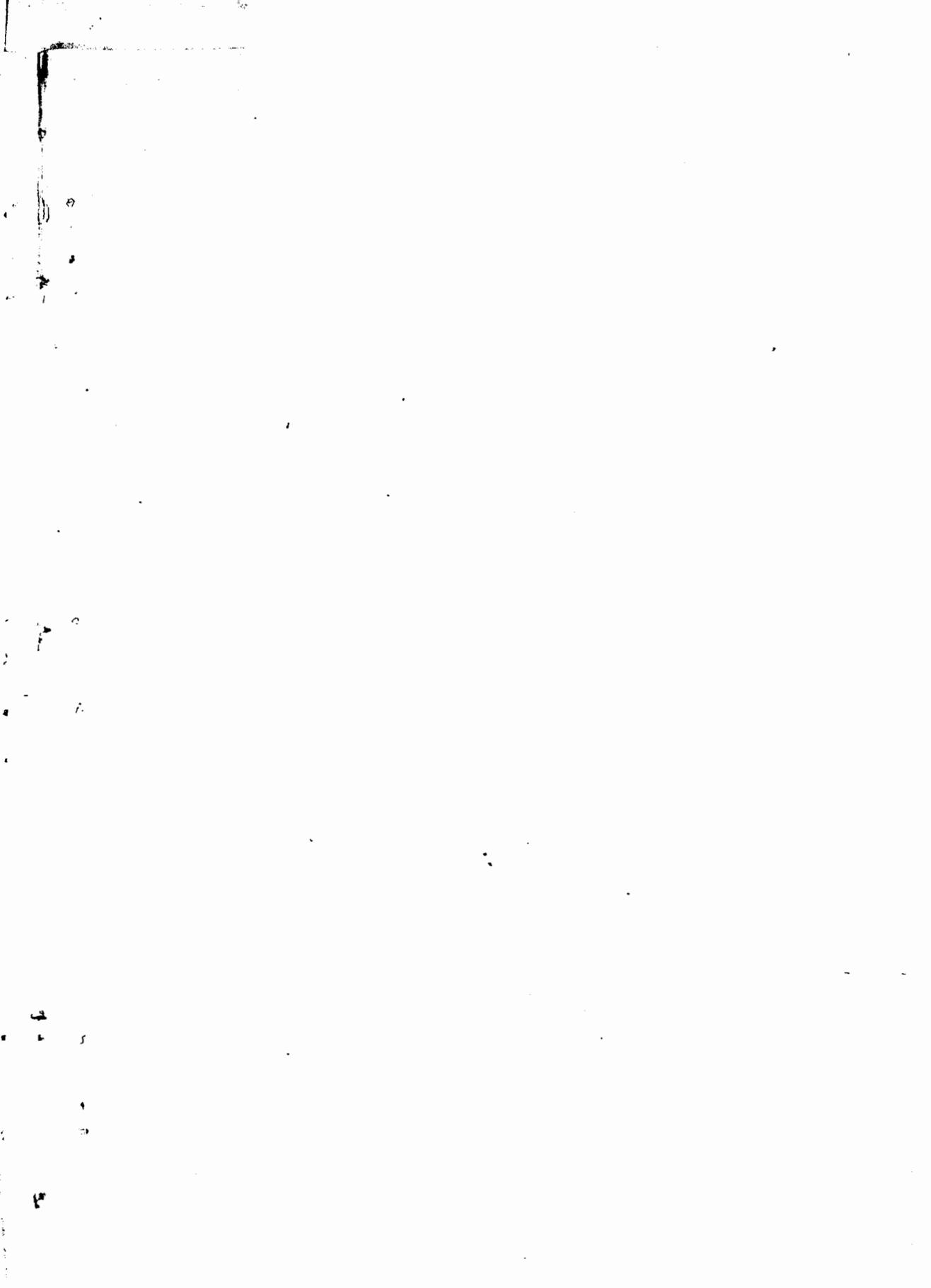
Le Concept de la Copule

Par : Ahmed Mohamed Hamed 73—101



الأسس الاستمولوجية
بين الفيزياء الكلاسيكية وفيزياء أينشتاين
بحث في استمولوجيا العلم

دكتور
ماهر عبد القادر محمد علي
مدرس الفلسفة
كلية الآداب - جامعة الاسكندرية



ارتبطت الفيزياء الكلاسيكية بنموذج معين للتفكير ظل قائماً طوال ثلاثة قرون من الزمان ، وفجأة في مطلع القرن العشرين ، وبعد بينات فيزيائية وهندسية معينة ظهرت أمام أحد علماء الفيزياء ، تغير كل شيء وأنهار النموذج الكلاسيكي للفيزياء ليحل مكانه نموذج آخر جديد هو الفيزياء المعاصرة التي بدأت بنظرية النسبية الاينشتينية الخاصة (١٩٠٥) : حقيقة تستند نظرتنا الأساسية في هذا البحث إلى أن الفيزياء المعاصرة لا ترفض الفيزياء الكلاسيكية تماماً ، وأن كل ما أحدثته هو مجرد تصحيح للمفاهيم والتصورات وفقاً لنتائج الأبحاث العلمية . وقد يفهم القارىء هنا أن الفيزياء المعاصرة بنظرياتها هي من طراز النظريات التي لا تتسم بالطابع الكشفي ، ولكن الأمر شديد الاختلاف هنا إذ أن التصحيح الذي نشير إليه يختلف عن ذلك التصحيح الذي يطور أو يعدل بما يجعل النظرية العلمية قاصرة على المتخصصين فحسب ، فلهذا التصحيح بعده الثوري الانقلابي لأنه يتناول المفاهيم ذاتها ، أى المنطلقات الأساسية التي تبدأ منها النظرية ، وبالتالي انسحب على النتائج التي نشأت عن هذه المفاهيم . فكأن من الصحيح إذن أن نصف الفيزياء المعاصرة بصفتين معاً هما : الصفة الأولى أنها لم ترفض الفيزياء الكلاسيكية وإنما صححتها . والصفة الثانية أنها تتميز بالطابع الكشفي : وبهاتين الصفتين فهي تهم رجل العلم المتخصص وتهم البشر جميعاً .

والواقع أن المقابلة بين الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء المعاصرة تكشف عن حقيقة التغير الذي حدث في العلم المعاصر ، وإلى أي حد انعكس هذا التغير على العلوم الأخرى ، مما يفسر لنا حقيقة التغير الذي يطرأ على النظريات ذاتها . وهنا فاننا نجد أمامنا أكثر من منظور لمعالجة التغير : هناك منظور فلسفي ، وآخر منطقي وثالث تجريبي امبريقي ورابع رياضي .

وقد يفضل البعض معالجة التغير في النظريات من خلال منظور واحد حتى يمكن أن نلم بجوانب التغيرات أو التحولات العلمية ، وهذا المنظور هو ما تبناه كون في مؤلفه عن «تركيب الثورات العلمية» ، حين أخذ يعالج

المسألة من خلال نظرة فلسفية معينة لتاريخ العلم . وقد يفضل فريق آخر المنظور الرياضى تماماً كما فعل هانسون حين نزع إلى تقديم براهين رياضية يبرر بها ما يحدث فى العلم . لكننا نفضل معالجة التغيرات العلمية التى تحدث داخل الانساق العلمية من خلال نظرة أشمل وأعم تبنى همدنا الأساسى ، لتثبت فى نهاية الأمر الفرضية التى يقوم عليها هذا البحث ، ومن ثم فإن مناقشاتنا ستأخذ من هذه المداخل جميعاً منطلقاً لها ، على اعتبار أن النظرة التكاملية داخل العلم تكشف لنا عن جوانب مستغلقة ما كان يتصور الوصول إليها إذا ما أخذنا أحد المداخل وأهملنا غيره .

إن أصدق وأدق وصف للفيزياء الكلاسيكية هو ما نفهمه بعلم الميكانيكا النيوتونى ، هذا العلم الذى صيغت مفاهيمه الأساسية فى مجموعة القوانين الآتية :

القانون الأول : كل جسم يبقى على حالته من حيث السكون أو الحركة المنتظمة فى خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تعمل على تغيير حالته ،

القانون الثانى : معدل تغير كمية الحركة يتناسب مع القوة المؤثرة ويكون التغير فى اتجاه القوة المؤثرة .

القانون الثالث : لكل فعل رد فعل مساو له فى المتدار ومضاد له فى الاتجاه .

قانون الجذب العام : كل جسمين يتجاذبان بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتهما وعكسياً مع مربع المسافة بينهما .

هذه القوانين الأربعة التى تعبر عنهما الميكانيكا النيوتونية تعد أصدق تعبير عن الفيزياء الكلاسيكية بأسرها ، وما كان يمكن صياغتها الا من خلال نظرة معينة للكون والواقع الفيزيائى ، وهذه النظرة تتمثل فى تصور معين للمكان والزمان ، فالفيزياء بطبيعتها تدرس حركة الأجسام فى مكان معين

وزمان معين ، أى أنها تدرس الحركة التى يمكن القول بأنها تغيير الموضع فى المكان خلال الزمان ، ولذلك فإنا نجد قوانين نيوتن السابقة تشير إلى الحركة مباشرة وتتضمن المكان والزمان بصورة ضمنية : إذ أن الحركة التى تنسب للأحسام تتم فى المكان المطلق والزمان المطلق ، فما هى طبيعة التصورات التى تأخذها الفيزياء الكلاسيكية ؟

تصور المكان كلاسيكياً :

تشير الفيزياء الكلاسيكية إلى أن كل حركة لا بد وأن تتم فى مكان Space ، وهذا المكان ينظر إليه على أنه وسطاً متجانساً يوجد باستقلال تام عن المحتوى الفيزيائى Physical Content ، أى الجسم . يقول نيوتن فى وصفه للمكان «بدون النظر لأى شىء آخر خارجى ، فإن المكان المطلق Absolute Space - فى طبيعته الذاتية - يبقى دائماً متشابهاً وثابتاً (1)

لقد اعتقد نيوتن أن هذا الافتراض هو أدق بديهية تميز الفيزياء التى افتقدت خاصية التحديد من قبل . وقد نتفق معه فى أنه ربما يكون أول من قدم صياغة واضحة لهذا الافتراض الذى ارتبط باسمه ، ولكنه بكل تأكيد لم يكن أول من قدم الافتراض ذاته ، لأن الافتراض المتعلق بالمكان المطلق وثباته وتشابهه قفز إلى حيز الوجود فجأة مع تلك المفاهيم والتصورات التى زودتنا بها الفلسفة الذرية اليونانية فى النصرات القديمة ، حين أثبت الذريون تعريفهم للمادة Matter بأنها الملاء Plenum (أى ما يشغل مكاناً) فى مقابل الفراغ void (أى المكان الفارغ Empty Space ، ومن ثم أمكنهم التمييز بين الثابت والحارى Container المستقل ، أى المكان ومحتواه الفيزيائى المتغير . ولكن إذا كان الذريون قد أقاموا هذا التمييز ، فكيف أمكنهم إذن تمييز خاصية المكان المطلق ؟

إن فلاسفة الذرية اليونانية - لوقيوس وديموقريطس فى القرن الخامس ق . م - يمثاون حلقة هامة من حلقات الابداع الفكرى والفلسفى ، فهم

يطلقون اصطلاح اللاوجود non-being ويقابلون بين اللا وجود والوجود المطلق أو التام full-being . ومصطلح اللا وجود هذا من المصطلحات الهامة التي استعارها الذريون من فلاسفة المدرسة الايلية أمثال بارميندس وميلسيوس حيث كان اللا وجود بالنسبة لهُرَاء يعني اللا شيء nothingness ، الا أن لوقيوس حين استعار المصطلح ألبسه ثوباً جديداً واستخدمه من حيث الشكل فحسب ، ولم يقبل الفكر الايلي للمصطلح لأنه من وجهة نظره لا توجد ثمة حلولاً للمتناقضات التي أكدها الايليون ما لم يؤخذ في الاعتبار درجة من الوجود للخلاء .

وهناك نقطة أخرى هامة ترتبط بهذا التصور ، فالمادة - في حد ذاتها - ذاتها رغم أنها قابلة للتغير ، وثابتة من الناحية الكيفية الا أنها بمعنى ما كانت عرضة للتغير ، لأن اجزائها تعج بالحركة، وهذا التغير لا يؤثر على الجزئيات ذاتها ، وإنما على المسافة بينها فحسب .

لقد واجه الفكر الذري أشد النقد من جانب ارسطو ، الا أن ارسطو ذاته لم يشك لحظة واحدة في أن المكان مطلق ، وأنه يمكننا اثبات هذه الخاصية من مجرد «ملاحظة شغلنا لمكان معين وانتقالنا من مكان لم آخر» (٢) فهذه الملاحظة تؤكد لنا أن المكان «موجود ما دمنا نشغله بالفعل» (٣) ولكنه مع هذا ينكر صفة الجسمانية للمكان قائلاً «ومن المحال أن يكون المكان جسماً ، لأنه يلزم من ذلك أن يكون جسمان في مكان واحد بعينه» (٤) ، ويرتب على هذا أنه لا يمكن لنا أن نتصور المكان على أنه ذات صورة ومادة ، لأن مثل هذا الافتراض يشكل صعوبة على ادراكنا للطبيعة المكان إذ أن «الصورة والمادة لا يمكن أن يفصلا عن الشيء، بينما يمكن للمكان أن يفصل عنه ، ذلك لأن المكان الذي كان فيه هواء نجد أنه قد حل فيه ماء .. وأيضاً فان المكان ليس جزءاً ولا حالة ، ولكنه متمصل عن كل شيء» (٥) . وهنا فاننا نجد ارسطو يتقدم ببعض الحجج التي تثبت رأيه هذا عن المكان ومنها ، أن المكان من حيث هو مفارق فانه ليس بصورة للمركب ، كما أنه

من حيث هو محيط فهو ليس هيوولى ، ذلك لأن الهيوولى لا تحيط بل يحاط بها كما أن المكان منفصل عن المركب ، أما الهيوولى والصورة غير منفصلين ، ومن ثم فالمكان مخالفاً لهما . كذلك فإن الأجسام تتحرك دائماً إلى المكان ، والشئ لا يتحرك إلى ذاته لأنه لا يتحرك إلى ما هو له ، ولو كان المكان هيوولى أو صورة لكان ذات الشئ المركب (٦) ومن جانب آخر فإن المكان قد يوصف بأنه إما فوق أو أسفل ، أما الهيوولى والصورة فلا يمكن أن تنصفاً بفوق أو أسفل . وكذلك لو كان المكان صورة لفسد . على هذا نجد أنه ما دام المكان «منفصلاً عن الشئ فإنه لا يكون صررة ، وما دام مجرد غلاف (حاو للشئ) لا يكون مادة» (٧) ومع هذا يرى أرسطو أن هناك صورتان للمكان «مكان مشترك يوجد فيه جسمان أو أكثر ، ومكان خاص يوجد فيه كل جسم أولاً» (٨) . ومن ثم فإنه إذا كان «المكان الخاص هو الحاوى الأول للجسم ، كان مفارقاً للجسم خارجاً عنه ، لأن الجسم ينتقل ويتخذ له أمكنة على التوالي . وعلى ذلك يكون المكان الخاص وسطح الجسم الحاوى ، أعنى السطح الباطن المماس للمحتوى» (٩) .

إذن لقد اتفق أرسطو مع فلاسفة الذرية اليونانية فى القول بالمكان المطلق لكنه اختلف عنهم فى تقرير مسألة الخلاء الذى قال به ديموقريطس لتفسير حركة الذرات Atoms ، فالخلاء من وجهة نظر أرسطو لا يمكن تقريره لأن الحركة فى الخلاء لا سبيل إلى تصورهما ، والسبب فى ذلك أن حركة الأجسام إذا كانت فى الخلاء فإنها تكون حركة عديمة كما أن السرعة ستكون لا نهائية .

ولكننا إذا انتقلنا إلى نيوتن فى العصر الحديث وجدنا أن مفهوم المكان النيوتونى المستقل Independent قد صدر ابتداءً من الموقف الذرى اليونانى ليقف وراء التمييز بين المادة والمكان الذى تشغله : المواضع تظل واحدة ، وما تشغله مختلف من زمن لآخر . وبتعبير أدق فإن المادة تتحرك فى مكان ، وهذا ما لاحظته الذريون القدماء فى دقة وبراعة حين وضعوا لأول

وهلة ، ذلك التمييز بين المادة والمكان ، فكانت خطوطهم بمثابة التمهيد الحقيقي أمام التصور النيوتوني للمكان المستقل ، بحيث أصبح المكان يتمتع بخاصية الثبات المطلق .

لكن علينا أن نشير إلى أن الذرات التي قررها ديموقريطس والذريين المتأخرين تبدو ثانوية وحادثية وعرضية للتغير بالنسبة للمكان ، بمعنى أن الذرات تعرف بأنها أحجام تامة من المكان ، وتحتاج للمكان في وجودها بينما المكان لا يحتاج إليها في وجوده ، لأنه يوجد دون وجود الذرات ، إلى جانب هذا فان الذرات تشغل مواضع معينة ، ولذا فإنها لا تفترض أى ضرورة منطقية خاصة بالعلاقات الهندسية التي تقوم بين المواضع Positions ذاتها .

على هذا النحو يمكننا أن نقرر الخواص السابقة بصورة أدق في العبارة الآتية : في العلم الذري القديم ينظر للمكان منطقياً على أنه سابق أو متقدم على محتواه المادى ، بينما نجد على النقيض من هذا تماماً أن الفيزياء الكلاسيكية والفلسفة الميكانيكية التي سادت عصر نيوتن تقرر ان معاً أن الجوهر المادى هو الحقيقة الوحيدة . ولكن سواء أكان وجود المكان الفارغ افترض ضمناً أم تم تقريره صراحة - مثلما هو الحال عند الذريين القدماء - فان سبقه المنطقى على المادة لم يتم ادراكه بصورة كافية .

وهنا يمكننا أن نتساءل : كيف يمكن لتلك الحقيقة السالبة المتمثلة في الالوجود أن ينظر إليها على أنها سابقة أو متقدمة منطقياً على الواقع المادى للذرات الأزلية غير القابلة للتحطيم ؟ أو بمعنى آخر ، كيف يمكن أن يكون الالوجود متقدماً منطقياً على الوجود ؟

اننا بلا شك نلاحظ الخلط والتضارب وعدم الوضوح بين السبق المنطقى والسبق الانطولوجى أو الزمنى ، مما يفرض علينا ضرورة القاء الضوء على هذا التمييز حتى تتضح المسألة بصورة أدق .

لقد كان من أغرب انجازات فلاسفة الذرة القدماء ، كما لاحظ بيرنت وبيلي ، تلك الصيحة المشهورة القائلة بأن «الشيء قد يكون حقيقياً دون أن يكون جسماً» (١٠) ، وهذا يعني أن الدريين يشيرون إلى أن المكان له وجود حقيقي رغم أنه ليس بجسم ، وبذا فانهم يصفون عليه طابعاً دينياً . وقد انتقلت هذه النظرة إلى «مور» أستاذ نيوتن ومعلمه ، ثم أثرت في نيوتن ذاته وفلسفته الطبيعية ، بحيث أصبح المكان عنده منظوراً اليه على أنه صفة للاله . وهنا نلمس مدى الخطأ الذي وقع فيه نيوتن حين خلط بين السبق المنطقي للمكان والمادة معاً وبين السبق الانطولوجي . وقد اشترك في هذا الخطأ العلماء والفلاسفة الكلاسيكيون لقرابة قرنين من الزمان بعد نيوتن ، فكأن السبق المنطقي للمكان على محتواه الفيزيائي كان بمثابة اعتقاد راسخ لم يجرأ على الشك فيه سوى عدد قليل من الناس ولكن فيما يتعلق بمورونيوتن فإن هذا السبق ظل زمانياً .

وترتبط فكرة التجانس homeogenity بفكرة استقلال المكان وثباته ، رغم أنه من الصحيح منطقياً أن نبدأ أولاً بفكرة التجانس ، ثم ننتهي إلى القول بأن الاستقلال والثبات ينتجان معاً من تجانس المكان homeogenity of space . لكن إذا كان عرضنا قد اتخذ الطريق الآخر فالسبب في ذلك يرجع أولاً للتعريف التاريخي الذي قدمناه لنيوتن ، ذلك التعريف الذي يركز على خاصيتي الاستقلال والثبات اللتان تنسبان للمكان صراحة ، بينما افترضت خاصية التجانس ضمناً .

والواقع أن الافتراض المتعلق بتجانس المكان قدمته الفيزياء منذ افترض أن المكان منفصل عن محتواه الفيزيائي ، وهذا الافتراض كما نعلم يرجع للدريين اليونانيين ، فن وجهة نظرهم نجد أن كل الاختلافات الكيفية في العالم تنشأ من الأوضاع Positions والأشكال shapes وحرركات motions المادة ، ولذا فإن افتراض التجانس يعد أحد المعالم الرئيسية للنظرية الديموقريطسية .

وقد كان من الطبيعي في عصر نيوتن - ذلك العصر الذي استفاد من الأفكار اليونانية القديمة وعاد إليها - أن تظهر فكرة تجانس المكان . لذا حاول جون لوك ، صديق نيوتن ومعاصرة - رغم أنه رفض امكانية تعريف المكان - أن يحدد لنا المعنى صراحة فاعتبر المكان مبدأ التقسيم الحقيقي الذي يمكننا من التمييز بين نوعين من كفيات الاحساس الذاتية ، ذلك أنه يمكن التمييز بين موضوعين مدركين عددياً فحسب إذا كانا في محلين مختلفين (١١) two different places ، ومن رأى لوك إذن نجد أن التمييز بين شيئين إنما ينشأ من التجاور في الوضع Juxtaposition .

من هذا المنطلق نجد أن بيرجسون ورسل معاً يقبلان في أواخر القرن الماضي المفهوم الذي قدمه جون لوك . يقول بيرجسون في كتاب «المعطيات المباشرة للحواس»: «لأنه من النادر أن نقدم تعريفاً آخرًا للمكان : فان المكان هو ما يمكننا من تمييز عدد من الاحساسات الذاتية والتلقائية الواحدة منها عن الآخر فهو إذن مبدأ الاختلاف .. ويترتب على هذا أنه حقيقة بلا كيفية » (١٢) أما رسل فيذهب في مؤلفه المبكر «مقال في أسس الهندسة» إلى أن «كل النقط متشابهة من الناحية الكيفية ، ويمكن تمييزها فقط بكون الواحدة منها تقع خارج الأخرى» (١٣) .

بهذه الصورة يبدو لنا تماماً أن استقلال المكان عن محتواه الفيزيائي إنما هو نتيجة مباشرة لتجانسه ، والاختلافات الأخرى بخلاف التجاور في المكان لا تنتمي للنقط ذاتها ، وإنما ترجع بصورة مباشرة إلى الحضور العرضي لمادة تشغل النقط ، كذلك فإن اجراء المكان الخالية وتلك الأجزاء المشغولة بالمادة إنما مختلفان أساساً في شيء واحد هو أن الواحدة منها تقع خارج الأخرى بصورة ثانوية أو زمنية ، والاختلاف هنا ينشأ بسبب أن الواحدة منهما ذات محتوى والأخرى تفتقر إلى المحتوى . وأهمية العنصر الزمني هنا تتمثل في أنه يشير إلى أن التغير ينتمي فقط لتشكّل الأجزاء المادية ، ولا ينتمي للمكان ذاته ، فما يتغير إنما هو شغل قطاع معين من

المكان ، بينا القطاع ذاته باق كما هو ، ولذا فان القول بخلاف هذا التمييز كما يقول رسل ، لا يمكن أن يسمح به لأنه يحطم تجانس المكان (١٤) . ومن خاصية التجانس التي تنسب للمكان يقرر رسل أن التجانس يتضمن نسبية المواضع relativity of positions ، كما يتضمن لا نهائية التقسيم infinite divisibility . لقد عبر رسل عن وجهة النظر الكلاسيكية حول مفهوم المكان - في بداية القرن الحالى وقبل ظهور النسبية - وخواصه وصفاته الأساسية في نص من أدق نصوصه في أصول الرياضيات بقوله : «لا يوجد أى لزوم منطقي لكيانات أخرى في المكان ، لأنه لا يترتب على مجرد وجود مكان أن توجد أشياء فيه . وإذا كان علينا أن نعتقد في هذا ، فيجب أن نعتقد على أسس جديدة ، أو بالأحرى على ما يمكن أن نسميه شهادة الحواس ، وهنا فاننا نخطو خطوة جديدة تماماً» (١٥) . ونحن نستنتج من هذا النص أن الصفة الأساسية للمكان تتمثل في الاستقلال التام ، تلك الصفة التي لا يمكن افتراضها بدون اعتبار مسألة التجانس الذي يتمثل في ترتيب أجزاء المكان ، والتي ينبغي أن ينظر إلى كل منها على أنها مستقلة أيضاً عن المحتوى المادى ، وهذا ما جعل ماكسويل Maxwell يؤكد على الترابط بين خواص المكان في نص بليغ قدمه في مؤلفه عن «المادة والحركة» حين يقول «لقد تم تصور المكان المطلق على أنه يبقى دائماً مشابهاً لذاته وغير متحرك . ولا يمكن تغيير ترتيب أجزاء المكان .. وحتى نتصور أجزاء المكان متحركة من أماكنها هو أن نتصور محلا place يتحرك بعيداً عن ذاته» (١٦) . فكأن الفيزياء الكلاسيكية تفهم جيداً معنى تجانس المكان ، ومدى الارتباط بين التجانس والاستقلال ، الأمر الذي جعل طبيعة المكان ذاته وهندسيته تتسق مع التصور الكلاسيكي لهندسة العالم ذلك التصور الذي حدده اقليدس في كتاب «الأصول» The Elements والذي بمقتضاه تصور العلماء أن هناك نوعاً من التطابق بين الهندسية الاقليدية والواقع الفيزيائي ، ويمكن لنا أن نبين هذا التطابق الذي فهمه العلماء من النظر في الهندسة الاقليدية .

نسق اقليدس الهندسى :

لقد ظن العلماء منذ عصر اقليدس (٣٣٠ - ٢٧٠ ق . م) وحتى قرابة نهاية النصف الثانى من القرن التاسع عشر أن الهندسة الاقليدية انما جاءت كتجريد للواقع الفيزيائى ولم يخرج عن هذا التصور الا بعض العلماء الذين حاولوا اثبات تصورات جديدة حول طبيعة الهندسة وعدم تطابقها مع المكان الفيزيائى انطلاقاً من التناقضات التى اكتنفت الهندسة الاقليدية ذاتها .

اعتقد اقليدس كعلماء عصره تماماً أن الأرض دائرية ، على اعتبار أن الدائرة هى أتم الأشكال الهندسية - وظل هذا الاعتقاد سائداً حتى القرن السابع عشر - وبناء على هذا الاعتقاد حاول تشييد نسق هندسى ينسجم مع ما هو معتقد ، فحدد ثلاث مجموعات أساسية ينطلق البرهان الهندسى ابتداء منهما هى البديهيات والتعريفات والمسلمات ، وهذه المجموعات الثلاث تقبلها بدون برهان ، ونسلم بها تسليماً ، لأنها أبسط الأشياء وأوضحها للعقل الرياضى ، ولا يمكن التوصل إلى ما هو أبسط منها .

البديهيات (١٧) :

- ١ - الأشياء المتساوية لشيء واحد متساوية .
- ٢ - إذا أضيفت أشياء متساوية إلى أشياء متساوية كان الناتج متساوياً ،
- ٣ - إذا طرحنا أشياء متساوية من أشياء متساوية كان الناتج متساوياً ،
- ٤ - باضافة أشياء متساوية إلى أشياء غير متساوية نحصل على نواتج غير متساوية .
- ٥ - بطرح أشياء متساوية من أشياء غير متساوية نحصل على نواتج غير متساوية .
- ٦ - أضعاف الشيء الواحد متساوية .
- ٧ - أنصاف الشيء الواحد متساوية .

- ٨ - المقادير التي ينطبق الواحد منها على الآخر متساوية .
٩ - الكل أكبر من الجزء .

التعريفات (١٨) ومنها :

- ١ - النقطة هي ما ليس له أجزاء .
٢ - الخط طول بلا عرض .
٣ - حدى الخط نقطتان .
٤ - المستقيم يقع بين نقطتي النهاية .
٥ - السطح له طول وعرض فحسب .
٦ - الخطوط هي نهاية السطوح .
٧ - السطح المستوي هو الذى يقع عليه أى خط مستقيم .
٨ - الزاوية المستوية تنشأ من بين خطين متقابلين الواحد منهما مع الآخر ، بحيث يكون لكل خط اتجاه مخالف للأخر .
٩ - المستقيمتان المتوازيتان هي مستقيمتان على سطح واحد بعينه بحيث أنها لا تتقابل إذا مدت من الجانبين .

المسلّمات (١٩)

- ١ - يمكن رسم مستقيم واحد بين نقطتين .
٢ - يمكن مد مستقيم إلى أى طول .
٣ - يمكن رسم دائرة من أى مركز .

من هذه المجموعات الثلاث من البديهيات والتعريفات والمسلّمات يستطيع اقليدس أن يبرهن على أى نظرية من نظريات الهندسة . وما يميز هذه المقدمات التي يبدأ بها اقليدس نسخته الهندسي هو أنها «مطابقة للواقع

ومعبرة عنه ، أعنى تعتبر في ذاتها أنها «حقيقية» . فالحقيقة هي في المشابهة التامة مع الخارج أو العالم الخارجى» (٢٠) . كذلك فاننا نلاحظ أن تعريف اقليدس للخط المستقيم جاء ليثبت فكرة تجريبية الأصل ذات علاقة وثيقة بالواقع الخارجى ، كما أن الأفكار التى جاءت ببديهيات وتعريفات ومسلمات اقليدس هي من الأفكار الدقيقة التى يستعين بها المهندسون المعماريون في فن البناء والتشييد ، تلك هي الأفكار التى تقوم عليها الهندسة الاقليدية ، ونحن لا نعرض هنا لتفصيلاتها ، وانما نشير فقط إلى اتساقها مع الاعتقاد في طبيعة المكان ثلاثى الأبعاد وانطباقها عليه ، وسوف نشير فيما بعد إلى التطورات التى حدثت في مجال الهندسة بما يبنى بطبيعة العالم الفيزيائى الخارجى .

تصور الزمان كلاسيكياً :

يعد تصور الزمن Time لمن التصورات الأساسية للفيزياء الكلاسيكية ، فبينما يعرف المكان على أنه ذو ثلاثة أبعاد متجانسة متساوقة ، ينظر للزمن على أنه ذو بعد واحد لحدود متتابعة : علاقة التجاور هي العلاقة الأساسية للمكان وتنشأ عن وضع شيء بجانب شيء آخر ، لأن نقاط المكان تقع الواحدة منها بجانب الأخرى . أما العلاقة الأساسية للزمن فهي علاقة التتابع Succession لأن أنات instants الزمن تتبع الواحدة منها الأخرى . إنه إذا أمكننا الاحتفاظ بهذا التمييز في عقولنا بصورة واضحة لأمكننا تطبيق الكثير من الخصائص التى نطلقها على المكان ، على الزمان أيضاً .

: لقد اعتقد الكلاسيكيون أن المكان والزمان ينطويان على تعدد الأجزاء وانهما يحتفظان بخاصية التجانس ، وقد بينوا في تصورهم للزمن أن خصائصه المتعددة تنتج من تجانسه : استقلالة عن المحتوى الفيزيائى المادى ، لانهايته اتصاله ، اطراده - على اعتبار أن اطرادالزمن هو الشيء المتمم لثبات المكان

أما من حيث استقلال الزمن فقد صاغ نيوتن هذه الخاصية في نص بالغ الدقة حيث كتب يقول :

«ان الزمان المطلق والرياضى ، بذاته وطبيعته ، ينتج باطراد ، بدون النظر لأى شىء خارجى . انه أيضاً يسمى الديمومه duration . فالزمن النسبى والظاهر إنما هو مقياس محسوس وخارجى للزمن المطلق (الديمومه) . وهو يقار بمركات الأجسام سواء أكان دقيقاً أم غير متساو ، وهو عادة ما يستخدم بدلا من الزمن الحقيقى مثل الساعة واليوم والشهر والأسبوع» (٢١)

وفقاً لهذا الرأى الذى يقدمه نيوتن فإن الزمن ينتج باطراد سواء أكان شيئاً ما متغير أم لا . والزمن فى طبيعته الذاتية فارغ empty ويملاً فقط بطريقة ثانوية أو اضافية بالتغيرات Changes ، وتلك التغيرات إذن تحدث فى زمن ، ولكنها ليست الزمن ذاته . وبطبيعة الحال فإن هذا التمييز بين الزمن والضرورة المشخصة Concrete becoming من أساسيات الفيزياء الكلاسيكية ، فكما أن المكان لا يتضمن المادة ، كذلك الزمن لا يتضمن الحركة أو التغير بصفة عامة ، وهذا ما أكده «أحقى باروو» Issac Barrow أستاذ نيوتن ومعلمه ، فقد كان له أبلغ الأثر على تصور نيوتن للزمن ، وتأثيره يماثل ذلك التأثير الذى تركه «هنرى مور» على تصور نيوتن للمكان ، ذلك لأن «باروو» فى أحد نصوصه الهامة يقول :

ولكن هل الزمن يتضمن الحركة ، ليس على الإطلاق بل أنه مطلق .. ان كمية الزمن لا تعتمد على أى جوهرية ، سواء أكانت الأشياء تسير أم تقف ، سواء أكانت فى النوم أم اليقظة . ان الزمن فى فحواه ينساب . تخيل أن النجوم ظلت ثابتة فى مواضعها منذ وجدت ، فلن يترك شىء للزمن . إن قبل وبعد وفى نفس

الوقت ، حتى في هذه الحالة سوف يكون لها وجودها التام ، وسوف يكون بمقدور العقل أن يتصورها تماماً» (٢٢) .

أنه يمكن لنا أن نتبين مدى الاتفاق بين أقوال نيوتن وآراء أستاذه «باروو» من مجرد النظر إلى تقسيم الزمن لديهما : هناك الزمان المطلق ، وهذا الزمان هو ما يعرف بالزمان الحقيقي أو الرياضي «وهو قائم بذاته مستقل بطبيعته ، في غير نسبته إلى شيء خارجي ، ويسيل باطراد ورتوب» (٣٢) ولا يرتبط بالحركة . وهناك الزمان النسبي ، وهذا النوع «ظاهرياً عاماً ، وهو مقياس حسي خارجي لأية مدة بواسطة الحركة ، وهو الزمان المستعمل في الحياة العادية على هيئة ساعات ، وأيام وشهور وأعوام ، وقد يكون دقيقاً ، وقد لا يكون متساوياً مطرداً . وهذا الزمان الثاني يستخدم في الفلك كقياس لحركة الأجرام السماوية ، لأن زمان الفلكيين مرتبط بحركة» (٢٤)

لقد ظل هذا الفهم قائماً حتى البدايات الأولى من القرن الحالى وذلك حين أخذ برتراند رسل يدافع عن نظرية الزمن المطلق ، فقد بدأ أولاً بالدفاع عن التمييز الأساسى بين السلاسل الزمنية ذاتها ، وبين محتواها الكيفى وهذا ما يتضح لنا من نص هام كتبه عام ١٩٠١ بعنوان «هل الوضع في المكان مطلق أم نسبي ؟ » ، حيث يذهب إلى أنه «في النظرية المطلقة لدينا فصلين من الكيانات Classes of entities (١) الفصل الأول هو وجود المواضيع (٢) والفصل الثانى ما له مواضيع . وأى حدين للفصل الأول لهما علاقة لا تماثلية متعددة ، وهما في حالتنا قبل وبعد . والحدود التى لها مواضيع كل منها له علاقة معينة - مجرد أو أكثر مع الحدود التى هى مواضيع - يمكن التعبير عنها بالقول إن الحدود الجديدة في مواضيع ، أو أنها تشغل مواضيع .. ويمكننا أن نسمى الكيفيات بالحدود التى لها مواضيع في الزمن ، ومن ثم فإن الكيفية قد تكون في لحظات كثيرة ، أو في كل اللحظات» (٢٥) . وهكذا يتبين بوضوح

أن حجة رسل الأساسية تتخذ صفة العمومية ، ولكنها على أية حال تشبه نفس الحجة التي ساقها «باروو» منذ قليل ، فقد حاول «باروو» في حجته أن يوضح لنا أن غياب الحركة لا يمنع الزمن من الانسياب Flowing ، أما رسل فقد أضفى على الحجة صورة عامة عن طريق الإشارة إلى أن عدم غياب أى تغيير يؤثر على انسياب الزمن أو تتابعه ، لأن أى كيفية معينة يمكن أن تبقى خلال لحظات كثيرة ، أو حتى خلال كل اللحظات All moments ولكن ما هو الهدف الذى كان يرمى اليه «باروو» ورسل معاً من تأكيدهما على هذه الخاصية ؟

الاجابة على هذا التساؤل واضحة تماماً ، لقد كانا يرميان إلى النظرية العلاقية للزمن ، ذلك لأن تمييز رسل بين الكيفيات واللحظات يكافئ التقرير القائل بأن المحتوى الفيزيائى للزمن ليس مشتقاً من الزمن ذاته ، تماماً كما أن المادة ليست مشتقة من المكان . ويمكن أن نجد أن ما قاله رسل عن المكان هو نفسه مكرراً كلمة كلمة عن الزمن حيث يقول «إنه لا يوجد تضمن منطقي لكيانات أخرى من الزمن ، وهذا لا ينتج من وجود الزمن ، بل ينتج من هذا أنه توجد فيه (أى الزمن) أشياء» ، ذلك لأن تصور المادة تماماً كتصور الحركة لا يمكن أن يشتق بصورة منطقية من تصورات المكان والزمن ، لأن هذين التصورين لا معرفين ، يقول رسل «ما المقصود بشغل Occupying نقطة أو لحظة ، لا يمكن للتحليل أن يشرحه وأن يفسره ، وتلك هى علاقة أساسية يعبر عنها بـ at, in ، وهى لا تماثلية ومتعددية ، لا معرفة وبسيطة» (٢٦) وهذا القول يعنى أن الزمن فارغ empty . أما المقصود باستخدام المصطلح Occupying بالنسبة لكل من المكان والزمان فهو تمييز الفكر التقليدى بأسره ، فالمصطلح فى حد ذاته يشير إلى ما هو مكاني فى أصله ومعناه ، فكما أن المادة تملأ Fills أو تشغل أجزاء من المكان ، كذلك فإن التغيرات أو الحركات تملأ أو تشغل أجزاء من الزمن . وكما أن المكان هو الحاوى Container لكل المادة ، كذلك

فإن الزمن هو وعاء *receptable* كل التغيرات ، أو بكلمات «باروو»
«الزمن هو بشكل ما مكان الحركة» (٢٧)، وهذا هو الاعتقاد الراسخ
والأساسى للعلم الكلاسيكى .

ان وجهة النظر النيوتونية حول الزمن كانت أكثر عمقاً وتأثيراً لأنها
تذهب إلى ما وراء حدود العلم الفيزيائى ، فعلى سبيل المثال نحن نجد أن
كانط *Kant* نظر للزمن على أنه نوع من التجانس ، أو هو الوعاء الذى
«يملأ من الخارج» *Filled out from Outside* بالاحساسات المادية المتغيرة :
أنه من الصحيح أن الزمن بالنسبة لكانط لا يفترض الحقيقة الجاوزة لما هو
عقلى ، والتي تبدو كصورة قبلية للحدس ، لكنه لا يغير الحقيقة الواقعة
بأن التمييز الحاسم بين الوعاء المتجانس الثابت وتغيره وتغير عناصر المحتوى
انما هو نيرتونى فى طبيعته الذاتية .

والواقع أن خاصية استقلال محتوى الزمن تأتى كنتيجة مباشرة لتجانسه
فالتغيرات العيانية *Concrete changes* تبدو على أنها لا متجانسة ، والتغيرات
الكيفية هى واحدة من أهم ملامح الشعور وتبدو كأنها ممثلة حتى فى العالم
الفيزيائى العادى . ولكن حتى إذا قبلنا رد كل التغيرات الكيفية فى العالم
الفيزيائى إلى تغيرات فى الوضع فحسب ، كما تقترح علينا وجهة النظر
الكلاسيكية عن العالم ، فان اللاتجانس لن يختفى تماماً ، وهذا يعنى أنه بينما
نجد اللحظات المتتابعة *Successive movements* للصيرورة الفيزيائية
Physical becoming مختلفة ، على الأقل فى جوانبها المناسبة
والديناميكية ، فان الأناث المتتابعة *Successive instants* للزمن الرياضى
الحقيقى لا تفتقر إلى أشياء أخرى بخلاف ما ينتج عن متابعتها ، فانات الزمن
متكافئة تماماً والاختلافات بين ملامحها الأساسية انما ترجع إلى المواضع
المختلفة فى السلاسل الزمنية .

ان لانهاية الزمن واتصاله ينتجان مباشرة وبصورة طبيعية من تجانسه .
أما لانهاية الزمن فانها تتضمن غياب أى لحظة مؤقتة كانت فى الماضى أو أى

لحظة في المستقبل ، لأن مثل هذه اللحظات تفترض خاصية مميزة تجعلها غير متسقة مع تجانس الزمن. فإذا كان الزمن متجانساً حقيقةً فإن كل أنه لا بد وأن تسبقها آتات وتتبعها آتات أخرى ، ويترتب على هذا أن تصور اللحظة الأولى التي ليس لها سابق ، أو أن الغاية النهائية التي ليس لها لواحق لا يمكن التفكير فيها .

ان لا نهائية الزمن فرضت نفسها على عقول الفيزيائيين الكلاسيكيين تماماً مثل لا نهائية المكان ، ومن ثم فإن الافتراض المتعلق بالبداية الزمنية للعالم يرجع في معظمه إلى دوافع لاهوتية . وحتى إذا كان الأمر كذلك فإنهم كانوا ينظرون إلى بداية العالم على أنها في زمن . ولذا فإن المنطق المتضمن في فلسفة «باروو» و «مور» و «جاسندى» و «نيوتن» و «كلارك» يتطلب وجود الزمن حتى قبل خلق العالم ، أى وجود الديمومة الأبدية المحردة من أى محتوى فيزيائى ، والديمومة في هذه الحالة ديمومة فارغة من المحتوى الفيزيائى .

على هذا النحو إذن يبدو لنا اتساق المفهوم النيوتونى للمكان والزمان ، بما جعل الفيزياء الكلاسيكية لا تخرج عن تلك المفاهيم التي ساقها نيوتن . ولكن ماذا عن المادة والحركة في اطار هذه التصورات التي قدمها نيوتن للفيزياء الكلاسيكية ؟

التصور الكلاسيكى للمادة :

يعد تصور المادة Matter من التصورات الأساسية للفيزياء الكلاسيكية رغم أن هذا التصور لم يطرأ عليه كثير من التغيير منذ عصر لوكيبوس حتى بداية القرن الحالى . لقد عرفت المادة بأنها تملأ مناطق معينة من المكان وتستمر خلال الزمان حتى لو تغيرت مواضعها ، وهذا المفهوم ينشأ مباشرة من تعريف المادة بأنها :

المادة = المكان الممتلئ

Matter = full space

تماماً ماذا؟ وتشغل بماذا؟

أنه بالنسبة لكل أولئك الذين يعتقدون في قيمة العلم الكلاسيكي ، فإن هذا السؤال بلا معنى ، ولكنه يوضح الفشل الذريع في فهم معنى التعريف السابق . ان خاصية شغل المكان ليست واحدة من بين خصائص متعددة للمادة ، وانما هي الخاصية الوحيدة فحسب . علينا أن نسترجع هنا التمييز بين الكيفيات الأولية والثانوية ، فهذا التمييز له أهميته الخاصة ، ذلك لأن الكيفيات الأولية بخلاف الامتلاء fullness كانت تمثل الخصائص الهندسية التي تشترك فيها المادة مع المكان الذي تشغله ، وعلى هذا الأساس أوضحت المادة تصوراً على درجة كبيرة من العمومية ، وبالتالي يمكن مقارنتها بتصور الوجود. وبطبيعة الحال لم تكن المسألة عرضية حين كان ينظر للمادة والوجود على أنهما لا معرفان ، لأنه إذا كان امتلاء المكان هو جوهر المادة فإنه لا يمكن ادراجها تحت تصور آخر أعم لإنها تصبح مثل الوجود ذاته ، تصوراً على درجة من العمومية ، وهذا ما أوضحه رسل حين أصر على أن علاقة شغل المكان Relation of space - Occupancy علاقة لا معرفة .

ومع هذا فإن المصطلح «علاقة» قد يضلنا ، لأن يؤدي بنا إلى فهم أنه توجد ثلاثة حدود متضمنة فيه هي (١) المادة (٢) علاقة الشغل ذاتها (٣) المكان . فكما نلاحظ هنا أن المصطلحين الأولين متداخلين ، والتمييز بينهما لفظي فحسب ، ويرجع إلى طبيعة تركيب اللغة أو الرمزية المستخدمة . أنه إذا جردت المادة في العلم الكلاسيكي من صفة شغل المكان لبدت وكأنها كلمة عارية .

ان الحقيقة التجريبية عن الحركة أفضت بالذريين الأوائل إلى الاعتراف

بالمكان الفارغ empty space أو الخلاء void على اعتبار أنه الامكانية الوحيدة للخروج من مناقضات بارمنيدس الخاصة بالملاء غير المتحرك Changeless Plenum . وهذه النتيجة لم ينتهي اليها أصحاب المذهب الذري المتأخرين فحسب ، وانما انتهى اليها ، وقبلها ، كل العلماء الكلاسيكيون الذين أدر كوا أن انكار المكان الفارغ وواقعية الحركة يمكن التخليص منه بصورة لفظية فحسب ،

وما يهمننا توضيحه هنا أن التفكير النموذجي للنظرية الحركية الجسيمية Corppuscular - Kinetic Model عن الطبيعة افترض أن أحجام معينة فقط من المكان تملأ Filled وهي التي تؤلف ما نسميه الأجسام الفيزيقية Physical bodies ، وقد أمكن للعلماء اجراء بعض تجارب التحقيق الابرقي عن خصائص المادة الفيزيائية ، بالاستناد إلى التعريف السابق . إنه إذا كانت المادة هي المكان الممتلىء full space لتحتم أن تتمتع عناصرها وفق طبيعتها الذاتية بخواص اللانفاذية impenetrable والالانقسامية indivisible وعدم التحطيم indestructible والجاسئية rigid ولكن هل يمكن لنا أن نتيقن القرة الاستنباطية لتصوير الميكانيكا الكلاسيكية عن العالم من خلال هذه الخواص ؟

ان الفاحص المدقق ليتبين على الفور أننا نتحدث عن المادة في صيغة «الجمع» plural لأننا نتحدث عن عناصرها المكترنة ، وقد كان من الأحرى بنا أن نتحدث عنها في صيغة «المفرد» Singular وهو ما يمكن أن نلاحظه حين نسمح بوجود المكان الفارغ : الخلاء فقط هو ما يمكن أن يحطم اتصال المادة ويقسمها إلى أجسام مفردة . وما تتمتع به هذه الأجسام اللانفاذية والالانقسامية انما ينتج بصورة ضرورية من التعريف السابق : المادة = المكان الممتلىء . وبطبيعة الحال فإن الامتلاء لا يسمح بدرجات لأن ما ملئ فعلا لا يمكن أن يملأ ، ومن ثم فالأجسام المادية تتمتع باللانفاذية . ولكننا في حقيقة الأمر نلمس ما يناقض هذا في خبرتنا اليومية ، فالوقائع المتعلقة بالمخاليط mixtures والمحاليل Solutions والمركبات الكيميائية

Chemical Compounds ، وما إلى ذلك ، تشير إلى أن المادة تتمتع
بالنفاذية . وعلى أية حال فإن كل هذه التناقضات سرعان ما تختفى إذا حاولنا
تأويل المسألة بصورة صحيحة . يقول بيرجسون :

حاول أن تتخيل صورة لجسم ينفذ في آخر :
سوف تفترض على الفور أنه توجد أماكن
بجالية في الجسم الأول ستشغل بواسطة أجزاء
من الجسم الآخر ، وهذه الأجزاء بدورها
لا يمكنها أن تنفذ الواحدة منها في الأخرى ما لم
ينقسم الواحد منها ليملأ الفراغات الموجودة
بالآخر» (٢٨) .

ويستنتج بيرجسون من هذا القول أنه ليست الضرورة الفيزيائية وإنما
الضرورة المنطقية هي التي تمضى بنا إلى القضية القائلة بأن جسمين لا يمكن
أن يشغلا نفس المكان في نفس الوقت ، وعند هذا الحد يمكن اعتبار تصور
بيرجسون صحيحاً إلى حد ما . لكنه منذ المرحلة التصورية الذرية فإن لانفاذية
العناصر كانت مجرد استدلال منطقي مستمد من المسلمات الأساسية للتصور
الفلسفي للذرة . ويبدو أن السبب في هذا التصور يرجع إلى بعض القصور
في حواسنا فن المعروف أن للحواس قدرات محدودة . ولكن إذا ما زودت
حواس الانسان بما يزيد من قدرتها وحدودها ، لأمكن للانسان أن يقف
على بعض دقائق الأشياء ، وهذا ما كشفت عنه التجارب العلمية التي
استنادت إلى استخدام أشعة اكس X-Ray حيث أمكن بواسطتها أن نرى
ونحسب تجاور الأجزاء في المحاليل والمركبات الكيميائية وغيرها .

ولكن ماذا عن تركيب المادة ؟ وكيف يمكن تصورها من الداخل ؟
وهل أسهم العلم الكلاسيكي في تأسيس هذا التصور ؟ الذي لا شك فيه
أنه ينبغي لنا عند هذه النقطة أن نناقش ما حدث منذ بداية القرن التاسع عشر
حول تصور التركيب الداخلي للمادة .

لقد جاء «دالتون» عالم الكيمياء في القرن التاسع عشر وتصور أن كل ما لدينا هو مجموعة من العناصر ، وأن قوام المادة جزيئات Molecules كل منها يتألف من ذرات قد تكون من ذات العنصر ، أو من عناصر أخرى (٢٩) مثال ذلك أن جزيئي الماء يتكون من ذرتين من الايدروجين وذرة واحدة من الأوكسجين ، ويمكن فصل أحدهما عن الآخر بالتحليل الكهربائي ، إلا أن ذرات كل من العنصرين لا تتغير «وليس قابلة للانقسام» (٣٠) . وهذا ما جعل دالتون يعتقد أن ذرات العنصر متشابهة وأن اختلاف الذرات من عنصر لآخر يرجع إلى اختلاف الوزن الذري لكل عنصر .

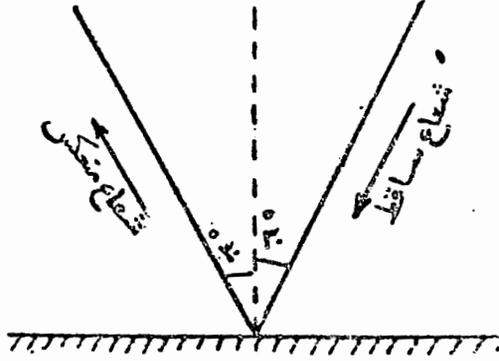
فكان دالتون قد قرر في متن أرائه الأساسية حول طبيعة الذرات ، أن هذه الذرات لا تنقسم بأي صورة من الصور . لكن سرعان ما اكتشف العلماء خواص جديدة فاكشفت خواص جديدة للذرة مع نهاية القرن التاسع عشر ومن أهمها خاصية النشاط الاشعاعي التي كشفت للعلماء أن بعض الذرات تتمتع بخاصية النشاط الاشعاعي وتنفذ ببعض جزيئاتها تلقائيا ، مما يثبت خاصية الانقسام ، وهذا ما كشف عنه التحليل الذري للمادة . فقوام الذرات الكبريتات وبرتونات . أما الالكترونات فتحمل شحنات كهربية سالبة ، على حين أن البروتونات تحمل شحنات موجبة ، وباطراد التطور العلمي اكتشفت مكونات أخرى داخل الذرة مثل البوزيترونات والنيوترونات والميزونات أو الهيرونات . ووجد أن بعض هذه المكونات يحمل شحنات كهربائية ، بينما البعض الآخر لا يتمتع بهذه الخاصية .

وقد اهتم علماء الفيزياء بالكشف عن طبيعة الذرة داخلياً ، هل توجد هناك ثمة حركة ، أم أن الذرة عالم استاتيكي ؟ لقد تبين للعلماء في هذه الفترة أن الكشف عن فكرة الحركة داخل الذرة لا بد وأن يكون من خلال مكوناتها ، والالكترتون أحد هذه المكونات ، بل أهمها تقريباً ، حيث يمكنه أن ينتقل من مدار إلى آخر دون أن يمر بمواضع متوسطة بين المدار الأول

الذى انتقل منه ، والمدار الثانى الذى انتقل اليه ، وأن حركة الالكترونات انما تكون على هيئة قفزات أو وثبات ، وهى ليست حركة متصلة . وهنا أمكن لعلماء الفيزياء النظرية أن يتصوروا وجود مناطق لا توجد فيها الكترونات لأن الانتقال من مدار إلى آخر يكون فى وثبات ، وهذا ما يتيح لنا أن نتصور وجود فاصل Interval بين المدار الأول والثانى يمكن قياسه .

وفى نفس الوقت تقريباً كانت الأبحاث العلمية تسير فى اتجاه آخر لتحاول الكشف عن طبيعة الضوء . هل الضوء مؤلف من جسيمات كما ذهب إلى ذلك نيوتن ؟ أم أنه مؤلف من موجات كما قال معاصره هوجنز ؟

لقد وجد نيوتن عالم الرياضيات والفيزياء من خلال أبحاثه فى الضوء والبصريات أن قوام الضوء جسيميات أو جزئيات ، وأن سرعة انتقال الضوء فى الأوساط الكثيفة أعلى من سرعته فى الأوساط الأقل كثافة . على حين ذهب هوجنز وهو من معاصريه إلى أن الضوء مؤلف من موجات وأنه ينتقل بسرعة أعلى فى الأوساط الأقل كثافة . وبطبيعة الحال فإن فرضى نظرية نيوتن وهوجنز لا بد وأن تنشأ عنهما تفسيرات مختلفة ، فلا يمكن أن نتوصل إلى نفس النتائج فى حالة الفرض الثانى إذا قبلنا الفرض الأول ، وهذا ما يتفق عليه العلماء ، لأن الفروض ذات التركيب المختلفة تؤدى إلى نتائج مختلفة ، ومع هذا فانه فى حالة نظريتي نيوتن وهوجنز وجد أن النتائج المترتبة على الفرضين واحدة . مثال ذلك إذا كانت لدينا مرآة مستوية وسقط عليها شعاع بزواوية مقدارها 30° ، فان هذا الشعاع ينعكس بزواوية مساوية لزواوية السقوط ، أى بزواوية مقدارها 30° أيضاً ، كما يبين الشكل الآتى :



المفروض أنه إذا توصلت النظرية الجسيمية إلى هذا التفسير ، فإن النظرية الموجية لا تتوصل إليه ، ولكن ما حدث أن توصلنا إلى نفس التفسير في حالة النظرية الأولى والنظرية الثانية ، وبطبيعة الحال فإن هذا الأمر يستدعي اجراء تجربة حاسمة Crucial experiment للفصل بين النظريتين وتقريب قبول أيهما ، وهذا ما أقدم عليه الفيزيائي المشهور « فوكو » Foucault في النصف الثاني من القرن التاسع عشر ، فقد صمم تجربة لاختبار نتيجتي الفرض الأول والثاني والمقارنة بين سرعة انتشار الضوء في الهواء والماء ، حيث استطاع أن يلتقط صورتين لنقطتين ضوئيتين منبعثتين من أشعة الضوء المار خلال الهواء والماء ، ومنعكستين على مرآة تدور بسرعة عالية . وقد أسفرت تجربة فوكو عن تأكيد صحة الفرض الموجي ورفض الفرض الجسيمى ، وبالتالي أدت إلى صياغة الفرض الموجي كنظرية تقوم على مجموعة من الفروض الخاصة بانتشار موجات الأثير من خلال البصرات ، استناداً إلى أن سرعة انتشار الضوء في الهواء أكبر منها في الماء .

لكن سرعان ما اكتشف عالم الفيزياء « ماكس بلانك » Plank ، منع مطلع القرن العشرين ، خطأ رأى فوكو ، وأثبت بالتجربة أن قوام الضوء فوتونات Photons وأن كل شعاع ، بما فيه الضوء يسير وفقاً للأعداد الصحيحة لوحدات أولية من الطاقة ، هي ما يطلق عليه الكوانتم

Quantum ، وأن قوام الطاقة كمات Quanta وما يعنيه الفيزيائي من الفوتون هو ذلك الجسم الموجود في كل شعاع ، فكأن الأنواع المختلفة من الأشعة ذات فوتونات خاصة بها، والمثال على ذلك هناك فوتونات لأشعة اكس ، وفوتونات أخرى للأشعة تحت الحمراء .. وغيرها - ومن ثم فالكوانتم هو ذرة الطاقة المتوقفة على طول موجة الشعاع الذي ينتقل به الكوانتم .

ووفقاً للتصورات الجديدة التي قدمتها النظرية الذرية بعد اكتشاف ظاهرة النشاط الاشعاعي (٣١) وتفتت الذرة تصبح الجسيمات المتناهية الصغر التي تقذف بها الشمس ليست سرى الذرات ، أو الطاقة energy الموجودة في كل جزء من أجزاء المادة ، وهو ما يعرف بالاشعاع المؤلف من فوتونات .

ولا شك أن اينشتين يؤيد النتائج التي توصل اليها بلانك والتي أصبحت موضعاً للتطبيق العملي ، فقد تبين أنه إذا سلب الفوتون على الذرة فإنها تضطرب وفتناً لكمية الطاقة الموجودة في الفوتون ، كما تبين أيضاً أن الفوتون في حركة مستمرة ، وأن سرعته تماثل سرعة الضوء .

لكن كما يرى رشنباخ (٣٢) فإن العلم لم يتوقف عند هذا الكشف ، فقد أمكن لعالم الفيزياء الفرنسي دي برولي (٣٣) Louis de Broglie أن يحسم الصراع بين نظريات الضوء مفاهيم الفيزياء ، حيث أكتشف من خلال تجاربه أن الضوء مؤلف من جسيمات وموجات معاً ، وهذا الكشف الجديد ممكنه من نقل الفكرة إلى ذرات المادة التي لم يفسرها أحد من قبله على أساس موجي ، فوضع نظرية رياضية يكون فيها كل جزيئي صغير من المادة مقترناً بموجة ، ثم قام شرودنجر بعد ذلك بوضع هذا الرأي في معادلة تفاضلية أصبحت الأساس الرياضي للنظرية الجديدة في الكوانتم . ومعنى ما ذهب اليه دي برولي هو ما يكشف عنه «ماكس بورن» من أن

الجسيمات الأولية لا تتحكم في سلوكها قوانين عليه ، وانما قوانين احتمالية من نوع مشابه للموجات فيما يتعلق بتركيبها الرياضى . وفى ضوء هذا التفسير لا تكون للموجات حقيقة الموضوعات المادية ، بل تكون لها حقيقة المقادير الرياضية ، وهذا ما جعل « هيزنبرج » يتوصل إلى أن هناك قدراً من الألتحديد بالنسبة للتنبؤ بمسار الجزيئى ، مما جعل العلماء يفسرون عالم الذرة على أساس احصائى ، لأن الحادث الذرى المفرد لا يتحدد بقانون على وانما يخضع لقانون احتمالى .

ان هذه النتائج التى توصلنا اليها من تحليل المادة وتحليل الضوء تتكامل مع بعض النتائج الأخرى التى توصل اليها العلماء فى مجال معرفتنا بالزمن خاصة بتلك النتيجة التى انتهى اليها العلماء من حركة الالكترتون وانتقاله فى وثبات لا اتصال بينها من مدار إلى آخر . لقد ركزت نظرية النسبية على دراسة هذه المسألة ، ومحاولة فهمها بصورة وثيقة ، يقول رسل « أن الأمر الهام بالنسبة للفلسفة ، فيما يتعلق بنظرية النسبية ، أنها حطمت الزمان الواحد الذى ينتظم الكون بأسره ، وقضت على المكان الواحد الدائم ، واستبدلت بهما الزمان - المكان . وهذا التعبير له جوانب متعددة ، حيث يغير فكرتنا عن تركيب العالم الفيزيائى جذرياً » (٣٤) . ومفهوم هذا الرأى - كما يرى رسل - أن الفيزياء الكلاسيكية زودتنا بفكرة هامة عن علاقة الترتيب الزمنى Time - order Relation التى أصبحت موضع اهتمام الفيزياء المعاصرة . هل يمكن لنا أن نقول أن حادثتين وقعتا معاً فى نفس الوقت ؟ إنه إذا ما كان لدينا شخصان الأول منهما يقف على مسافة بعيدة عن الثانى وليكن موقعها الشمس ، ومزود بمراة عاكسة للضوء ، وكان الثانى يتخذ موضعه على الأرض ويحمل مراة عاكسة أيضاً ، فإنه إذا ما قام الأول بإرسال إشارة ضوئية للثانى ، فإن هذه الإشارة لكى تصل إلى الذى يحمل المراة على سطح الأرض وترتد مرة ثانية إلى الأول فإنها فى هذه الحالة تستغرق حوالى أربع عشر دقيقة (وفق التقدير الحديث لسرعة الضوء) . ومن ثم فإن

ما يقع من حوادث للشخص الأول بعد ارسال الإشارة الضوئية ، وقبل أن ترد إليه ثانية لا يقع قبل أو بعد أو متزامناً مع ما يقع للشخص الثانى من أحداث حتى وصول الإشارة الضوئية اليه وارتدادها . وهذا ما يجعلنا نقول أنه لا مجال للحديث عن أزمنة متعاقبة فى موضعين مختلفين ، ذلك لأنه «لا يوجد زمان كونى واحد ، ومن ثم لا يمكننا أن نتحدث عن حالة العالم فى لحظة بعينها ، وبفس الصورة لا يمكننا أن نتحدث بغير غموض عن المسافة بين جسمين فى زمن معين ، لأننا إذا ما حسبنا الزمن بدقة لأحد الجسمين سيكون لدينا تقدير معين ، وإذا كان الزمن متعلقاً بالجسم الآخر كان لدينا تقدير آخر» (٣٥) . فكل من الجسمين إذن له ترتيب زمنى خاص به ، لا يمكن تحديده ما إذا كان جاء «مع» أو «بعد» أو «قبل» الترتيب الزمنى للجسم الآخر .

لكن آن لنا الآن أن نكشف عن هذه النتيجة الهامة : كيف نشأت نظرية النسبية ؟ وما هى البيانات الفيزيائية التى فرضت نفسها على العلم الفيزيائى وغيرت من ملامح الفيزياء الكلاسيكية ؟ وما هى النسبية وكيف يمكن تتبع التطورات العلمية التى أحدثتها فى معرفتنا بالعالم الفيزيائى ؟

نظرية النسبية :

لقد ذهب عالم الفيزياء الألمانى «البرت اينشتين» Einstein فى نص هام يعلق فيه على نظرية النسبية إلى تأكيد الرأى التالى :

إن الضرورة هى التى أدت إلى نشوء نظرية النسبية ، فضلاً عن التناقض الواضح الكامن فى النظرية القديمة والذى لم نستطيع التخلص منه بكل الطرق الممكنة . وتعزى قوة النظرية الجديدة إلى البساطة والدقة التى حلت بها هذه المشاكل مع استخدام فروض منطقية قليلة (٣٦)

وتأكيد مثل هذا القول من جانب عالم فيزيائي مثل اينشتين ينطوي على معان متعددة من أهمها أنه لم يكن هناك ما يدعو العلماء إلى القيام بمحاولات علمية للبحث عن نظرية أفضل لتفسير طبيعة العالم الفيزيائي ، ذلك لأن فيزياء نيوتن ، أو ما نطلق عليه أحياناً الميكانيكا الكلاسيكية بصفة أخص كانت مألوفة للعلماء والباحثين فضلاً عن المجالات التطبيقية المتعددة التي شملها ، ولكن ظهرت بينات فيزيائية جديدة أمام العلماء تتناقض والفيزياء الكلاسيكية من حيث النظر أو التطبيق : كشفت طبيعة الفيزياء الكلاسيكية عن تناقضات صارخة جعلت العلماء يهتمون بالبحث عن أوجه النقص والقصور فيما لديهم من البناء النظري Theoretical Structure حتى يمكن التخلص منها أو تعديل النظرية بحيث تتلاءم مع البيانات الجديدة ، إلا أنه تبين للعلماء أن البناء يحتاج إلى إعادة بناء حتى يتسق التفسير النظري مع البيانات الجديدة وهنا يبدو مظهر الضرورة الذي يتحدث عنه اينشتين ، ذلك المظهر الذي دفع بالنظرية الجديدة إلى حيز الوجود طفرة واحدة - بعد ما شوهد من البنات - فأمكن عن طريقهما تفسير الواقع الفيزيائي بصورة أفضل ، ومن ثم بدت النظرية الجديدة متماسكة وبسيطة لكونها استندت إلى عدد قليل من الفروض الدقيقة والموجزة .

وقد يبدو من المناسب بمكان أن نشير إلى أن الناس عادة يعتقدون أن نظرية النسبية تحتاج فهماً وتركيزاً أشد من الفيزياء الكلاسيكية ، وهم في كثير من الأحيان يصفون عليها صفة تجعلها صعبة الفهم شديدة التعقيد ، وهذا الاعتقاد ليس له ما يبرزه ، لأن عادات الناس واعتقاداتهم لازالت تستند إلى الأساليب التقليدية التي تتحكم في تفكيرهم وتجعلهم يقفون عند نقطة معينة لا يمكن تجاوزها ، ولكننا آثرنا أن نقدم الجوانب المتعددة لتفكير المنظرين العلميين ، ونقارن بينها ، لنقف على المنجزات العلمية الحقيقية في ميدان فلسفة العلوم . ولهذا السبب فسوف نقرب الصورة إلى ذهن القارئ من خلال الأمثلة والبيانات المشاهدة في الحياة اليومية .

لقد أشرنا منذ برهة إلى «البيئات» التي ظهرت أمام العلماء . ما هي هذه البيئات ؟ وما هي علاقتها بالتناقض الذي يذكر اينشتين أنه اكتنف التفسير الفيزيائي الكلاسيكي ؟ وكيف أمكن لهذه البيئات أن تسهم في تأسيس البناء النظري لفيزياء معاصرة تستند إلى النسبية ؟

مقدمات نظرية النسبية :

يمكن لنا ادراج البيئات التي ظهرت أمام العلماء في مقولتين أساسيتين : الأولى بيئات فلكية ، والثانية بيئات فيزيائية . وبطبيعة الحال فإن هذه البيئات لم تظهر في فترة زمنية واحدة ، وإنما ظهرت في فترات زمنية مختلفة ، وأدى الربط بينها إلى الافادة منها .

(أولاً) البيئات الفلكية :

توافرت بعض البيئات الفلكية الهامة لدى العلماء منذ القرن السابع عشر وحتى نهاية القرن التاسع عشر . فنحن نعلم أن كبار عالم الفلك حدد قوانين الفلك منذ بداية القرن السابع عشر ، وجاء جاليليو الفيزيائي الرياضي وحدد شكل حركة الأجسام الساقطة على سطح الأرض ، ثم جاء نيوتن واستطاع بتفكيره العبقري أن يربط حركة الكواكب في السماء بحركة الأجسام الساقطة على سطح الأرض ، فيما عرف باسم قانون الجذب العام ، أو قانون التربيع العكسي الذي ينص على أن « كل جسمين في الكون يتجاذبان بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتليتهما وعكسياً مع مربع المسافة بينهما » فإذا كانت المسافة r وقوة الجذب المتبادل بين كوكب m مثلاً والشمس M ، وكانت Y تمثل ثابت التجاذب العام F تمثل القوة المركزية الجاذبة لكوكب ، فإن المعادلة الآتية تعبر عن قانون الجذب العام :

$$F = \frac{yMm}{r^2}$$

ومنذ أن وضع هذا القانون أصبحت قوانين كبلر الثلاثة وقوانين سقوط الأجسام بمثابة نتائج له ، وقد وجد العلماء أن هذا القانون ينطبق على كثير من الظواهر الطبيعية ، فهو ينطبق على التجاذب بين أجزاء المادة ، كما ينطبق على التجاذب بين الإلكترونات ونواة الذرة ، وتخضع له الظواهر الكهربائية والمغناطيسية (ويعرف في هذه الحالة بقانون كولمب) حيث إذا وجدت شحنتان كهربيتان ش ، ش' مختلفتان في النوع على مسافة ولتكن م ، نشأت بينهما قوة تجاذب تخضع لقانون التربيع العكسي . كذلك اتضح لعلماء الفيزياء أن ظواهر انتشار الضوء والصوت تخضع خضوعاً مباشراً لذات القانون ، فشدة الضوء مثلاً في نقطة ما تتناسب عكسياً مع مربع بعدها عن مصدر الضوء .

الآن الفيزيائي الدانمركي رومر Olaf Roemer تبين في عام ١٦٧٥ ظاهرة فلكية لا تخضع للقانون بصورة مباشرة . فمن المعروف أن لكوكب المشتري أقماراً تدور حوله ، ومن بين هذه الأقمار أربعة يمكن رؤيتها باستخدام التلسكوب العادي ، ومن ثم فانه إذا دخل أحد أقمار المشتري في ظل المشتري حدث لهذا القمر خسوف ، لأن ضوء الشمس لا يصل إليه . وكل قمر من هذه الأقمار يكمل دورته حول كوكب المشتري في فترة زمنية معينة ، ولهذا السبب ذاته لا بد وأن يكون خسوف القمر في فترات زمنية منتظمة بحيث تأتي الفترة الواقعة بين الخسوف السابق والخسوف اللاحق مساوية تماماً لكل فترة أخرى يحدث فيها بين خسوف سابق وآخر لاحق تالين ، إلا أن الملاحظة الفلكية الدقيقة كشفت للفلكي « رومر » أن هذه الفترات غير منتظمة ، ورصد في ذلك الحالتين ، أولهما حالة اقتراب الأرض من المشتري ، وفيها تزايد الفترة الزمنية ، وكان لا بد وأن يقدم « رومر » تفسيراً لهذه الظاهرة التي عزاها إلى أن سرعة الضوء في الفضاء محدودة ، وهذا ما يوضح أن اللحظة الزمنية التي يحدث فيها الخسوف فعلاً تختلف

عن اللحظة الزمنية التي نشاهد فيها هذا الخسوف ، فإذا افترضنا أن اللحظة الزمنية التي حدث فيها الخسوف هي Z ، وأن اللحظة الزمنية التي شوهد فيها ذلك الخسوف هي Z_1 ، فإن الفارق بين Z_1 ، Z — أي ($Z_1 - Z$) يمثل الفترة الزمنية المطلوبة لكي يصل فيها الضوء من المشتري إلى الأرض. وبناء على أن المسافة بين الأرض والشمس والمشتري أثناء حركة دوران الأرض والمشتري حول الشمس ليست ثابتة — أي متغيرة — بسبب الحركة فلا بد وأن تكبر الفترة الزمنية بين خسوفين متتاليين مختلفة ، وبناء على هذا التفسير أمكن تقدير سرعة الضوء بصورة دقيقة (٣٧) . وقد أمكن للعالم الفلكي الإنجليزي «برادلي» أن يحصل بعد ذلك على نفس التقدير الذي حصل عليه رومر بعد حوالي نصف قرن من الزمان ، حيث أمكنه قياس سرعة الضوء من خلال دراسته لظاهرة الزيغ Aberration (٣٨) .

ثم توالت التجارب بعد ذلك حول تقدير سرعة الضوء وتوصل علماء الفيزياء إلى أن الضوء ينتشر بسرعة قدرها ٣٠٠,٠٠٠ كم / ث أو ١٨٦,٠٠٠ ميل / ث ، وقد أمكن للانجليزي الهولندي «دي ستر» أن يثبت أن سرعة الضوء لا تتأثر بحركة المصدر الضوئي . وعند هذا الحد وقعت الفيزياء الكلاسيكية من وجهة نظر النسبية في مشكلات ، يقول اينشتين «اننا باحتصار مدعون إلى أن نسلم مع أطنال المدارس بقانون ثبوت سرعة انتشار الضوء (في الفراغ ج . من كان يتخيل أن هذا القانون البسيط قد أوقع علماء الفيزياء، أمعاء التفكير في أكبر المأزق الفكرية» (٣٩) . والمأزق أو العضلات التي يتحدث عنها اينشتين يمكن الوقوف عليها بدقة من خلال معرفة البيانات الفيزيائية التي تتكامل مع البيانات الفلكية لتشكيل محور الثورة في الفيزياء المعاصرة .

ثانياً) البيانات الفيزيائية :

في منتصف القرن التاسع عشر استطاع الفيزيائي «فيزو» (٤٠) Fizeau أن يصمم تجربة تقيس سرعة الضوء أرضياً ، فبين أن هذه السرعة حوالي

٣٠٠ ألف كيلو متر / ث تقريباً ، وقد كررت نفس التجربة عدة مرات من جانب آخزين وتوصلوا لنفس النسبة تقريباً ، ومن أهم من قاموا باجراء التجربة «فوكو» Foucault الذى أجرى التجربة فى حيز ضيق مع اجراء بعض التعديلات .

وانته «ميكلسون - مورلى» Michelson - Morley فى عام ١٨٨١ لاجراء تجربة يتحققان بها من فرض الأثير الساكن (٤١) ، وقد انصب محور التجربة على ايجاد الزمن الذى تستغرقه الموجات الأثيرية فى الانتقال من نقطة لأخرى فى المعمل ، وتم اختيار موجات الضوء المرئى من بين الموجات الأثيرية لتكون موضعاً للتجربة . إنه إذا كان الأثير ساكناً فسوف توجد حركة نسبية بين الأثير والأرض ، وبالتالي فإن الزمن الذى يستغرقه الضوء يتوقف على اتجاه سيره ، بمعنى أنه إذا كان الضوء يتجه شرقاً والمعمل الذى تجرى فيه التجربة يدور شرقاً نتيجة لحركة دوران الأرض حول محورها ، فإن الزمن الذى يصل فيه الضوء إلى المشاهد فى هذه الحالة لا يساوى زمن الضوء المتجه إلى مشاهد آخر يقف فى عكس اتجاه حركة دوران الأرض ، فالحركة إما أن تساعد الموجة الضوئية فى سيرها أو تعوقها ومن خلال التجربة العملية اتضح للعالمين أنه لا يوجد فارق جوهري بين الزمنين نظراً لأن سرعة الضوء أكبر من سرعة دوران الأرض حول محورها ومن ثم استنتجوا عدم صحة الفرض القائل بوجود الأثير الساكن (٤٢) بناء على النتيجة السلبية للتجربة .

وقد استطاع الفيزيائى « فينر جيرالد » Fitzgerald تفسير النتيجة السلبية لتجربة «ميكلسون - مورلى» ، فقد افترض فى عام ١٨٩٢ (٤٣) ما يسمى بفرض الانكماش Contraction القائل بأنه إذا تحرك جسم فى الأثير فإنه ينعكس فى اتجاه حركته بنسبة تزداد بازدياد سرعته . وقد تبين أن الجهاز الذى استخدم فى التجربة قد انكمش فى الاتجاه الموازى لحركة

الأثير : ويترتب على هذا أن الزمن المطلوب لحركة الضوء في الاتجاه ذاته ينقص ، ويصبح مساوياً تماماً لزمن الحركة العمودية Perpendicular على اتجاه تيار الأثير . وقد اتضح أن تفسير فيتزجيرالد له بيانات تؤيده خاصة إذا نقل إلى مجال التفسير الذى للمادة وطبق على حركة الالكترونات ، فالالكترون ينكمش حين يتحرك في اتجاه حركته تحت تأثير القوى الكهربائية المؤثرة عليه .

وظاهرة التقلص أو الانكماش التى كشف عنها فيتزجيرالد كانت من الظواهر الهامة التى درستها نظرية النسبية . وحتى نعرف ما الذى قدمته نظرية النسبية للعلم علينا أن نتبع بدقة هذه النظرية فى مولدها ونشأتها ، وتفسيراتها . والظواهر التى قامت لتفسيرها ، وكيف تسنى للعالم الفيزيائى البرت اينشتين (٤٤) أن يقدم هذه النظرية بشقيها كتصور أفضل للعالم الفيزيائى والفلكى معاً .

تصورات فيزياء النسبية :

والآن حان الوقت لأن نقدم نظرية النسبية والتصورات التى تقوم عليها بعد أن استعرضنا فى عجالة مجهودات اينشتين حتى ظهور النسبية العامة إن أول الأفكار التى تقوم عليها نظرية النسبية الخاصة هى تلك الفكرة المألوفة عن الزمان والمكان ، فالاعتقاد الكلاسيكى كان يثبت أن حادثتين فى مكانين متباعدين وقعتا فى زمن واحد ، ومن ثم فإنه بالامكان وصف وضع الكون فى لحظة معينة بصورة مكانية بحتة . لكن النسبية وجدت أن هذا التصور لا يمثل الصواب ، لأن الدقة المطلوبة لا بد وأن يتم التعبير عنها فيما نسميه متصل «المكان - الزمان» ، وهذا ما يمكن أن يصوره المثال الآتى : افترض أن حادثتين معينتين وقعتا لى ، وفى ذات الوقت انبعثت منى ومضة ضوئية فى اتجاهات متعددة ، فأى شىء يحدث لأى جسم بعد أن وصله الضوء من المومضة يكون على وجه الدقة بعد حدوث الحادثتين فى أى نظام

معمول به لحساب الزمن . وأى حادثة حدثت في أى مكان واستطيع أن أراها قبل أن تقع لى الحادثة ل هى بكل تأكيد حدثت قبل الحادثة ل فى أى نظام معمول به لحساب الزمن. لكن أى حادثة حدثت فى الزمن المنقضى بينهما ليست بكل تأكيد قبل أو بعد الحادثة ل . فاذا افترضت أنه بإمكانى مشاهدة شخص فى الشعري ايمانىة ، ويمكن لهذا الشخص أن يرانى ، إذن فكل مايفعله وما أشاهده قبل أن تحدث الحادثة ل لى هو بكل تأكيد قبل حدوث ل . وكل ما يفعله بعد أن رأى الحادثة ل هو بالتحديد بعد ل . لكن مايفعله يكون قبل أن يرى الحادثة ل ، ولكننى أراه بعد أن حدثت الحادثة ل وهذا بالتحديد ليس قبل أو بعد ل . وطالما أن الضوء يستغرق سنين طويلة ليصل من الشعري ايمانىة إلى الأرض ، فان هذا يحدد لنا فترة من السنين ضعف الوقت فى الشعري ايمانىة ، وهذه الفترة يمكن أن نطلق عليها «معاصره» للحادثة ل طالما أن هذه السنين ليست قبل أو بعد الحادثة ل (٤٣) .

من هذا المثال يتبين لنا أنه إذا أردنا أن نتوصل إلى تفسير موضوعى للحوادث الفيزيائية فلا بد وأن نعين التاريخ الذى ننظر فيه إلى الجسم ، لأن زمان ومكان حادثة ما فى نظام تسجيلى مشاهد ، يختلف عن زمان ومكان نظام آخر نعينه لمشاهد آخر ، وهذه الفكرة تعد فى صميمها المنطلق الأساسى للنسبية الخاصة . ولكن كيف يمكن لنا تفسير هذه المسألة بصورة أكثر موضوعية ؟

نعلم أن التفسير النيوتونى ساد العلم الكلاسيكى ، وكان معمولاً به لفترة طويلة إلى أن ظهرت النسبية الخاصة . وعلى سبيل المثال فإننا إذا نظرنا للشحنات من حيث هى تحمل كهرباء ، فاننا نقول ان الشحنتين الكهربيتين يجذب الواحدة منها الأخرى إذا كانت الأولى تحمل شحنة كهربية مخالفة للثانية . أما إذا كانتا من نفس النوع فانهما تتنافران وفى الحالتين الأولى والثانية فإن قانون التربيع العكسى ينطبق عليهما انطباعاً تاماً ، حيث تختلف القوة وفقاً لعكس مربع المسافة . وكان فاراداي أول

من أثبت تأثير الوسط بين الشحنتين ، ثم جاء ماكسويل وحاول تحديد المسألة في صورة رياضية من خلال تجارب فاراداي ، ونتيجة لهذا اعتقد العلماء أن الضوء ظاهرة كهرومغناطيسية تتألف من موجات كهرومغناطيسية ، وبالتالي أمكن اعتبار الوسط الذي تنتقل فيه الموجات الكهرومغناطيسية هو الأثير . وأصبح هذا التفسير أكثر واقعية بعد التجارب التي قام بها هرتس وحاول من خلالها إنتاج موجات كهرومغناطيسية أصبحت أساس عمل الطغراف اللاسلكي . وقد ظل هذا التفسير سائداً إلى أن ظهرت مجموعة من الوقائع الفيزيائية الجديدة . (٤٤)

لقد حاول اينشتين في عام ١٩٠٥ أن يقدم تصوراته الجديدة لنظرية النسبية الخاصة بصورة يمكن للعالم الفيزيائي أن يعمل من خلالها ، وقد أتت هذه المحاولة من جانب اينشتين في أعقاب ما اكتشفه هو وغيره من العلماء من النتيجة السلبية التي اسفرت عنها تجربة ميكلسون مورلي ، ولهذا وضع اينشتين تصورين أساسيين :

التصور الأول : أن قوانين الطبيعة بما فيها قوانين الديناميكا ، لا بد وأن تبقى هي ذاتها بالنسبة لكل المراقبين التصوريين اللذين يتحركان الواحد منهم بالنسبة للأخر بسرعة ثابتة . وهذا التصور يسمح لنا بالتعبير عن قوانين الفيزياء بحيث لا تتغير عندما تنتقل من مشاهد إلى آخر . كذلك أمكن استخدام هذا التفسير في الجانب الفيزيائي خاصة الظواهر الكهرومغناطيسية من خلال معادلات ماكسويل ، ذلك لأن المشاهدين المختلفين يتوصلون إلى نتائج مختلفة ومتباينة تماماً ، ولما كانت معادلات ماكسويل تحتوي على سرعة الضوء c ، فإن هذا يعني أن عدم تغيرها عند الانتقال من محاور قصورية إلى أخرى هو أن سرعة الضوء ينبغي أن تظل ثابتة .

التصور الثاني : سرعة الضوء كمية ثابتة بالنسبة لجميع المشاهدين بدون النظر إلى حالتهم الحركية من مصادر الضوء ، فهذه الكمية ثابتة ولا تعتمد

على حركة المشاهد أو المحاور . فاذا كنت أشاهد نجمين يدوران حول نقطة مشتركة في مدار واحد، حيث في كل دورة يبتعد أحدهما عندما يقطع نصف دوره ويقترب منا في نصف الدورة الثانية ، فإنه إذا افترضنا أن سرعته المدارية V وسرعة الضوء C ، فانه يترتب على هذا أن سرعة الضوء الصادر من النجم في ذهابه هي $C - V$ وسرعة في ارتدائه هي $C + V$ ، ومن ثم فإن الفارق بين الذهاب والارتداء هو $2V$

انه بناء على التصور الأول والثاني تصبح التحويلات الجاليلية غير صحيحة ، لأن المشاهدين يستخدمون نفس الزمن ، أو بمعنى آخر يمكن القول بأن القياسات الزمنية لا تعتمد بصورة أساسية على حركة المشاهد ، وهذه الفكرة تعتبر ثورة حقيقية في الفيزياء المعاصرة .

إن المتبع لنظرية النسبية وما أحدثته من تطورات جذرية في فلسفة العلم ومنطقه يجد أن المسألة تترد بصورة أساسية لفكرة النظام Order والترتيب Arrangement إذ أن العالم بدون ترتيب أو نظام تعمه الفوضى وتختلط فيه المفاهيم ، ومن ثم يصبح من المتعذر التوصل لمعيار شبه دقيق للحقيقة الاستمولوجية ، هذا فضلا عن اختلال معايير الحكم على الأشياء مما يجعل العقول تقع في حيرة واضطراب ، ولذا لم تكن نظرية النسبية أو الاكتشافات الأينشتينية سوى إعادة ترتيب لنظام الأشياء ، وتحديد دقيق لمسار المعرفة ، وهذا ما يبدو لنا بوضوح في جوانب النظرية الأساسية ، فالنظرية تثبت نسبية الزمان حيث الزمن يختلف باختلاف المحاور المرجعية ، أو بمعنى أدق ، يختلف الزمن باختلاف مواقعنا . ويترتب على هذا أن المسافة أيضاً سوف تختلف ، بمعنى أن المقاييس التي نستخدمها لقياس الأشياء لن تكون صحيحة بصفة مطلقة لاختلاف موضع القياس من الزمن . ويترتب على هذا أيضاً اختلاف وحدات الزمن المحلي أو نسبية الوحدة الزمنية ، ونسبية السرعات بالنسبة للمشاهد ، وتغير ملازم بين الكتلة والسرعة .

١ ، ب على القطار ، ومن ثم فإنه بمجرد حدوث ومضة البرق نجد أن النقطة و تتفق مع و وتتحرك بسرعة ع تمثل سرعة القطار. انه بالنسبة لراصد جالس في و في القطار ولا يتحرك بالسرعة ع فإنه سيبقى دائماً في و وسيصل اليه شعاعاً الضوء من ا ، ب في نفس الوقت حيث يلتقيان في نقطة تمثل الموضوع الذي يجلس فيه ، الا أنه في الواقع يندفع في اتجاه شعاع الضوء الصادر من ب بينما يتبعد عن شعاع الضوء الآتي من ا ، ومن ثم فإن الراصد سوف يشاهد الشعاع الصادر من ب قبل الشعاع الصادر من ا ، وهنا تصل إلى النتيجة الهامة الآتية :

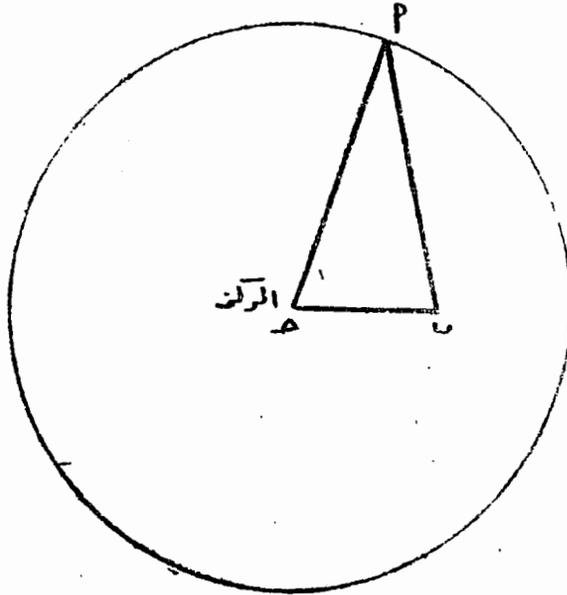
نحن نشعر بأن الحادثتين يكونان متزامنين إذا كانت الأشعة المضيئة التي تنبعث عن وجودهما والتي يفترض اتحاد طولها ، تصل معاً إلى الملاحظ . على أن الحادثين المقترنين في نظر ملاحظ معين ، ليسا كذلك في نظر ، ملاحظ آخر متحرك بالنسبة اليه ، إذ أن أحدهما يذهب لمقابلة الضوء ، أو يتبعد عنه ، أما الآخر فينتظره (٤٦)

٢ - نسبية المسافة :

وبناء على خاصية التزامن السابق تقريرها ، فإنه لا بد لنا وأن نعالج فكرة المسافة بين حادثتين ، لأن هذه الفكرة تتصل بفكرة الزمان . فإذا افترضنا أن لدينا الجسم ا والجسم ب كل منهما يتحرك بالنسبة للأخر ، فإن المسافة بين الجسمين ستتغير باستمرار ، بحيث انه لا يمكننا أن نتحدث عن المسافة بين الجسم ا والجسم ب الا في وقت محدد بالذات . افترض انك مسافر بالقطار إلى القاهرة ، فانت تستطيع أن تتحدث عن المسافة بينك وبين القاهرة في وقت محدد بالذات . لكن إذا كان لدينا عدد من المشاهدين المختلفين فان كل واحد منهم سوف يصدر كلمات مختلفة فيما يتصل بنفس الوقت لحادثه معينة حدثت في القطار وحادثة وقعت في القاهرة ، ومن ثم

فإن قياس المسافة نسبي بنفس الصورة. التي تكشف لنا في الزمان. وعادة ما نعتقد في وجود نوعين منفصلين من الأبعاد بين حادثتين ، أما البعد الأول فهو بعد في المكان ، وأما الثاني فيبعد في الزمان . بين رحيلك عن الامكنة كنندرية ووصولك إلى القاهرة ٢٢٠ كيلومتراً وساعتين وثلاث .

الواقع اننا في حياتنا اليومية كثيراً ما نقيس الأطوال بطريقتنا المألوفة وهي استخدام المسطرة مثلاً أو أى مقياس آخر متعارف عليه . ونحن في الفترة الزمنية التي نستخدم فيها المسطرة للقياس فإن المسطرة تعد بمثابة الطول المناسب فقط ، أو بمعنى آخر هي الطول كما تحدده المشاهد الذي يشارك في حركة الجسم . ولكن ماذا عن قياس جسم في حركة مستمرة ؟ هل يمكن لنا أن نحدد طول هذا الجسم تحديداً تاماً ؟ افترض أن الجسم المراد قياسه يتحرك بالنسبة لنا ، وأن هذا الجسم يتحرك مسافة ولتكن ب ج في ثانية واحدة . وافترض أيضاً أننا رسمنا دائرة حول النقطة ج كما في الشكل الآتي :



بحيث يكون نصف قطر الدائرة المسافة التي يقطعها الضوء في ثانية واحدة. نرمم من ج الخط ج ا العمودي على ب ج والذي يلتقي بمحيط الدائرة في النقطة ا . ومن ثم تكون المسافة ا ج هي المسافة التي يقطعها الضوء في ثانية واحدة . وكذلك تكون نسبة ج ا إلى ب ج هي نسبة سرعة الضوء إلى سرعة

الجسم ، ونسبة ج إلى ج ب هي النسبة التي تتغير بها الأطوال الظاهرة نتيجة للحركة ، ومن ثم فإنه إذا حكم المشاهد بأن نقطتين في خط الحركة على الجسم المتحرك يبعدان بمسافة يمثلها الخط ج ا ، فإن شخصاً يتحرك مع الجسم سيحكم بأن النقطتين على مسافة يمثلها الخط ج ا ، والحركة لا تتأثر بالمسافات الموجودة على الجسم المتحرك والتي تكون على زوايا قائمة بالنسبة لخط الحركة ، ومن ثم فإن المشاهد الذي يتحرك مع الجسم إذا قام بقياس الأبعاد بالنسبة لجسم المشاهد السابق فإن هذه الأبعاد سوف تتغير بنفس النسبة كما أنه إذا كان الواحد منهما يتحرك بالنسبة للآخر فإن الأطوال التي سيتوصل إليها كل واحد سوف تبدو أقصر بالنسبة إلى المشاهد الآخر، وعلى هذا النحو فإنه كما يذهب إلى ذلك بول موى فإن :

قياس المسافة يفترض التزامن ، لأن قياس مسافة ما ، هو العمل على انطباق طول محدد من قبل ، على طول ، معطى لنا ، على أن هذا يفترض أنه متى انطبق الطولان في طرف فأنهما ينطبقان في الطرف الآخر في نفس اللحظة .
وإذن فالمسافة نسبية هي الأخرى باعتبار الملاحظين ، وذلك على الأقل بالنسبة إلى المسافة الطولية ، أى في اتجاه حركتهما النسبية .
فالموضوع إذن يتغير شكله بالنسبة إلى الملاحظ الذي يراه من مركز خارجي ، وينكش في نظره في اتجاه الطول» (٤٨)

وهذه هي النتيجة الثانية التي أفضت إليها نظرية النسبية ، بعد أن تقدم فيتزجيرالد بفرضه الأساسى عن التقلص أو الانكماش كتفسير مقبول للنتيجة السلبية لتجربة ميكلمون -- مولى .

٣ - نسبية الزمان (الزمن المحلى)

تصور أنك ركبت القطار من مدينة الاسكندرية ، وتصور أنه بدلا

من أن يسير القطار على قضبان السكة الحديدية تحرك بسرعة ١٨٦,٠٠٠ مل /ث - أى بسرعة الضوء - في الوقت الذي كانت عقارب الساعة تشير إلى الساعة الثانية عشر تماماً ، منطلقاً إلى المدينة التي تقصدها وتقع على مسافة ١٨٦,٠٠٠ ميل . إذن فسوف تصل إلى المدينة التي تقصدها بعد ثانية واحدة (وهو الزمن اللازم ليمتطع به شعاع من الضوء هذه المسافة في ثانية واحدة) . فإذا انطلق شعاع من الضوء من ساعة موجودة في محطة الاسكندرية ليقتصد المدينة التي تقع على المسافة المذكورة ، فإنه سيصل في نفس الوقت معك . ولكنه نظراً لأنك تسير بسرعة الضوء فأنك كراكب في عربة القطار لا تشعر بمرور الوقت ، ولكن الواقف على رصيف الاسكندرية قرأ ساعة المحطة التي سجلت عقاربها الثانية عشر وثانية واحدة . بمعنى آخر فإن الوقت يمضي بصورة مختلفة بالنسبة لك في عربة القطار وبالنسبة للواقف على رصيف محطة الاسكندرية . ومن ثم فإنه لا يوجد ما يمكن أن نسميه بالوقت العالمى . وهكذا فإن الحقيقة التي تحصل عليها بالنسبة للزمن والمسافة والسرعة والكتلة ليست هي القيم التي يحصل عليها أى شخص آخر . على الرغم من أنك في عربة القطار تكشف نفس القوانين ، ونفس العلاقات بين الزمن والمسافة ، كما يكتشفها أى انسان آخر في أى مكان ، والقيمة الوحيدة التي تظل دائماً واحدة بالنسبة لكل انسان هي قيمة سرعة الضوء ، وعلى هذا فإن :

الزمن الفيزيائى يقاس بواسطة «الساعات»
 في علاقتها بظواهر محددة بدقة (كحركات
 الافلاك ، واهتزازات ضوء ذى لون واحد)
 فكل ساعة تتخذ الثانية مثلاً وحدة زمنية ،
 والثانية هي الوقت الذى يعبر فيه الضوء
 ٣٠٠,٠٠٠ كيلو متراً ولما كانت المسافة نسبية
 باعتبار الملاحظين ، فإن الثانية ، نسبية هي

الأخرى . فعندما يكون أحد الملاحظين متحركاً بالنسبة إلى الآخر ، فإن الثانية التي يعترف بها تبدو أطول من اللازم في نظر الملاحظ الآخر» (٤٩) .

٤ - نسبية السرعات :

أنه طالما ان الزمن نسبي ، فمن الطبيعي أن يكون مختلفاً بالنسبة لملاحظ ما عن آخر . ويترتب على هذا أن الملاحظون المختلفون لا يحددون للسرعات نفس القيمة .

٥ - تغير الكتلة مع السرعة :

وما دامت السرعة نسبية فانه إذا كان لدينا ملاحظ يقرر لنا أن كتلة جسم ما في محاوره هي m_1 ، فان ملاحظ آخر يقول أن كتلة الجسم ليست m_1 وانما m ، وهذا ما كشفت عنه تحريلات لورنتز من خلال المعادلة الآتية

$$m = \frac{m_1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

مما يعني أن كتلة الجسم تزداد مع السرعة وتقترب قيمتها من اللانهاية في الحالة التي تقترب فيها سرعتها من سرعة الضوء .

من كل هذا يتضح لنا أن نظرية النسبية كشفت عن حقيقة المفاهيم التي اعتقد الانسان فيما مضى أنها مطلقة ، لقد أصبح معظمها نسبياً ، وتبين أنه لا توجد لدينا أية أسس منطقية أو علمية تجعلنا نفترض محاور مرجعية معينة ونتخذها دون غيرها للقياسات المكانية والزمانية ، ذلك لأن كل ملاحظ يعتقد أن محاوره هي الحقيقية وأن المحاور الأخرى ظاهرية . هكذا يمكن القول أنه ليس هناك سكون مطلق أو حركة مطلقة .

الهوامش

(1) Newton, I., *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, trans. by A. Motte, revised by F. Cajori, University of California Press, 1969, Scholium II.

(٢) د. محمد على أبو ريان ، تاريخ الفكر الفلسفي ، أرسطو ، ص ٩٦ .

(٣) المرجع السابق ، الموضوع السابق .

(٤) أرسطو ، الطبيعة ، ترجمة أسحق بن حنين ، تحقيق عبد الرحمن بدوي ، الدار القومية للطباعة والنشر ، القاهرة ، ١٩٦٤ ، ص ٢٧٨ ، ٢٠٩ أ .

(٥) د. محمد أبو ريان ، المرجع السابق ، ص ٩٧ - ص ٩٨ .

(٦) أرسطو ، الطبيعة ، تعليق على مقالة أرسطو ، شرح يحيى النحوي الإسكندراني ، ص ٢٩٠ .

(٧) د. محمد على أبو ريان ، المرجع السابق ، ص ٩٨ .

(٨) يوسف كرم ، تاريخ الفلسفة اليونانية ، ص ١٤٢ .

(٩) المرجع السابق ، الموضوع السابق .

(10) Burnet, J., *Early Greek Philosophy*, 2nd. ed. London. 1920, P. 389.

وايضا

Bailey, C., *The Greek Atomists and Epicurus*, Oxford, 1928, P. 76.

(11) Locke, J., *An Essay Concerning Human Understanding*, Book II. xxvii.

(12) Bergson, H. *Essai sur données immédiates de la Conscience*, Paris, 1889, English translation, *Time and Free Will*, by F. L. Pogson, New York, Macmillan, 1910, P. 95.

(13) Russell, B., *Essay on the Foundation of Geometry*, the original edition, 1897, Dover, 1956, P. 51.

(14) Ibid, P. 49.

(15) Russell, B., *Principles of Mathematics* P. 465.

(16) Maxwell, J. G, *Matter and Motion*, Dover, 1953, 1st ed. 1877, Ch. 1, & 18.

(17) Euclid., *The Elements of Euclid*, ed. by Todhunter, 1., intro. by Heath, Everyman's Library New York, Dutton, 1939, Book 1,P.6.

(18) Ibid, Book. 1. PP. 1 — 4.

(19) Ibid, Book. 1.P.5.

(٢٠) دكتور محمد ثابت الفندى ، فلسفة الرياضة ، دار النهضة العربية ، بيروت ،
الطبعة الأولى ، ١٩٦٩ ، ص ٤٨ .

(21) Newton, I., *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Scholium I.

(22) Mathematical Works of Issac Barrow D.D., Wheel edition, Cambridge, 1860, Vol. II, 160 FF.

(٢٣) عبد الرحمن بدوى ، الزمان الوجودى ، مكتبة النهضة المصرية ، القاهرة ،
١٩٤٥ ، ص ٨٩ .

(٢٤) المرجع السابق ، الموضوع السابق .

(25) Russell. B., "Is Position in Space Absolute or Relative", Mind, Vol, X, 1901, P. 294.

(26) Russell, B., The Principles of Mathematics, P. 465.

(27) Barrow, I, Op. Cit., lecture "on Space and Impenetrability". quoted by G. Windred, in "The History of Mathematical Time" Vol, XIX, 1933, especially PP. 126 — 136.

(28) Bergson, H., *Time and free will*, New York, Macmillan, 1910, P. 88.

(٢٩) التصور الكلاسيكى كان ينظر للمادة على أنها فى نوعين : النوع الأول يتمثل فى الجسيمات التى لاتتنجزأ إلى ماهو أبسط منها، وهذه هى العناصر elements والنوع الثانى يشير إلى الجسيمات التى تتجزأ وهى المركبات Compounds مثال ذلك أن الماء مركب لأنه بالتحليل ينحل إلى الايدروجين والأكسجين أما الحديد والرصاص فانه لا يمكن تحويلها بأى طريقة من الطرق الكيميائية أو غيرها إلى ماهو أبسط منها. وأصغر أجزاء العنصر هو مايعرف بالذرة Atom على حين أن أصغر أجزاء المركب هو الجزيئى Molecule . فالجزيئى أكبر من الذرة . وفى ضوء هذا التصور تمت صياغة للفرض للقائل بأن للعنصر الواحد يتكون من جسيمات متماثلة هى ذرات ذلك العنصر ، وتتكون المركبات من جزئيات مؤلفة من اتحاد ذرات العناصر المكونة منها بنسبة ثابتة . وقد وضع أفوجادرو ، صياغة دقيقة لهذا الفرض على النحو الآتى : الجرام الجزيئى

جسم ما تقي يحتوي على نفس عدد الجزيئات دائماً مهما كان الجسم ، ويعرف هذا العدد بعدد افوجادرو وهو تقريباً 2310×6 .

(30) Russell, V., *An Outline of Philosophy*, P. 105.

(٣١) يقول بول موى في مؤلفه «المنطق وفلسفة العلوم» : و سنوضح باختصار كيف أتاح لنا النشاط الاشعاعي توسيع نطاق معرفتنا بالمادة ، وأسهم في وضع أسس علم جديد هو الفيزياء النووية . ففي نهاية القرن التاسع عشر لاحظ هنرى بكنول أن مواد معينة (أملاح اليورانيوم) تنطبع في اللوحات الفوتوغرافية في الظلام التام وقد تمكن «بيير كورى» (١٨٥٦ - ١٩٠٦) ومارى كورى (١٨٧٦ - ١٩٣٤) بعد دراسة منهجية لهذه لاشعاعات الغامضة ، من عزل مادة أنشط بكثير من الأورانيوم ، هي الراديوم وسرعان ما أصبحت تنسب إلى النشاط الإشعاعي صفتان أساسيتان :

١ - أن قوة الاشعاع لا يمكن زيادتها أو انقاصها بأية وسيلة .

١ - أن قوة الاشعاع لا يمكن زيادتها أو انقاصها بأية وسيلة .

٢ - والاشعاع في حالة الراديوم بطى : فقد تبين بالحساب أنه لا بد من مرور ١٥٩٠ سنة حتى يفقد نصف ذرات الراديوم الذى نلاحظ نشاطه الاشعاعي وبعد فترة قصيرة أمكن عزل عناصر مشعة أخرى (الثوريوم والاكينيوم والبولونيوم وهو الوقت الضروري لكي يفقد نصف المادة في كل من هذه العناصر ، قوته الاشعاعية . وسميت هذه الفترة الزمنية بالنسبة إلى كل مادة باسم (متوسط الحياة) ... ولكن ما قوام هذا الاشعاع ؟ أمكن منذ البداية تمييز ثلاثة أنواع من الأشعة رمز لها في بادئ الأمر بالخرافات الثلاثة الأولى من الأبيدية اليونانية :

١ - أشعة ألفا α التى قد تنحرف في اتجاه (كاليسار مثلا) بواسطة مجال مغناطيسى .

٢ - أشعة بيتا β التى تنحرف بواسطة هذا المجال ذاته إلى اليمين .

٣ - أشعة جاما γ وهى لا تنحرف .

راجع الترجمة العربية للدكتور فؤاد زكريا ، دار نهضة مصر ، ص ٣٣٨ - ص ٣٣٩ .

(٣٢) حول هذا الفقرة ، راجع ما يذكره هانز رشنباخ في مؤلفه نشأة الفلسفة العلمية ،

ص ١٥٧ .

(٣٣) يذكر بول موى الفقرة التالية عن «لويس دى بروي» : لقد كان تفكير «لوى دى بروي» في البداية فلسفياً بحق ذلك لأن اينشتين ؛ حين وضع النظرية التى شرحناها منذ قليل ، كان قد قرر (ثنائية) مذاهب علم الضوء : إذ أن الظاهرة الضوئية الكهربائية إذا كانت تقتضى تفسيراً جسيمياً ، فإن علم الضوء الكلاسيكى كان يدرس ظواهر تقتضى القول بالنظرية الموجية (كظاهرة التداخل) وبعبارة أخرى فإن نوع التفسير الذى كان ينبغى الأخذ به ، أعنى التفسير الجسمى أو الموجى ، يختلف باختلاف الظواهر الضوئية الخاصة .

على أن دى بروي قد تساؤل : أليس من الأقرب إلى روح الفلسفية أن نكرر الثنائية نفسها .

بالنسبة إلى الجسم الكهربى ، أى بالنسبة إلى الالكترتون ؟ ذلك لأنه قد عرفت عن الالكترتون
خواص جسيمية عديدة ، فلم لا تكون للالكترتون خواص موجية أيضاً . ؟

ولقد تمكنت عبقريه دى برولى فى صياغة هذا الرأى الفلسفى فى معادلات فهو يعرف مبدئياً
الخواص الموجية للالكترتون ثم يؤلف يؤلف بين هذه التعريفات فى فرض نظرى ضخم هو
الميكانيكا الموجية .

ولقد قطع ذلك العالم الفرنسى شوطاً بعيداً فى بيان التوازن بين الميكانيكا المعتادة التى تدور
حول المحرك المادى وبين الميكانيكا الموجية ، وكشف فى ذلك عن التناظر بين مبدأ فرما *Fermaf*
القائل بأن الضوء يسير بين نقطتين فى المسافة التى تستغرق أدنى حد من الزمان ، وبين مبدأ موبورتوس
القائل أن المحرك المادى بين نقطتين يتبع دائماً المسافة التى يبلغ تفاوت التأثير بالنسبة
اليها حده الأدنى .

راجع : بول موى ، المرجع السابق ، ص ٣٣٣ - ص ٣٣٤ .

(34) Russel. B. *An Outline of Philosophy*, P. 114.

(35) *Ibid*, P. 115.

(٣٦) البرت اينشتين وليوبولدانفلد ، تطور علم الطبيعة ، ترجمة الدكتور محمد عبد
المقصود النادى واندكتور عطية عبد السلام عاشور ، مكتبة الأنجلو المصرية ، ص ١٤١ .

(37) Whittaker, E.T., *A History of the Theories of Aether and
Electricity*, New York, Philosophical Library, 1951, Vol. I, PP. 404 f.

(28) *Ibid*, P. 248.

(٣٩) البرت اينشتين ، النسبية : النظرية الخاصة والعامة : مجموعة المؤلف كتاب ، دار
نهضة مصر ، ١٩٦٧ ، ص ٢١ .

(40) d'Abor, A., *Bergson On Einstein* PP. 117—118, P. 214.

(41) Kattsoff, L.O., *The Role of Hypothesis in Scientific Inve-
tigation*, *Mind*, Vol. Lvii, No. 2330, 1949, P. 230.

(42) Rajam, J, B, *Modern Physics*, S. Chand & New Delhi, 1969,
PP. 299 — 300.

(43) Wittaker, E.T., *Op. Cit*, P. 404.

(٤٤) فى ١٤ مارس ١٨٧٩ ولد البرت اينشتين ، حيث كانت أسرته تعيش فى أولم بانانيا ،
وكان والده يهودياً يمتلك مصنعاً صغيراً للأجهزة الكهروكيمياوية . وعرف عن اينشتين الطفل
انطوائه إلى حد كبير ، وبطئه فى التعلم ، وابتعاده عن الأنشطة الرياضية والهوى مع غيره من
أقرانه . وفى الخامسة من عمره أنهر حين شاهد البوصلة المغناطيسية ينحرف مؤشرها صوب اتجاه
واحد مهما كان وضعها . هل هذه الحركة تتم بفعل قوى غامضة ؟ أم ماذا ؟ لقد كانت البسالة

تخمر في عقله وظلت تشغله دون أن يشعر، ثم التحق أينشتين بالمدرسة الابتدائية، وفي العاشرة من عمره التحق بالمدرسة الثانوية، وكان عليه أن يخضع للنظم والقوانين المدرسية، وهو ما كان يكرهه أشد الكره، فالنظام الصارم يقتل في الانسان حرية الابتكار والابداع، وعند هذا الحد اعتبره مدرسه عنصراً مخرباً لأنه لا يأبه بالنظام. فأخذ الشعور بالنعامة يطارده للانطباع السيء الذي أخذ عنه ولم يكمل أينشتين دراسته، ولكنه التحق بمعهد الفنون التطبيقية بزيورخ حيث أخذ في دراسة الفيزياء والرياضيات. وبعد أن تخرج أينشتين من معهد الفنون التطبيقية في عام ١٩٠٠ فشل في الحصول على وظيفة، ولكنه استطاع في عام ١٩٠٢ أن يحصل على وظيفة في مصلحة تسجيل براءات الاختراع في بيرن وذلك بمساعدة صديقه مارسيل كروسمان. وفي عام ١٩٠٥ حصل على الدكتوراه وأخذ في مواصلة أبحاثه في الفيزياء. وظل يقم بمدينة برن إلى أن جاء عام ١٩٠٩ حيث كان عليه أن يقبل وظيفة أستاذ مساعد متفرغ في جامعة زيورخ وذلك بعد أن ذاع صيته في الأوساط العلمية نتيجة لأبحاثه التي قام بها عن الجسيمات المخهرية المعروفة بالحركة البراونيه عن الكميات الضوئية والنسبية، حيث أمكنه وضع نظرية دقيقة عن الحرارة النوعية للمواد، وكذلك نتيجة لابتكاره نظرية النسبية الخاصة في عام ١٩٠٥. وفيما يلي ذلك من السنوات أي في عام ١٩٠٧ اعتقد أينشتين رأياً مفاده أن أي نظرية عن الجاذبية لابد وأن تدمج بطريقة أساسية وطبيعية مقدراً مساوياً من القصور الذاتي وقوى الجذب، وهذا ما تبينه بوضوح. وفي عام ١٩١٠ قبل أينشتين الوظيفة التي قدمها له جامعة براغ حيث عمل استاذاً متفرغاً. وفيما بين الأعوام ١٩٠٧ - ١٩١٦ وجه اهتماماته الخاصة إلى نظرية الجاذبية. لقد كان العلماء في هذه الفترة يوجهون اهتمامهم لدراسة نظرية النسبية الخاصة وقد قبلوها كجزء أساسي من بناء الفيزياء؛ إلا أن اهتمامات أينشتين كانت تتجه إلى أبحاث أكثر شمولاً من تلك التي اهتمت بها النسبية الخاصة، ففي عام ١٩١١ هداه تفكيره الفيزيائي العبقري إلى التنبؤ بأن موجات الضوء تنحني بواسطة مجالات الجذب، ولكن لم يتسنى التأكد من هذا التنبؤ إلا بعد أن قام العالم الفلكي أدنجتون بتنظيم رحلتين إلى خليج غينيا والبرازيل في عام ١٩١٩ لاختبار النظرية أثناء الكسوف الكلي للشمس في ٢٩ مايو ١٩١٩. لقد استطاعت البعثتين أن تلتقطا مجموعة من الصور تبين مواقع النجوم، ورصدتا ضوء النجوم وهو ينحرف فعلاً، رغم أن مقدار الانحراف في رصد غينيا كان أقل مما قدرته نظرية أينشتين، على حين أن مقداره في رحلة البرازيل كان أكثر قليلاً. وسوف نعرض هنا فقط لأفكار نظرية النسبية الخاصة على أن نفرد لنظرية النسبية العامة موضعاً آخر.

(45) Einstein, A., Relativity : The Special and The General Theory, Ch. 9

(٤٦) بول موى، المرجع السابق، ص ٣٠٢.

(47) Russell B., op. cit., P. 45

(٤٨) بول موى، المرجع السابق، ص ٣٠٣.

(٤٩) بول موى، المرجع السابق، ص ٣٠٣.