الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ابن خلدون- تيارت –
كلية العلوم الإنسانية و الإجتماعية
قسم العلوم الإنسانية
تخصص فلسفة LMD

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر تخصص فلسفة علوم الموسومة بـــ

# الفلسفة الطبيعية

# إسحاق نيوتن أنموذجا

من إعداد الطلبة :
- نحال قادة
- تبان مصطفى

من إشراف الأستاذ:
راتية حاج

- بلخيرخديجة..... رئيسا
- راتية حاج.....مشرفا
- مصطفاي عبد القادر..... مناقشا

الموسم الجامعي :
1435هـ-1436هـ / 2014 م- 2015م

## شكر وتقدير

الحمد لله الذي أعاننا على كتابة هذا البحث وإنجازه وصلّ الله على سيدنا محمد وبعد :

فإننا نتوجه بالشكر لكل من كان عونا لنا في إنجاز هذا البحث وإتمامه على هذه الصورة التي نرجو أن تكون مرضاة ،ونخص بالشكر أستاذ راتية حاج الذي كان الرقيب والمشرف على هذا البحث ، لما قام به من متابعة وتوجيه،كما نتقدم بالشكر لكل أساتذة قسم الفلسفة بجامعة ابن خلدون كلية العلوم الإنسانية والإجتماعية ،لهم حزيل شكر لما قدموه لنا من توجيهات .

# الإهـــــــــــــداء

وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا، إلى فلذة كبدي ومحبوبتي الغالية إلى من أسكنتني في رحمها قبل رؤيا مقلتاه ،إلى من أسهرتها الليالي أشكو إليها ضعفي بين ثنايا ذراعيها أهدي إليها هذا العمل المتواضع ،إنها أمي الغالية أطال الله في عمرها.

إلى من كان لي قدوة ولا يزال ،إلى من حماني وحافظ على عرضي في سبيل حبه لي إنه أبي الغالي أطال الله في عمره.

كما أهدي إلى كل أخواتي وإخوتي :فاطمة زوجها وابنتها رهف إبتسام ،أحمد ،أبوبكر الصديق ،ياسمين ،وكلتوم.

رفيقة الدرب أسماء والأصدقاء وعلى رأسهم : ،عبد الرحمان ،إبراهيم ، ياسين ،نوردين ، حسين ، عبد إله ،وأصدقاء الجامعة خليل ،ثامر ، سارة ،فاطمة ،وكل الزملاء الذين لم أذكرهم ،والى جميع طلبة الفلسفة ماستار 2014-2015.

وإلى كل من حملته ذاكرتي ولم تحمله مخيلتي.

**الطالب نحال قادة**

# الإهـــــــــــــداء

وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا، إلى فلذة كبدي ومحبوبتي الغالية إلى من أسكنتني في رحمها قبل رؤيا مقلتاه ،إلى من أسهرتها الليالي أشكو إليها ضعفي بين ثنايا ذراعيها أهدي إليها هذا العمل المتواضع ،إنها أمي الغالية أطال الله في عمرها.

إلى من كان لي قدوة ولا يزال ،إلى من حماني وحافظ على عرضي في سبيل حبه لي إنه أبي الغالي أطال الله في عمره.

كما أهدي إلى كل أخواتي وإخوتي إلى الأصدقاء ورفقاء الدرب والى جميع طلبة الفلسفة ماستار 2014-2015.

وإلى كل من حملته ذاكرتي ولم تحمله مخيلتي.

**الطالب تبان مصطفى**

# المقدمة

للعلم فضل كبير في نقل الإنسان من الفكر اللاعلمي إلى الفكر العلمي، ومن غياهب الخرافة و السحر إلى نور الملاحظة المؤسسة على مبدأ العلاقات الثابتة بين الظواهر، و على التحليل الموضوعي. لقد حرره من قبضة الروح الخيالية و الميتافيزيقية الغامضة إلى فهم الأشياء المحيطة به فهما واضحا يقوم على نظام القوانين المنظِّمة للكون وساعده من ثمة على التحكم في الطبيعة تحكما يسير باطِّراد، مع تقدم فهمه لها، ليصبح أعظم من الكون ولم يعد الكثير مما يشاهده، لغزا مبهما على عقله في شتى مجالات الفضول العلمي: في ترقيته وتحريره ومساعدته.

إن العلم في الجملة، يهذب العقل ويعلمه، يعلمه فهم الظواهر والتنبؤ بحركاتها والتحكم فيها. يقول " أ. كونت": "إن الفكر البشري مر بثلاث مراحل قبل الوصول إلى محطة الروح العلمية: المرحلة اللاهوتية والسحرية، ثم المرحلة الميتافيزيقية، وأخيرا المرحلة العلمية؛ فكان في الأولى يعزو الأسباب إلى قُوىً مفارقةٍ للظاهرة، وكان يعزوها في الثانية إلى خصائص الظاهرة ذاتها إلى أرواح فيها، و أصبح يردها في الثالثة إلى العلاقات الثابتة ( بين ظواهر الطبيعة) المعروفة بالقوانين". يقول "أ.كونت":"بالعلم يكون التنبؤ، و بالتنبؤ يكون العمل".

فبالتالي أهمية العلم تكمن في معرفة القوانين المتحكمة في الظواهر الطبيعية من أجل إمكانية التنبؤ، ومن هنا جاء اهتمامنا بالبحث عن القوانين العلمية من واقع ما تحتويه الفيزياء النيوتينية، أو ما نطلق عليها اسم الميكانيكا الكلاسيكية والتي تشمل على جملة من الأنماط مثل علم الكون وعلم الضوء ،والميكانيكا التي تتفرع بدورها إلى ديناميكا وستاتيكا.وذلك نظرا لأهميتها البالغة في تاريخ

العلم.

تشمل فيزياء النيوتينية جملة من الأنماط مثل علم الكون وعلم الضوء والميكانيكا ،التي تتفرع بدورها إلى ديناميكا ،لكن نيوتن وحد بين كل هذه الفروع منهجيا إذا تخضع الى منهج واحد والقوانين نفسها التي تحدد تصوره للطبيعة عامة ،أما المفاهيم والمبادئ المحددة للطبيعة فنجدها في كتاب المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية ،بنسخة 1679 ، والواضح أننا سنعتمد على هذا الكتاب في بحثنا هذا، إنه العقل النيوتيني، الذي أوجس دعائم العلم الحديث موضوعا ومنهاجا وفتح أمامه أفاقا واسعة، بفضل كشوفه العلمية المختلفة كتحليل الضوء، و اكتشاف قوة الجذب بالإضافة إلى مساهمته في الميدان الرياضي في اكتشاف حساب التفاضل والتكامل. وإلى جانب ذلك كله استطاع نيوتن أن يحقق للفيزياء الكلاسيكية وحدتها في إطار تصور عام للكون منسجم ومتكامل، مما جعل الكشوف العلمية اللاحقة وإلى أواخر القرن التاسع عشر، تبقى في معظمها في دائرة العلم النيوتيني الذي قامت عليه الحضارة الغربية الحديثة. ولذلك فهو صاحب الفضل الأول في وضع المبادئ الأساسية للعلم الطبيعي، فقد ترك الإبداع النيوتيني بصماته الواضحة على تطور العلم وأحدثت أبحاثه ما يشبه بالثورة في الفكر في القرن التاسع عشر. بل ظل حتى القرن العشرين منهاجا لكل العلماء الذين يبحثون في الفيزياء. لكن مع أواخر القرن العشرين ظهرت اتجاهات جديدة، وبدأت الفيزياء النظرية في الخروج من الإطار النيوتيني بعد أن ظل هذا الإطار قبلة للعلم وسندا قويا له. ويمكن أن نقول باختصار إنه منذ أن نشر نيوتن كتابه المبادئ الرياضية في الفلسفة الطبيعية عام 1687، مرت نظريته بتطورات متتالية امتدت أكثر من قرنين من الزمن وكانت كلها تنطوي على تأكيد متجدد لهذه النظرية، مما

أوحى أن الفيزياء الكلاسيكية قد وصلت إلى مرحلة نهائية ليس لها ما بعدها، ولنا أن نتساءل فيما تكمن أصالة الفيزياء النيوتينية ؟ إذا كان الأمر على هذا النحو فكيف إذن تعرضت الفيزياء للإخفاق؟ أو بتعبير آخر ما هي الوضعية التأزمية التي تعرضت لها الفيزياء النيوتينية بعد نجاح طال أكثر من قرنين؟ وللإجابة عن إشكاليات هذا الموضوع ، واعتمدنا في بحثنا هذا على المنهج التحليلي النقدي ، يمثل في تحليل نظريات فيزياء النيوتينية واهم الأفكار والتصورات وهذا من خلال كشف النقاب عن الجانب الفلسفي الميتافيزيقي ،خلف ستار هذا العلم ، أما المنهج النقدي هي آراء جاءت لنقد فيزياء نيوتن وإلباس فيزياء ثوبا جديدا سمي بالنسبية ، كذلك إعتمدنا في بحثنا هذا على المصادر والمراجع وكان أهم مصدر هو كتاب المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية لإسحاق نيوتن.

و كان اختيارنا لهذا الموضوع لعدة أسباب أهمها:

- أن هذا الموضوع لم يتناوله طلبة الفلسفة قبل

-إبراز مكانة نيوتن في عالم الفيزياء والفلسفة، بالإضافة إلى دوره في تطور الفيزياء فيما بعد و ظهور النظرية النسبية وأيضا الجدال حول المسائل التي أفرزتها فيزياء النيوتينية لم تقتصر على التطبيقات العلمية فحسب بل امتدت إلى مسائل المفاهيم والتصورات النظرية وأكثر من ذلك ميتافيزيقية .

-كذلك إبراز قوانين التي أسسها نيوتن وسر في سيطرتها على الفيزياء لعدة سنوات وهذا من خلال حركة الأجسام والكواكب وكيف وظف هذه المفاهيم إلى من ألفاظ لغوية إلى علم رياضي تجريدي

-إبراز أهم الانتقادات والتغيير الجذري في تاريخ العلم أو بما سمي بالثورة العلمية .

ومن خلال ما قدمناه يمكن القول بأن معالم أهدافنا لهذا البحث قد تحددت ومن أهم

- البحث عن القوانين الطبيعية كما يقول باجلز مبارات إبداعية بين الفيزيائيين والطبيعة والعقبات التي تتعرض هذه المبارات هي قيود الأسلوب التجريبي وجهلنا للطبيعة.

- إيجاد القوانين الفيزيائية ، وذلك من خلال أيجاد توضيح كيف تحولت المفاهيم الطبيعة من كلمات تجريدية إلى قوانين فيزيائية

- معرفة سبب تغيير في هدم نظريات نيوتن وظهور النسبية .

وقد قسمنا بحثنا هذا إلى ثلاث فصول، وكل فصل يحتوي على مباحث، فكان عنوان الفصل الأول الفضاء آليات ومنطلقات و الذي يحتوي على ثلاث مباحث، كان أولها شبكة المفاهيم وثانيها الكرونولوجيا الفكرية لنيوتن وثالثها فجر الفيزياء ، أما الفصل الثاني فكان بعنوان دراسة ابستيمولوجية لفيزياء نيوتن، فكان المبحث الأول بعنوان قوانين فيزياء النيوتينية ثم الثاني فكرة الزمان و المكان المطلقين، وثالثهما ميكانيكا الكم لدى نيوتن. أما آخر الفصول فكان تحت عنوان أزمة فيزياء

نيوتن و ظهور النسبية، فكان المبحث الأول بعنوان الفيزياء النيوتينية في ميزان الابستومولوجيا و أهميته في ظهور النسبية و ثانيها النسبية قي الفيزياء المعاصرة، وأخيرا ختمناها بخاتمة كانت حوصلة لهذا البحث. و قد واجهتنا في هذا البحث مجموعة من الصعوبات على :

-رأسها ندرة المصادر إن لم نقل انعدامها، و إن وجدت فهي مكتوبة بلغات أجنبية، أي صعوبة الترجمة.

-صعوبة التفريق بين الألفاظ العلمية في فيزياء نيوتن وألفاظ الفلسفية

-قلة الكتب والمراجع التي تحتوي على أعمال نيوتن ،وصعوبة ترجمة المفاهيم من لغة لاتنية إلى اللغة العربية.

- وكذلك عدم وجود دراسات سابقة وخاصة في الكلية ،توجد دراسات فقط من ناحية العلمية ورياضية ،ودراسة لها جانب فلسفي في جامعة القبة بالجزائر

وفي الأخير نرجو أن يتلقى هذا البحث المتواضع إعجابكم فإن أصبنا فمن الله وحده وإن أخطأنا فمن أنفسنا .

# الفصل الأول : آليات ومنطلقات

## المبحث الأول:شبكة المفاهيم

## المبحث الثاني:كرونولوجية الفكرية لنيوتن

## المبجث الثالث :فجر الفيزياء

## المبحث الأول: شبكة المفاهيم

لكي نقوم بدراسة حول فيزياء نيوتن علينا ضبط المفاهيم المستخدمة في تفسيراته، وكيف استخدمت في الفيزياء، وعليه يجدر بنا التعرف على هذه المفاهيم ،بحيث تقودنا إلى منبع أفكار نيوتن ، ولهذا باعتبارنا باحثين ودارسين لفيزياء نيوتن ،يفرض علينا ضبط هذه المفاهيم كأساس مرجعي نعتمده من أجل تحديد طبيعة الموضوع المدروس،والهدف من هذه المفاهيم المدرجة هي الوقوف على الأسس الأولى لفيزياء نيوتن.

لذلك فقد استعملنا هذه المفاتيح في بحثنا وهي :

**1-الأثير:لغة:"** بريق السيف والمعتل والمفضل على غيره ، هو أثيري أو ثره وأفضله ، عند الطبيعيين سيال يملأ الفراغ يفترضون تخلله الأجسام ، عند الكيميائيين سائل غير ذي لون ، يذيب المواد الذهنية ويستخدم في الطب ."[1]

**اصطلاحا:"**لفظ معَرّب من اليونانية AITHER يدل على مادة الأجرام السماوية وهي مادة لطيفة للغاية لا تكون ولا تفسد ويسمى الأثير بالعنصر الخامس تميزا له من العناصر الأربعة وهي

(1) : مصطفى إبراهيم وآخرون ،المعجم الوسيط المجمع لغة العربية ،دار الدعوة للنشر القاهرة ، ط3 ،1988،ص ص،5-6 .

:الماء والهواء والتراب والنار وقد استخدم هذا المصطلح في القرن التاسع عشر عندما اجتاحت نظرية الكهرو مغناطيسة تنشر فيه الموجات ."[1]

**2- الحركة:لغة:"**في العرْف العام انتقال الجسم من مكان إلى آخر أو انتقال أجزائه..." [2]

**اصطلاحا :"**تغير متصل للواضع في المكان وعند أرسطو الحركة فعل ما وبالقوة أي تدرجا من القوة إلى الفعل ووسطا بين القوة التحتية والفعل التام."[3]

أما في معجم صليبا ،له عدة تعريفات منها " الحركة هي شغل الشيء حيزا ،بعد أن كان في حيزا آخر ،أو هي كونان في أنين و مكانين ،بخلاف السكون الذي هو أنين في مكان واحد ."[4]

**3- الذرة : "** في لغة اليونانية ما لا يقبل التجزئة وعند المتكلمين هي الجزء الّذي لا يتجزأ وفي العصر الحاضر يطلق هذا الإسم على الإلكترونات والكمون وفي الفيزياء الذرة نسق مكون من نوات وعدد من الإلكترونات"[5]

---

[1]: وهبة مراد ، المعجم الفلسفي ،دار قباء الحديثة للطباعة والنشر القاهرة،دط،2007،ص22.

[2]: وهبة مراد ،المعجم الفلسفي ،نفس المرجع،ص168.

[3]: مذكور إبراهيم ،المعجم الفلسفي ،الهيئة العامة لشؤون مطابع الأميرية القاهرة ،دط،2007،ص22.

[4]: صليبا جميل ، المعجم الفلسفي،ج1،دار الكتاب لبناني،بيروت لبنان،دط،1982،ص 457.

[5] : وهبة مراد ،المعجم الفلسفي ،نفس المرجع،ص321.

**4- الزمان** :" مقدار للحركة المستديرة من جهة المقدم والمتأخر لا من جهة المسافة ،والحركة متصلة ،فالزمان متصل لأنه لو طابق المتصل وكل ما طابق المتصل فهو متصل، فالزمان عند نيوتن له وجودا مستقلا. " [1]

5-**التجريب**: " التجربة لغة : تعني الاختبار ،والتجريب هو تكرار اختبار منه ويدل على هذا أن التجريب،هو المبالغة والتكرار حتى الوصول إلى الهدف ،ولفظ تجربة يوجه بوجه عام المعرفة المكتسبة من خبرات الحياة ." [2]

6-**الزمكان**:" تقرر النظرية النسبية أن الزمكان هو البعد الرابع للأشياء وأنها واضحة توجد في الزمان وفي المكان معا ولا يمكن فصل أحدهما عن الآخر."[3]

7-**المكان** : "هو الموضع ،وجمعه أمكنة وهو المحلل المحدد الذي يشغله الجسم."[5]

8-**الجاذبية**:"الجاذبية ظاهرة طبيعية تدل على تقرب الأجسام بعضها من بعض ،دون دفع بدائي وإذا كانت قوة ميكانيكية،تدل على قانون جذب العام."[6]

---

[1]: وهبة مراد ،المعجم الفلسفي ،المرجع نفسه ،ص ص 339-340.

[2]: نفس المرجع ،ص ص ،163-164.

[3]: وهبة مراد ،المعجم الفلسفي، نفس المرجع ، ص340.

[5] : صليبا جميل ،المعجم الفلسفي، ج2 ،دار الكتاب اللبناني،بيروت –لبنان،دط، 1982،ص412.

[6] : صليبا جميل ،المعجم الفلسفي،ج1،نفس المرجع ،ص 395.

إذن من خلال ما سبق تقديمه ،يمكن القول أن هذه أهم المفاهيم التي انطلق منها نيوتن في بناء النسق الفيزيائ رياضي فيزيائي ،وخاصة فيما يخص الفضاء والجاذبية ، التي أعطت فائدة في الفلسفة الطبيعية ،قبل أن تسمى بالفيزياء .

ولقد حقق نيوتن أهم انجازاته من خلال هذه المفاهيم ،حيث كان له الفصل في الفيزياء الكلاسيكية التي استمرت عبر عديد السنوات ،وسنرى استخدام هذه المفاهيم من خلال الفصول والمباحث اللاحقة.

## المبحث الثاني :كرونولوجية الفكرية لنيوتن

"في نفس السنة التي مات فيها غاليلو أي سنة 1642 رزق فلاح من لنكولنشير يقال له نيوتن بطفل سابق لجيله أسماه إسحاق، ولم يظهر إسحاق خلال السنين الأولى من حياته المدرسية أية دلالة تشير إلى سبقه وتفوقه في مضمار العلوم، بل على العكس من ذلك كان يبدو في صباه معتل الصحة، خجولا لا أثر للنبوغ فيه، وأول ما بدا ينفض عن هذه السمات كان إثر نزاع نشب بينه وبين زميل له في المدرسة تميز بالعنف والحيلاء على غير من الصبية لما كان يزهى به من تفوق علمي وانتماء إلى صفوف الطلبة الممتازين في الفرقة، وما إن ضربه هذا الطالب (الذي نسي التاريخ اسمه) في بطنه حتى تحداه نيوتن للقتال، وكانت الغلبة لنويتن لما جبل عليه من الروح العالية والعزم، ولما انتصر هكذا بقوة جسده عليه آل على نفسه أن يواصل النصر في معركة الذكاء"،[1] "وراح يواصل العمل بجد ونشاط حتى أصبح أول فرقته، وفاز نيوتن كذلك في معركة أخرى، خاضها ضد أمه لما أرادته أن يشتغل في مستقبله في الزراعة، إلا أنه في الثامنة عشر (18) التحق بكلية تربيتي وكرس حياته لدراسة الرياضة، فحصل على درجة البكالوريوس سنة 1665 بمرتبة عالية دون تفوق، أي دون تميز خاص ،تمكن نيوتن من أن يصبح عضوا في البرلمان في الأعوام

[1]:جاموف جورج ، قصة الفيزياء ، تر: محمد جمال الدين الفندي ، مؤسسة الطباعة والنشر ، نيويورك ،ط1، 1964

ص 101.

1689-1690 ولم تذكر سجلات الجلسات أي شيء يذكر عن نيوتن باستثناء أن قاعة الجلسة كانت باردة وأنه طلب أن يُغلق الشبّاك ليعمّ الدفء!

في العام 1703 أصبح نيوتن رئيسا للأكاديمية الملكية وتمكن من خلق عداوة مع الفلكي جون فلامستيد بمحاولته سرقة كاتالوج الملاحظات الفلكية التابع لفلامستيد.

منحته الملكة آن لقب فارس في العام 1705. لم يتزوج نيوتن قط ولم يكن له أطفال مسجّلون."[1]

"وفي منتصف صيف 1665 هبط للندن أي جاء وباء الطاعون المشهور، فسبب وفاة شخص واحد من بين كل عشرة (10) أشخاص من أهل لندن في الخريف أغلقت الجامعة أي جامعة كمبردج أبوابها لقربها من مركز الوباء، وعاد الطلبة إلى منازلهم، وهكذا عاد نيوتن إلى بيت والديه في للنكو لنشير، حيث مكث ثمانية عشر (18) شهرا حتى فتحت أبواب الجامعة من جديد." [2]

"وكانت تلك الأشهر الثمانية عشر (18) التي قضاها في عزلته الريفية أكثر الفترات إنتاجا في حياته ، ويمكن القول بأنه خلال تلك الفترة فكر في أغلب الآراء التي يدين له بها العالم اليوم.

---

[1]:رابيشباخ هانز ، من كوبر إلى اينشتاين ، تر: حسين علي ، تقديم : محمد مهران ، الدار المصرية السعودية للطباعة والنشر ، د ط، 2006،ص 69.

[2]:جاموف جورج ، قصة الفيزياء، المرجع السابق، ص ص، 101-102.

*: هي نظرية ذات الحدين لنويتن التي تدرس اليوم ضمن برامج الدراسات العليا في الجبر.

وقد قال أي نيوتن عن نفسه وفي أوائل 1665 وجدت ... قاعدة التحويل أي التي في ذات الحدين إلى متوالية *، وفي نفس السنة في أول مايو توصلت إلى طريقة المماسات...، وفي نوفمبر عرفت الطريقة المباشرة للفيض ( هي مبادئ ما نسميه اليوم حساب التفاضل) . وفي نفس ذلك العام شرعت أفكر في الجاذبية وأتصورها ممتدة إلى مدار القمر ، و قارنت بين القوة اللازمة لبقاء القمر في فلكه مع قوة الجذب على سطح الأرض."[1]

وكرس باقي حياته العلمية لتطوير تلك الآراء التي فكر فيها.

"فلما بلغ السادسة والعشرين (16) عين أستاذا بجامعة كومبردج ، ولما بلغ الثلاثين (30) تم اختياره عضوا بالمجمع الملكي ، وهو أعظم شرف علمي في انجلترا.

عندما أدرك نيوتن الخمسين (50) من عمره قرر اعتزال الحياة العلمية (الأكاديمية) وراح يبحث عن عمل يدر عليه دخلا أعظم، وعرضت عليه وظيفة ناظر مدرسة تشارترهاوس، أي مدرسة محافظة السادة الأرستقراطيين البريطانيين، إلا أنه لم تعجبه، ولما بلغ الرابعة والخمسين أي سنة 1696 عين أولا مراقبا، ثم من بعد ذلك رئيسا لدار صك النقود بلندن ، وسنة 1705 منح لقب سير ، وأصبح السير إسحاق ، كما ظفر بكثير من التشريف والتقدير.

توفي نيوتن سنة 1727 عندما بلغ سن الخامسة والثمانين 85 سنة." [2]

---

[1] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء، المرجع السابق، ص 102.

[2] : المرجع نفسه، ص 102.

*: هي نظرية ذات الحدين لنويتن التي تدرس اليوم ضمن برامج الدراسات العليا في الجبر.

- **من مؤلفاته :**

- "الأسس الرياضية للفلسفة الطبيعية . 1686

- البصريات

- المبادئ

- **اكتشافاته :**

- المادة وقوانين الحركة الثلاثة.

- قانون الجاذبية العام

- نظرية تركيب الضوء."[1]

- **ما قيل عن نيوتن :**

لقد كتبوا أصحابه قصة حياته وقالوا عنه : " لم يكن ليأخذ بأي نوع من أنواع الراحة أو التسلية أو اللهو، لا بالركوب في الهواء أو المشي أو لعب كرة القدم، ولا بأي نوع آخر من أنواع التمارين الرياضية مهما كان نوعها، بل كان دائم التفكيرحتى في الوقت الذي لا يمضيه في الدراسة.

وكتب عنه آخرون فقالوا : كان يواصل العمل حتى ساعات الصبح القليلة وينسى وجباته أي وجبات الطعام ، وعند ما يظهر مرة بين الفينة والفينة في حالة الأكل بالكلية ، يكون

[1] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء، المرجع السابق، ص 103.

حذاءه خارجا إلى كعبيه وجواربه متدلية غير مشدودة ، وهو يحمل قميصه ، وقد تبعثر شعر رأسه ، وقد كان عجيبا جدا ."[1]

وقال عته Anrade أنريد : " كان نيوتن رجلا كتوما جدا ولم يكن لديه رغبة في الجهر بأعماله واحتاج الأمر كثيرا من الإقناع كي يؤلف كتابه المسمى المبادئ ".[2]

**تجاربه العلمية :**

"... اشترى نيوتن منشورا زجاجيا لإجراء بعض التجارب المستندة إلى نظرية ديكارت في الألوان ، فأحدث ثقبا في أباجور نافذة غرفة معتمة ليسمح بدخول شعاع من ضوء الشمس ووضع النشور في طريق هذا الشعاع شاهد حينئذ على الحائط المقابل للطيف الشمسي والمنشوري : صورة متطاولة للشمس طولها خمسة أضعاف عرضها تقريبا –تتألف من سبعة ألوان مختلفة الأحمر والبرتقالي والأصفر والأرزق والنيلي والبنفسجي ."[3]

وهذا اكتشف الضوء الأبيض مزيج من جميع الألوان ،ومن هنا جاءت فكرة ألوان القوس قزح.

---

[1] : جاموف جورج ،قصة فيزياء،المرجع نفسه، قصة الفيزياء، ص 103.

[2]:إبراهيم مصطفى إبراهيم ، في فلسفة العلوم ، دار الدنيا لطباعة والنشر ،الإسكندرية ط1، 2000 ، ص 125.

[3]: باكسون ج,ج ،موسوعة مشاهير العالم (في العلوم والفكر والسياسة )،ج1،دار الصداقة العربية بيروت،ط1، 2002،ص 42.

"وكذلك وجد نيوتن أن الأشعة الحمراء البنفسجية أكثرها في ذلك فاكتشف بهذا القابلية الإنكسار المتباينة لأشعة ضوء لأشعة الضوء ما أدى نيوتن إلى نشوء علم التحليل الطيفي ."[1]

" بنى نيوتن مختبرًا للكيمياء في كامبردج وأجرى فيه الكثير من التجارب، وكان هدفه تحويل المعادن أو ما سمي بحجر الفلاسفة .وقد ترك مخطوطات في الكيمياء دون نشر بلغ » إكسير الحياة « والوصول إلى مجموع كلماتها زهاء 100,000 كلمة لا قيمة علمية لها."[2]

**أعمال نيوتن الأولى :**

**حساب التفاضل**

"اشتهر نيوتن بحساب التفاضل حيث بدأ بحوثه به عام 1665 ، وذلك بإيجاد مماس لنصف قطر الانحناء عند وقد وصف نيوتن (fluxions). أي نقطة على منحني .ولم يسمي عمله حساب التفاضل بل الفروق المستمرة ،طريقته في خطاب كتبه لبارو عام 1669 ولعله استخدم هذه الطريقة في التوصل إلى بعض النتائج المتضمنة في كتابه المبادئ عام 1687 وكان عرضه له بصيغ هندسية مقبولة تناسب قراءه .وكان في طبع نيوتن أن يؤخر نشر

[1]: باكسون ج,ج ،موسوعة مشاهير العالم (في العلوم والفكر والسياسة )،نفس المرجع ،ص 43.

[2] :باكسون ج,ج ،نفس المرجع،ص47.

نظرياته ربما لحل التي » ذات الحدين « بعض الصعوبات التي أوحت بها .وعليه فقد انتظر حتى سنة 1676 لينشر نظريةصاغها سنة1665 ."[1]

وهكذا بدا أن المفتاح الرياضي للكون قد اكتشف أخيرًا والصورة النهائية التي تعبر عن هذه الحقائق هي،المعادلات التفاضلية للحركة، كما أن الأداة الرياضية للتعبير عن الديناميكا هي حساب التفاضل الذي اكتشفه ليبتنز أيضًا بنفس الفترة بطريقة مستقلة .ومنذ ذلك الحين أخذت الرياضيات والفيزياء تتقدمان بقفزات هائلة.

ومن هنا يمكن القول أن حياة نيوتن كانت مليئة بالأعمال العلمية ،لدرجة أنه انعزل عن الناس ،وأيضا كانت مليئة بالآراء ونظريات والإختراعات التي سيطرة على فكر الفيزيائي لعدة سنوات .

[1] : باكسون ج,ج ،نفس المرجع،ص 49.

**المبحث الثالث :فجر الفيزياء**

يصعب علينا أن نتتبع أصل الفيزياء تماما، كما يصعب علينا أن نتتبع أصل الكثير من الأنهار العظمى، فقد يكون منشأ بعضها عددا قليلا من ينابيع الماء التي تنبثق من تحت أوراق النباتات الاستوائية الخضراء، أو التي تخرج في صورة فقط تحت الصخور التي تكسوها الطحالب في الإقليم الشمالي القاحل، وقد يكون المنشأ بعض الجداول ومجاري المياه الصغيرة التي تنحدر على سفح الجبل في مرح وسرور ، ثم تنشأ لتتّحد وتكون نهرا صغيرا ، وتتخذ النهيرات بدورها لتكون مجاري مائية تبلغ من سرعة ما يجعلها جديرة بحمل اسم نهر ، ويتسع مجرى النهر شيئا فشيئا ويشتد أزره كلما صب فيه رافد من روافده ، حتى يتمخض في النهاية عن نهر عظيم ليكن هو النيل أو الأمازون يتدفق ماءه إلى المحيط.

وتناثرت ينابيع التي نشأ عنها النهر العظيم للفيزياء أو علوم الفيزياء على شتى أرجاء الأرض التي سكنها عقلاء البشر وحكمائه. أي الرجل المفكر ، وقد وجد هؤلاء المفكرين والحكماء منذ ظهور الإنسان على الأرض وخاصة مع الحضارات الشرقية القديمة كالحضارة البابلية والهندية والصينية والمصرية، التي شاركت بنصيب وافر من تقدم علوم الرياضيات والفلك ، ولم تشارك تلك الأمم بشيء من النهوض أو التأسيس لعلم الفيزياء أو الفيزياء إلى أن أتت الحضارة الإغريقية أي اليونانية التي شاركت بنصيب وافر لتأسيس والنهوض بالفيزياء وهذا بداية من الفلاسفة الطبيعيين إلى الرواقيين والأبيقوريين.

**قانون الأوتار لفيثاغورس**

"عاش فيثاغورس في القرن السادس قبل الميلاد حوالي (580ق.م- 500ق.م) وأسس مدرسة معروفة باسم الفيثاغورية، عاش فيثاغورس في جزيرة ساموس".[1]

"وقد خالف فيثاغورس سابقيه في أصل الكون، وجاء بنظرية العدد، ونظر لما كان مقتنعا به من العالم يتحكم فيه العدد، شرع فيثاغورس في دراسة العلاقة التي تربط بين أطوال أو أوتار الآلات الموسيقية التي تحدث في مجموعها نغمات متناسقة من الصوت ، وعمد على استخدام طريقة الوتر المنفرد الذي يمكن تغيير طوله وكذلك قوة الشد فيه الناجمة عن تعليق أوزان مختلة".[2]

وعندما ثبت قوة الشد وغير طول الوتر وجد أنه يمكن الحصول على أي زوج من نغمتين متوافقتين عندما تكون النسبة بين طولهما نسبة عددية بسيطة.

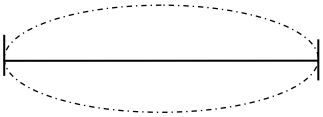
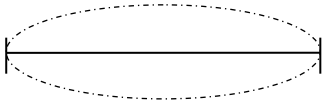
"فمثلا أعطت نسبة الأطوال 2 : 1 ما كان يطلق عليه اسم الثماني ، وأعطت النسبة 3 : 2 الخماسي ، كما أعطت النسبة 4 : 3الرباعي".[3]

---

[1] : كونزمان بيتر و آخرون ، أطلس الفلسفة dtv ، ترجمة: جورج كنورة ، المكتبة الشرقية، بيروت، لبنان، ط2 ، 2008 ، ص 31.

[2] : جاموف، جورج قصة الفيزياء ، المرجع نفسه ص 40.

[3] : المرجع نفسه،ص 42.

| | |
|---|---|
| خماسي (3: 2) | 36ذبذبة في الثانية |
| ثماني ( 2 :1 ) | 48 ذبذبة في الثانية  |
| رباعي ( 4 :3 ) | 34 ذبذبة في الثانية  |

يكون هذا الاكتشاف هو أول تمثيل رياضي عبر عن قانون من قوانين الفيزياء، وهي أول خطوة في تطور ما نسميه اليوم بالفيزياء التجريدية أو الفيزياء النظرية.

- **ديموقريطس عالم الذرة:**

"عاش ديموقريطس حوالي سنة (460 ق م- 370 ق. م) وتبنى هذا الأخير مذهب لوقيبيوس الذي جعل منه مذهبا ماديا ".[1]

ويدور المذهب الذري على أن تتحدد الأجسام من مركبات الذرات ، وما يعرف بالصفات الأولية مثل

( ملئ الخلاء، الكثافة ، الصلابة والتراخي، في حين أن اللون والرائحة والطعم وسواهما من الصفات الثانوية الذاتية هي صفات تضاف إلى الأجسام من خلال الإدراك.

وكان ديمقريطس يعتقد أربعة أنواع مختلفة من الذرات وهي :

[1] : كمو نزمان بيتر وآخرون ، أطلس الفلسفة ،المرجع نفسه ،ص 33.

أ- " ذرات الحجر وهي تمتاز بجفافها وثقلها.

ب- ذرات الماء وتتميز بثقلها ورطوبتها.

ت- ذرات الهواء وهي باردة وخفيفة.

ث- ذرات النار المضيئة والساخنة".[1]

وتتكون جميع المواد من مزيج أو خليط متباين النسب من هذه الذرات الأربع، فتربة الأرض مثلا هي خليط من ذرات الماء والحجر، وعندما ينمو النبات من الأرض تحت تأثير أشعة الشمس يتكون خليط ذراته من ذرات الحجر والماء التي بالتربة، ثم ذرات النار التي تحملها أشعة الشمس، وهذا هو السر في أن قطع الخشب الجافة الذي فقدت ذراتها المائية يمكن أن تحترق فتتصاعد منها ذرات النار لتخلف ورائها ذرات الحجر.

أما عن حركة الذرات يقول ديمقريطس بما كانت كل صيرورة ترجع إلى انفصال الذرات وتجمعها فإن المطلوب هو قوة محركة ، فما هي هذه القوة ؟ إنها تتوقف على مسألة ما إذا كان للذرات ثقل ، فسوف يتضح أصل العالم ، والذرات الكبيرة أثقل من الصغيرة ، والمادة التي تتكون منها هي نفسها .

[1] : كيلاني مجدي ، الفلسفة اليونانية من طاليس إلى أفلاطون ، المكتب الجامعي الحديث ،الاسكندرية،د(ط،س) ص ص 118-119.

"وقال ديمقريطس أن الأشياء الثقيلة تسقط بسرعة على الأشياء الخفيفة وهنا يكون ديمقريطس قد لمح للجاذبية وإن لم تكن هناك فكرة عليها أي على الجاذبية".[1]

- **الفيزياء عند زينون الإيلي :**

"يعتبر زينون هو آخر المفكرين الهامين بالنسبة للمدرسة الإيلية ولد حوالي 159 ق .م ، وهو تلميذ لبارمنيدس ، فلقد ذاع صيت زينون من خلال فلسفته واهتمامه بالفيزياء وخاصة قانون الحركة، وانطلاقا من تصوره لقسمة الزمان إلى ما لا نهاية له من الأقسام استطاع زينون على أن يبرهن على القول بالحركة باعتبارها تغييرا مكانيا في الزمان سيؤدي إلى مغالطة."[2]

**حجج زينون ضد الحركة :**

أ- "حتى يمكن لجسم أن يقطع المسافة يجب أولا أن يقطع نصف المسافة ، ولا يزال هناك نصف النصف ليقطعه ثم نصف النصف وهكذا إلى ما لا نهاية ثم سيظل دائما جزء لم يقطع وعلى هذا يستحيل على الجسم أن ينتقل من نقطة إلى أخرى ومن ثم لا يمكن أن يحل.

ب- يدخل أخيل والسلحفاة في سباق فإذا كانت السلحفاة سابقة على أخيل فإنه لن يستطيع أن يلحقها ، فأولا يجب أن يصل إلى النقطة التي انطلقت منها السلحفاة وعندما يصل إلى هناك تكون السلحفاة انتقلت ابعد ومن ثم فعلى الاخيل أن يصل إلى تلك

---

[1] : ستبس ولتر ، تاريخ الفلسفة اليونانية،تر:مجاهد عبد المنعم مجاهد،المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع،بيروت – لبنان،د،ط،2005، ص ص 66-67.

[2] :المرجع نفسه ،ص34.

النقطة وعندما يصل يجد السلحفاة قطعت إلى النقطة الثالثة إلى ما لا نهاية ومن ثم فإن المسافة بينهما تتناقص باستمرار لكنها لا تجتاز كلية.

ت- حجة السهم الطائر: إن الشيء لا يمكن أن يوجد في مكانين في الوقت نفسه ولهذا فإن السهم في أي لحظة محددة من انطلاقه يكون في مكان لا في مكانين وأن يكون في مكان واحد معناه يوجد في حالة سكون ، ومن ثم فهو في كل لحظة وكل آن من طيرانه ساكنا ، ومن ثم يكون ساكنا دائما ، ومن ثم فإن الحركة مستحيلة"[1].

يقول زينون : " أنه إذا كان كل شيء إما ثابت أو متحرك عندما يشغل حيزا ما مساويا لحجمه بينما الشيء المتحرك يستغرق وحدة زمنية كالثانية، عندئذ فإن السهم المتحرك أو المنطلق لا يتحرك".[2]

وهذا النمط من الحجج يسمى في العصر الحديث والمعاصر بالنقائض، والنقيضة هي برهان على أنه لما كانت قضيتان متناقضتان تترتبان بالتساوي من افتراض محدد.

وكل الحجج التي وضعها زينون تقوم على حجة واحدة على النحو هذا النحو نقيضة القسمة المتناهية.

---

[1]: ستبس ولتر ، تاريخ الفلسفة اليونانية، المرجع نفسه، ص ص45-46.

[2] : كيلاني ، مجدي الفلسفة اليونانية من طاليس إلى أفلاطون،المرجع السابق، ص 90.

**الفيزياء بين أفلاطون وأرسطو.**

أ- **أفلاطون:** "ولد أفلاطون في أثينا وعاش ما بين 427 – 347 ق.م، وكان من عائلة أرستقراطية".[1]

لقداهتم أفلاطون بنظرية الوجود التي هي الفيزياء، وذلك انطلاقا من فلسفته الطبيعية، كانت نظرة أفلاطون للكون وكان له مذهب خاص به.

"فالجدل هو نظرية الحقيقة والفيزياء هي نظرية الوجود عند أفلاطون، الجدل هو جدل، ذلك الذي يقوم وراء الأشياء كأساس لها، والفيزياء هي فيزياء الأشياء التي تتأسس هكذا، أي أن الفيزياء تعنى بالظواهر والمظاهر.

فالفيزياء عند أفلاطون هي قسمين:

- مذهب ما هو متجسد خارجيا، أ ي العالم بماهيته التجسيمية، نفس العالم.
- نفس الإنسان غير الجسمانية".[2]

"لما كان من الضروري أن تكون للعالم الطبيعي صورة مادية وأن يكون له جسم ولما كان من الضروري أن يكون هذا العالم مرئيا وملموسا فإن مكوناته لابد أن تشمل النار والتراب، ولكي تتحد النار والتراب، فلا بد من وجود مكون آخر على الأقل يساعد على اتحادهما، ولكن لما كانت النار والتراب أجساما صلبة كما رأى أفلاطون، فإنهما يحتاجان إلى وسيطين لكي يتحدا، لذلك خلق

---

[1] : كيلاني ، مجدي الفلسفة اليونانية من طاليس إلى أفلاطون،المرجع السابق، ص 213-214.

[2] : ستيبس ولتر ، الفلسفة اليونانية ،المرجع السابق ص 141.

الصانع الماء والهواء ورتب العناصر الأربعة بالتناسب، النار إلى الهواء والهواء إلى الماء، ومثل ما تكون نسبة الهواء في الماء تكون نسبة الماء في التراب". [1]

**صفات الكون عند أفلاطون:** "اعتبرأفلاطون الأرض مركز العالم والنجوم التي هي كائنات إلاهية تدور حوله وهي تتحرك بالضرورة في دوائر لأن الدائرة هي الشكل الكامل".[2]

فالكون كائن حي لأنه صنع أساسا على غرار صورة الكائن الحي ، وهو واحد لأنه قائم على نموذج واحد وهو صورة الكائن الحي ، فقد جعله يشبه مثاله بقدر المستطاع لكنه يخضع بطبيعة الحال للحدود التي فرضت عليه بسبب أنه مصنوع من المادة .

"واعتبر أفلاطون أن الزمن نوعا من القياس الزمني السماوي ، بمعنى أنه نوع من الحركة وليس قياس للحركة ، وأن الصانع رأى أن خير مقياس للزمن هي حركة الكواكب ، ولذلك خلق الشمس والقمر وخمسة نجوم أخرى من أجل ميلاد الزمن ، فالزمن هو نوع من الحركة السماوية".[3]

ورأى أفلاطون أن العالم خلق من مادة الخلاء كما جاء في محاورة تيماوس.

---

[1] : كيلاني مجدي ، المرجع نفسه ، ص ص، 233-234.

[2] : ستبس ولتر ، الفلسفة اليونانية ، المرجع نفسه ، ص 141.

[3] : كيلاني مجدي ، الفلسفة اليونانية من طاليس إلى أفلاطون،المرجع نفسه، ص ص 235-236.

**فيزياء أرسطو :**

"ومن عمالقة دنيا الإغريق رجلا كان يدعى أرسطو، ذاع صيته لأنه كان عبقريا ، وثانيا لأنه كان وصيا على الإسكندر الأكبر، ولد أرسطو سنة 384 ق م في استاجيرا و توفي 324 ق م".[1]

"وقد جاء أرسطو مخالفا لأستاذه أفلاطون وخاصة في ثنائية أفلاطون المعروفة وهي الواقع والمثال، وأرسطو أقر بأن ماهية الشيء هي الشيء ذاته، وقد ساهم أرسطو في مجال علم الفيزياء وهو إبتداع كلمة علم نفسها والتي اشتقت من كلمة إغريقية تعني الطبيعة".[2]

وأرسطو جاء بثنائية المادة Hylé باليونانية Materia باللاتينية والصورةEides باليونانية Formaباللاتينية. وفي الشيء نفسه يتم الاندماج بين المادة والصورة وهذا من أجل أن يجعل الصيرورة.

وقد حدد أرسطو أربع علل وهي اللازمة لكل تغيير:

أ- "العلة الصورية: فالشيء يتحدد عبر شكله، مثلا البيت من خلال تصميمه.

ب- العلة الغائية: وتعني أنه لا وجود لشيء دون غاية، مثلا المدارس لأجل العلم .

ج- العلة الفاعلة: وتعني أنه لكل تطور محرك يسيره.

د- العلة المادية : كل شيء يتكون من مادة ، وهذه الأخيرة هي السبب في عدم تناسب الأشياء وفي خضوعها لمحض المصادفة".[3]

---

[1] : كوزمان بيتر وآخرون ، أطلس الفلسفة، الرجع نفسه ،ص 49.

[2] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء ، المرجع نفسه، ص 43.

[3]: كوزمان بيتر ،المرجع نفسه،ص 49.

"فالمادة تقاوم الانتظار في الصورة والماهية الجوهر التي تتقوم بالصورة تصادفها معارضة المادة، ومن هنا الصدفة المحضة، هذا يطلق عليه أرسطو اسم العرض".[1]

"أما بالنسبة للحركة فيرى أرسطو أنه لطالما أن العالم في تغير دائم فهو بحاجة إلى الحركة ، وبما أن الدافع إلى الحركة لا يمكن أن يستمر إلى ما لا نهاية فلا بد من وجود محرك أول يكون ذاته غير متحرك ، وهو الله".[2]

فأرسطو جاء على عكس زينون الذي رأى أنه لا وجود للحركة.

وذلك رأى أرسطو أن الأجسام تسقط نحو الأرض وكان يلمح للجاذبية في كتابه عن الطبيعة.

**الفيزياء عند أرخميدس :**

"ظهر أبو علوم الميكانيكا بعد نحو قرن من أرسطو أي حوالي 200ق.م، وقد عاش في إحدى المستعمرات الإغريقية في صقلية، كان أبوه فلكيا، لذلك استهوته الرياضيات وما يتعلق بها من علوم كالفيزياء وغيرها. وكانت وصيته عند موته هي أن يوضع في قبره كرة أدرجت داخل أسطوانة".[3]

ولقد ساهم أرخميدس في عدة علوم، وهذا ما يدل على ابتكاراته، حيث ابتدع طريقة كتابة الأعداد الكبيرة، أي بأن نسب كل عدد في الصف أي في مرتبته المعينة بحسب وضعيته وهو المعمول به اليوم جدول الآحاد والعشرات والمئات والآلاف وهذا ما كان في كتابه

---

[1] : كوزمان بيتر kالمرجع السابق، ص 49.

[2] :المرجع نفسه، ص 49.

[3] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء ،المرجع نفسه، ص 41-42.

Psammitesبساميتس. وفي كتابه حول تعادل المستويات الذي صنفه إلى جزئين، ابتدع أرخميدس قوانين الرافعة، وناقش مسألة تعيين مركز ثقل أي جسم معلوم.

وقد عرفت عن براهين أرخميدس وابتكاراته في الميكانيكا والفيزياء على شكل طريقة الأشكال الهندسية، لأن الجبر لم يكن قد ظهر بعد .

- **قوانين الأستاتيكا** :

"لقد صاغ أرخميدس قوانين الأستاتيكا أي دراسة حالات التعادل الأساسية، بعد أن حدد مسلمات، ثم استنتج منها عددا من النظريات، وقد انطلق أرخميدس من المسلمات التالية:

أ- الأوزان المتساوية التي على أبعاد متساوية تكون متزنة، والأوزان المتساوية التي على أبعاد غير متساوية لا تكون متزنة ، ولكنها تميل نحو الوزن الذي يوجد على مسافة أكبر.

ب- إذا أضيف شيء إلى وزن في مجموعة متزنة موضوعة على أبعاد متزنة فإن هذه المجموعة تصبح غير متزنة، وتميل إتجاه الوزن الذي حثت إليه الإضافة".[1]

ج- إذا حذف شيء من أي وزن في المجموعة فإنها تصبح غير متزنة ، لأنها تميل اتجاه الوزن الذي لم يحذف منه شيء.

د- إذا انطبق سطحان متساويان ومتشابهان عند مقارنتهما فإن مركزي ثقلهما ينطبقان كذلك.

ذ- يتشابه وضع مركز الثقل في أي شكلين متشابهين وغير متساويين.

[1] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء ،المرجع السابق، ص ص46-47.

ر- إذا اتزن وزنان على بعدين معينين ، فإن أي وزنين آخرين مساويين لهما يتزنان على نفس البعدين.

ز- في أي شكل مقعر - أي ينحني طرفه إلى الداخل – الحدود ينحني مركز ثقله في نفس الاتجاه داخل الشكل".[1]

وانطلاقا من هذه المسلمات صاغ أو استنتج أرخميدس خمس عشر (15) نظرية مشتقة منها عن طريق التطبيق المباشر للمنطق، وهذه هي أهم نظريات أرخميدس:

1/-" الأوزان التي تتزن على مسافات متساوية تكون متساوية.

2/- عندما توضع الأوزان غير المتساوية على أبعاد متساوية لا تتزن لكنها تميل اتجاه الوزن الأكبر.

3/- عندما توضع الأوزان غير متساوية على أبعاد متساوية ( يمكن أن تتزن) أو هي قد تتزن فعلا، إذا كان الوزن الأكبر قد وضع على بعد أصغر.

4/- إذا لم يكن لوزنين متساويين نفس مركز الثقل فإن مركز ثقل الوزنين معا هو النقطة الواقعة على منتصف الخط الواصل بين مركزي ثقلهما.

5/- إذا وقعت مراكز ثقل ثلاث أوزان متساوية على خط مستقيم وكانت على أبعاد متساوية ينطبق مركز ثقل المجموعة على مركز ثقل الوزن الأوسط".[2]

---

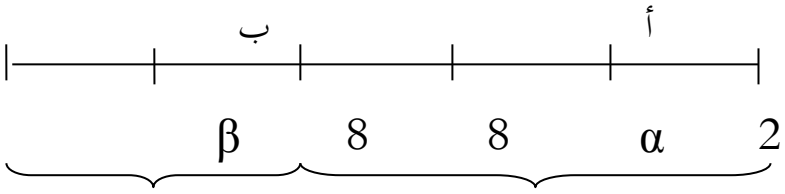
[1] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء ، المرجع السابق، ص47.

[2] : المرجع نفسه ،ص ص 48-49.

النظرية السادسة التي تتضمن ما اشتهر به أرخميدس وهي نظرية القانون الأساسي للرافعة، وهي كالتالي :

6- يتزن الوزنان إذا كان على مسافتين متناسبتين تناسبا عكسيا مع وزنيهما، أي لنفرض أن النسبة بين الوزنين أ،ب هي نسبة كسر مثلا3/5أي أن الكسر يتكون من عددين منطقيين، وأن النقطتين تمثلان مركزي ثقلهما كما يبين الشكل .

برهان أرخميدس لقانون الرافعة:




نرسم خطا مستقيما ( $\beta \propto$ ) لينقسم في النقطة (8) بحيث تكون :

$\overline{\text{أ . ب}} = (\alpha ،8) . (8 ، B)$

إثبات أن 8 هي مركز ثقل الوزنين معا.

بما أن أ، ب منطقان فكذلك يكون المستقيمان $\overline{8B}$ ، $\overline{\alpha 8}$ .2

إن مبدأ الرافعة يلعب دورا هاما جدا في شتى نواحي الحياة المختلفة من عتلة الفلاح التي يستخدمها ليبعد بها صخرة كبيرة سائبة إلى آلات اليوم المقعدة التي ابتكرتها الهندسة الحديثة ، ويهيئ لنا قانون الرافعة لأرخميدس فرصة إدخال فكرة ميكانيكية تختص بما للآلات على جانب عظيم من الأهمية تتعلق بالشغل الذي تبذله أي قوة أثناء عملها.

- **قانون الأجسام الطافية :**

عرف عن أرخميدس العديد من الكشوفات ويكون القانون الذي ينصب على نقص أوزان الأجسام المغمورة في الوسائل، ويصف لنا قتروقيس هذا القانون بقوله : " بالرغم من أن أرخميدس توصل إلى كشوف عديدة رائعة في مجالات مختلفة، إلا أن من بينها جميعا يبدو الكشف الذي سأسوقه وأخص به وليد العبقرية الفذة غير المحدودة ".[1]

وتعتبر قاعدة أرخميدس لازمة أخرى لقوانين اتزان الموائع فعندما لا ينغمر جزء من جسم ما، أو يغمر كله تماما في مائع في حالة سكون ، يضغط المائع على جميع أجزاء سطح الجسم الملامسة للمائع ويكون الضغط أكبر على الأجزاء الأكثر عمقا في المائع محصلة هذه القوى هي قوة رأسية لأعلى تعرف باسم قوة طفر الجسم المغمور ويمكننا تحديد مقدار واتجاه هذه القوة بطريقة بسيطة كما يلي:

"الضغط على كل جزء من السطح المغمور لا يتوقف على المادة التي صنع منها الجسم ولنفترض على المادة التي صنع منها الجسم ولنفترض الآن أن الجسم أو المقدار ما غمر منه ، قد استبدل بمائع من نفس المائع المحيط به، يقع هذا الجزء من المائع تحت ضغط مماثل للضغط الواقع على الجزء المغمور من الجسم ويكون في حالة اتزان ومن ثم فإن محصلة الضغوط هي قوة تؤثر إلى أعلى تعادل وزن هذا الجزء من المائع وتؤثر في مركز ثقله". [2]

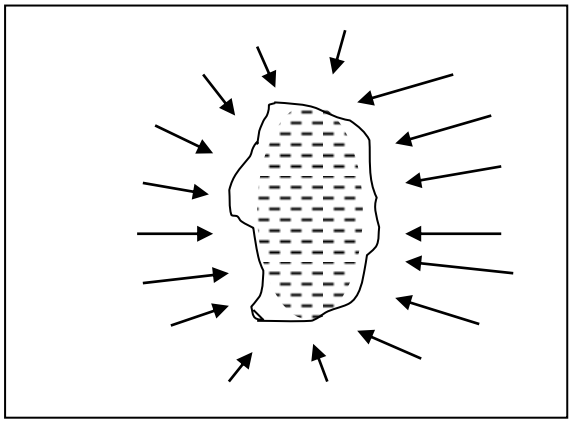
---

[1] :جاموف ، المرجع السابق، ص 52.

[2] : رزنك روبرت ، دافيد هاليدي ، الفيزياء لطلبة العلوم والهندسة ، تر: وديع انعم وآخرون ، مراجعة صلاح الدين خشبة، مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر ، مصر ، دط ن س، ص ص 621-622.

يقول أرخميدس : إذا غمر جسم جزئيا أوكليا في مائع فإنه يقع تحت تأثير قوة تؤثر إلى أعلى وتساوي وزنها يزيحه الجسم المائع ".[1]

قاعدة أرخميدس في الأجسام الطافية



**ظهور علم التجريب.**

بزوال الثقافة والحضارة الإغريقية توقف ركب العلم عن التقدم في أغلب المجالات والميادين بوجه علم والفيزياء بوجه خاص ، ولم يكن هذا التوقف مجرد وهم أو خيال، فقد كانت الحضارة الرومانية التي سيطرت على العالم تلك الحقبة وسيطرت على تاريخ الإنسان، واقتصر النقاش العلمي في تلك الفترة على مسائل تناولت البحث في موضوعات لا طائل منها ، مثلا كم من ملاك يمكنه الوقوف على رأس إبرة إلى آخره من المسائل التي لا تغني ولا تسمن من جوع.

ولقد عمل أصحاب تلك العصور أي العصر الوسيط على الاحتفاظ بأسوأ عناصر المفهوم اليوناني للعلم ، وعملت على تجميدها وتحويلها إلى ما يشبه العقيدة التي لا تناقش ، فقد كان سائدا بأن العلم بلغ قمته العليا عند أرسطو ، وبأن ما قاله هو الكلمة الأخيرة في أي ميدان من ميادين

[1]: رزنك روبرت ، دافيد هاليدي ، الفيزياء لطلبة العلوم والهندسة ،المرجع نفسه،ص623.

العلم، فلقد كان مضمون الفكر العلمي في تلك العصور خاضع لسيطرة الكنيسة، وآباء الكنسية، أي أنهم كانوا يعتبرون كل من يبحث في أمور علمية خارج سلطة الدين والكنيسة هو خارج حدود الدين، لكن مع بداية القرن الثالث عشر ميلادي 13 ظهر هناك رجال وعلماء حاولوا البحث في المجال العلمي عن إطار منهجي.

"وكانت أول نتائج البحث في المجال العلمي ظهور بوادر العلم التجريبي عند روجر بيكون* (1214-1294) الذي وضع أساس الفلسفة العلمية في القرن الثالث عشر في أكسفورد. رغم هذا التطور في المجال العلمي إلا أن العلم الطبيعي أي الفيزياء كان يسير ببطء إلى أن جاء عام 1400 حيث ازدهر علم الحركة على يد مدرسة بادو. التي تأثرت بالمدرسة الأوكامية، وكان علماء بادو"[1]

" وابتداء من بوليس البند في 1429 إلى كريمو نبني 1631 مدركين التباين الواضح بين علم الطبيعة الأرسطي وعلم الطبيعة الرياضي الذي بلغ درجة قصوى من الكمال على يد كوبرنيقوس وكبلر وجاليليوا وخاصة نيوتن". [2]

- **ثورة كوبر نيقوس : 1473– 1543.**

**"**كانت الثورة العقلية التي استغرقت عصر النهضة بشير ا بمقدم العلم الحديث ونذيرا باضمحلال اللاهوت القديم ، وقد سجل الفكر مولد علم الفلك الحديث على يد أحد الفلكيين والفيزيائيين وهو نيكولاس كوبرنيقوس، وقد رأى نيكولاس بمركزية الشمس ، وهذا ما عرضه كوبرنيقوس في كتابه " في دورات الأجرام السماوية "، وقد جاء رأي نيكولاس الذي قال بمركزية الشمس مخالفا

[1] : مبروك امل ، الفلسفة الحديثة ، الدار المعربة للطباعة والنشر ، القاهرة،د،ط، 2006، ص ص 56-57-58.

[2] : المرجع نفسه ، ص 58.

لآراء الكنيسة التي ظلت تتبنى رأي أرسطو في أن الأرض هي المركز لذلك لم ينشر كتابه إلا بعد وفاته وقاموا بتعديلات تتماشى وفق آراء الكنيسة".[1]

وكان إعلان كوبرنيقوس بمركزية الشمس ، استطاع هذا الأخير أن يوصف من خلال هذا النموذج الجديد الحركات الفلكية من الناحية المفاهيمية الصرفة وليس من الناحية الرصدية الدقيقة، أي أصبح هناك اختلاف بين الرصد والحساب.

"ومن ناحية أخرى فإنه من المهم أن نتعرف بأن نظرية كوبرنيقوس قدمت حسابا للحركات الظاهرة للكواكب على درجة عالية من الدقة، وأن الجدولة Tabulations والتي يطلق عليها اسم الجداول اللحظية لها أكثر نفعا من الحسابات القديمة، وهنا يمكن أخذ الأسباب التي أدت إلى نظام كوبرنيقوس."[2]

"لقد اكتشف كوبرنيقوس النظرية القائلة بمركزية الشمس Heliocentric وأحدث ثورة في مجال علم الفلك حين أكد دوران الأرض حول الشمس، فانتزع الإنسان من مكانته التي اعتصم بها بكبرياء معتبرا نفسه مركز الكون وغايته، لقد بدت ثورة كوبرنيقوس في أول الأمر وكأنها مجرد هدم لآراء بطليموس، لكن في الحقيقة هي أعمق من ذلك بكثير، فقد أحدثت تحولا فكريا هائلا حتى أن الفيلسوف الألماني كانط قال أردت أن أحقق ثورة في الفلسفة مماثلة لتلك التي حققها كوبرنيقوس في مجال الفلك. "[3]

---

[1] : ريتنشباخ هانزر، من كوبر نيقوس إلى أينشتاين ، المرجع السابق، د ط، 2006، ص ص 55-56-57-58.

[2] : مبروك أمل ، المرجع السابق، ص ص 63-64.

[3] : ريتنشباخ هانز ، المرجع السابق، ص ص 59-60.

- **يوهان كيبلر:**

"لقد بلغت الثورة الكوبرنيقية ذروة الأرض وغيرت النظرية الإنسانية للفلك لكنها كانت ما زالت بحاجة إلى الدقة ، لأن الدلالة الحاسمة لهذه الحقيقة تتطلب أجهزة فلكية أدق".[1]

" كان للعالم الفلكي والفيزيائي دورا هاما في تصميم الأجهزة ألا وهو الدانماركي تيكوبراهي الذي ولد سنة 1546 وتوفي سنة 1601، وقد صمم تيكو أجهزة بالغة الدقة، بينما اضطر كوبرنيقوس على سبيل المثال لاكتفاء بقياسات تصل إلى 10 درجات من القوس 10 of the arc، وهذا يقابل تقريبا زاوية مغطاة بقطعة عملة فئة خمسة قروش على مسافة ستة أمتار فإن تيكو قد زاد دقة القياس حتى وصل به إلى نصف دقيقة من القوس".[2]

ويرجع الفضل في هذه الدقة أساسا إلى استخدام المنظار المقرب.

لقد قال كبلر في حق تيكوبراهي مع العلم أن كبلر كان مساعدا لتيكو " إن الكرم الإلهي قد جعل لنا من شخص تيكو ملاحظا بلغت دقته حدا يستحيل معد أن نتصوره خطأه ...".[3]

لقد استعان يوهان كبلر "الذي ولد 1571 وتوفي 1630، والذي تجاوزت شهرته شهرة أستاذه ، بجهاز قياس الأجرام السماوية الذي صممه أستاذه تيكو، كما حدد كبلر مسار كوكب

---

[1] : ريتنشباخ هانز ،المرجع السابق ، ص ص62-63.

[2] : هاليدي روبرت الفيزياء، لطلبة العلوم والهندسة ،الرجع السابق، ص 60.

[3]: هاليدي روبرت ،المرجع نفسه،ص67.

المريخ بناء على عدة ملاحظات فردية حتى استطاع أن يعلن بيقين أن مسار المريخ بيضاوي الشكل" [1]

كما اكتشف بفضل القياسات المحضة قوانين أخرى تتعلق بحركة الكواكب وهي كالتالي :

أ- "تتحرك جميع الكواكب في مدارات ناقصة تقع الشمس عند إحدى بؤرتيها سمي هذا قانون المدارات.

ب- يمسح المستقيم الواصل بين أي كوكب والشمس مساحات متساوية من الازمنة المتساوية ، سمي قانون المساحات.

ج—يتناسب مربع الزمن الدوري لأي كوكب حول الشمس مع مكعب متوسط بعده عن الشمس ، سمي قانون الأزمنة الدورية.

بعد كل هذا التطور الحاصل على كبلر كتب يقول على نفسه في كتابه " انسجام العالم " الذي ظهر في عام 1619 " لقد وجدت أخيرا – وثبت صدق توقعاتي وآمالي – أن حركات الأجرام السماوية في إجمالها وتفصيلها تعبر عن انسجام الطبيعة وإن لم يكن على النحو الذي تخيلته سابقا بل على نحو آخر أكثر كمالا ... إنه النحو نفسه ، لو أنك غفرت لي الذي أتقبله وأكون سعيدا بتقبله، وإن كنت غافيا، وسأجرب حظي وأضع كتابا ليطالعه معاصري أو الأجيال المقبلة

[1]: ريشنباخ هانز ،من كوبر نيقوس إلى أنشتين،المرجع السابق ص63 .

التي قد لا يظهر فيها من يهتم بكتابي هذا إلا بعد قرون طويلة، وما لي لا أنتظر والإله نفسه قد ينتظر ستة آلاف سنة حتى يفقه أحكامه من يتأملونها ". [1]

- **غاليلوغاليليله :**

على الرغم من الاكتشافات الدقيقة التي أسهمت في تطوير وإكمال الصورة الفلكية للعالم بشكل ملحوظ ، فهي أساسها كوبرنيقية وإن اختلفت بقدر كبير عن الفكرة الكوبرنيقية للعالم ، فلقد اتفق كل من كوبرنيقوس وكبلر على أن المجموعة الشمسية قد شغلت الفراغ الكوني.

"ولقد كان في نفس الفترة التي عاش فيها كبلر عالم آخر وهو غاليلوغاليليه الذي ولد سنة 1564 بإيطاليا وتوفي 1642 ، لقد دافع غاليلو على فكرة كوبر نيقوس وكبلر ، ولكنه قام بتطوير أفكارهما ، فقد تحدى أراء الكنيسة التي قالت أنه لا أساس لنظرية كوبر نيقوس وكيلر ، لكن غاليليه كان مهتم لآرائهما، وأظهر سنة 1623 كتابا باللغة الايطالية يعارض فيه آراء بطليموس ويوافق آراء كوبر نيقوس ، وهذا الكتاب عبارة عن حوار سمي حوار الطرشان ".[2]

"وقد أكمل غاليليه تصميم منظار كبلر ، حيث أصبح أول منظار عملي استخدم في ملاحظة السماء، ولقد قام جاليلو بتوجيه المنظار إلى القمر، وعرف البقع الموجودة على سطحه، على أنها جبال ضخمة وذلك سنة 1610، وذلك بالنسبة إلى مظهرها الخشن المتعرج.

---

[1] : ريتنشباخ هانز ، المرجع السابق ، ص 64.

[2]: ريتنشباخ ،هانز المرجع نفسه،ص65.

كما قام بتوجيه منظاره إلى كوكب الزهراء فوجد شكله هلاليا شبيها بالهلال الدائري الذي يظهر على فترات منتظمة".[1]

"وقد نظر كذلك غاليليه إلى قانون تساقط الأجسام ، وقد جاءت ملاحظته كما قال غاليليو أنه عندما يسقط حجر من الأعلى كلما اقترب من الأرض ازدادت سرعته ، فحاول غاليلو أن يستنبط القانون الرباعي الذي يتحكم في تلك الحركة ذات السرعة المتزايدة ، إلا أن التساقط الحر للأجسام يبلغ من السرعة ما يحول دون دراسته بالتفصيل من غير استعمال الأجهزة الحديثة على غرار التصوير، ولذلك قرّر غاليلو أن يمد قوى الجاذبية أي قبضة الأرض، بأن يجعل الكرة تتدحرج من أعلى مستوى مائل فكلما ازداد ميل المستوى تدحرجت ميل المستوى الكرة بسرعة أكبر.

وفي النهاية عندما يصبح المستوى رأسيا تماما تسقط الكرة حرة طليقة بمحاذاة المستوى .

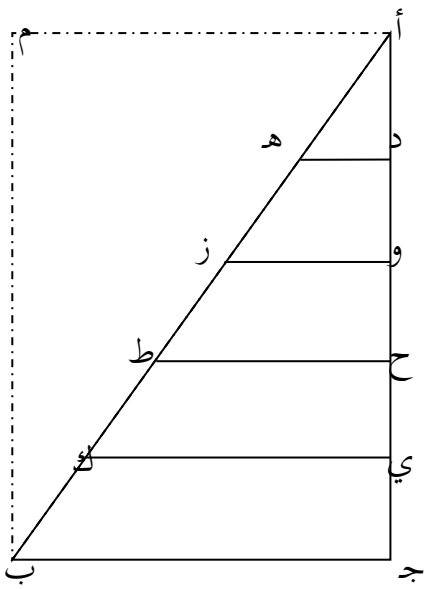
ويمكن التعبير عن هذا القانون رياضيا كالتالي : تناسب المسافة الكلية التي تقطعها الكرة خلال فترة معينة من الزمن مع مربع الزمن".[2]

أو كما عبر عنها غاليلو : هو تناسب مزدوج مع الزمن ، في الحقيقة لو أننا اتخذنا المسافة كالتي تقطعها الكرة خلال الفترة الأولى من الزمن كوحدة لطول لوجدنا أن المسافة الكلية التي تقطعها الكرة في نهاية الفترات المتتابعة هي حسب قانون التربيع والشكل التالي يبين ذلك

---

[1]: طيبة ماهروزادة،العلمانية والعصرانية ،تع:عبد الرحمان العلوي،دار الهادي للطباعة والنشر –لبنان،ط2006،1،ص52.

[2] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء ، ص 81-82.




"هذا برهان غاليلو على أنه في حالة الحركة العجلة ( المنتظمة) عندما تبتدئ من السكون تعادل المسافة التي يقطعها الجسم، نصف المسافة التي يقطعها أو أنه عبر المسافة كلها بنفس السرعة ."[1]

ولقد نظر غاليلو كذلك للحركة وذلك من خلال القانون الأساسي للحركة الذي يقول كالتالي " أن كل جسم يتحرك في خط مستقيم وبسرعة منتظمة، ما لم تؤثر عليه قوى خارجية، وأن هذه الحركة لا تتوقف أبدا من تلقاء نفسها ".[2]

[1] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء ، المرجع السابق، ص ص 83-84.

[2] : ريتنشباخ هانز ، من كوبر نيقوس إلى اينشتاين، ص 68.

# الفصل الثاني : دراسة إبستيمولوجية لفيزياء نيوتن

## المبحث الأول:قوانين فيزياء نيوتن

## المبحث الثاني: المكان والزمان في فكر نيوتن

## المبجث الثالث :البصريات

**المبحث الأول:قوانين الفيزياء النيوتونية**

بعد أن قمنا في الفصل الأول بعرض مدخل للمفاهيم و تتبعنا مراحل تطور الفيزياء الطبيعية، حيث اتضحت لنا الرؤية حول هذا البحث، و نحن الآن في الفصل الثاني نقوم بعرض الموضوع مباشرة حيث سنتناول في هذا المبحث قوانين الفيزياء النيوتونية.

لقد حاول العلماء و الفلاسفة عبر التاريخ تفسير حركة الأجرام السماوية كالنجوم و الكواكب، لكن جميع النظريات كانت تحاول وصف ما يحدث من غير أن تتطرق بشكل فعلي إلى الأسباب الحقيقية وراء الحركة و كيفية حدوثها.

مع بداية النهضة العلمية في أوربا بدأ العلماء بوصف النظريات الفيزيائية بشكل رياضي في علاقات تربط بين الأسباب و النتائج، فكان إسحاق نيوتن في القرن السادس عشر في انجلترا يعمل على تطوير حساب التفاضل و التكامل في الفيزياء، في نفس الوقت و في نتيجة عمله خرج نيوتن بثلاثة قوانين تصف الحركة و أسبابها، و قد تم فيما بعد اختبار هذه القوانين و التحقق منها، و أصبحت تعرف باسم قوانين نيوتن للحركة. و الحقيقة أن هذه القوانين ليست جديدة بشكل كامل، لأنها كانت معروفة عند فلاسفة الإغريق أمثال أرسطو و العرب أمثال إخوان الصفا و ابن سينا، و لكن الجديد في هذه القوانين هو وضعها على شكل رياضي، أي علاقة رياضية تستطيع التنبؤ بنتائج الحركة عند معرفة الأسباب التي أدت إليها.

و لقد استعمل إسحاق نيوتن بعض التعاريف مدخلا إلى الفيزياء النيوتونية الرياضية و هي كالتالي:

**التعريف رقم 01:**

"كمية المادة الكتلة هي ما تقاس به، نتيجة كثافتها وجرمها أي حجمها معا، وعلى ذلك إذا ضوعفت كثافة الهواء الذي يشغل حيز حجم معينا مرتين كما ضوعف الحيز (الحجم) مرتين، فإن كمية الهواء تتضاعف أربع مرات، وعندما يصير الحيز (الحجم) ثلاث أمثال قيمته الأصلية تصبح كمية الهواء ستة أمثال قيمتها، وكذلك الأجسام التي تختلف كثافتها تبعا لعوامل متباينة مهما كانت هذه العوامل ، ويعبر عن هذا في لغتنا المعاصرة ، إن كتلة أي جسم هي حاصل ضرب كثافته في حجمه.

**التعريف رقم 02 :**

كمية الحركة هي ما تقاس به، نتيجة السرعة وكمية المادة معا، أي أن كمية الحركة التي نطلق عليها عادة اسم قوة الدفع الميكانيكي أو حتى مجرد قوة دفع لأي جسم هي حاصل ضرب سرعته في كتلته"[1].

**التعريف رقم 03:**

"إن الخمول أو قوة المادة على الاحتفاظ بحالتها، هي القوة التي يستطيع بها أي جسم على قدر ما أودع فيه منها، المثابرة على حالته الراهنة، سواء أكانت هذه الحالة هي السكون أم التقدم بحركة منتظمة في خط مستقيم معتدل، وتتناسب هذه القوة دائما مع كتلة الجسم الذي يتضمنها، وهي لا تختلف في شيء عندما تكون الكتلة في حالة خمود إلا في طريقة تصورنا لها.

[1] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء،المرجع السابق ص 104.

وبذلك يكون الخمول بمعنى المشهور هو القصور أو قوة عدم النشاط.

**التعريف رقم 04:**

القوة المؤثرة في فعل يقع على الجسم ليغير من حالته سواء أكانت هذه الحالة هي السكون أم الحركة المنتظمة في خط معتدل ( مستقيم)."[1]

- **قوانين الحركة عند نيوتن:**

**القانون الأول : قانون العطالة**

"ينص هذا القانون على أن كل جسم في حالة سكون أو في حالة حركة مستقيمة منتظمة يظل على سكونكه، أو يستمر في حركته المستقيمة المنتظمة ما لم تؤثر فيه قوة لا توازنها قوة أخرى تعاكسها

( نقول غير متوازنة (unbalaneed)، و هذا يعني ببساطة أن حالة الحركة لجسم ما ( و من ضمنها السكون بصفته حالة حركة ) لا يمكن أن تتغير إلا بتأثير قوة غير متوازنة، و مما يجدر ذكره أن أي جسم يمكن أن يظل تحت تأثير مجموعة من القوى، و لكن حالة الجسم الحركية لا تتغير إلا إذا لم ينعدم مجموع هذه القوى المؤثرة فيه ( أي إذا وجدت قوة واحدة غير متوازنة). و لما كان تغير حالة الجسم الحركية يعني تسارعه، فالتأثير الذي تحدثه قوة غير متوازنة في جسم ما، هو كما يتبين مما سبق- تسريع حركته."[2]

---

[1] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء المرجع السابق، ص ص 105-106.

[2] :لويد متز و جيفرسون هين ويقر، قصة الفيزياء، تر: د. طاهر تربداد و وائل الأتاسي، دار طلاس للدراسات و الترجمة و النشر، دمشق،ط2، 1994،ص79.

"تسير الكرة الموضوعة على مستوى أفقي، والتي لا تؤثر فيها أية قوة في اتجاه تحركها على خط مستقيم بسرعة منتظمة، وتستمر الكرات في حركتها ما دامت لا تعوقها مقاومة الهواء، و لا تسوقها إلى أسفل قوى الجاذبية."[1]

إذا لهذا القانون حالتان: (1) إذا كان الجسم في حالة سكون، و لم يتعرض لقوة خارجية، فانه يبقى في حالة سكون،(2) إذا كان الجسم يتحرك بسرعة منتظمة، و لم يتعرض لقوة خارجية، فانه يستمر بالحركة بهذه السرعة.

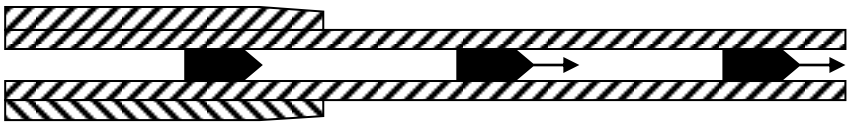
## القانون الثاني : قانون القوة الحركة و التسارع

يبين قانون نيوتن الثاني في الحركة، "علاقة كمية بين القوة المطبقة على الجسم و التسارع الذي تكسبه إياه، و كان نيوتن على بينة من أنه يجب أن يكون للتسارع اتجاه القوة و أن يتناسب معها طردا، و قد عبر عن هذه الفكرة بقوله: إذا أثرت قوة غير متوازنة في جسم ما، فان هذا الجسم يكتسب تسارعا في اتجاهان، و حاصل قسمة مقدارها على مقدار التسارع يظل هو نفسه( ثابتا ) مهما كان مقدار هذه القوة، و يعبر عن هذه الفكرة جبريا بالمعادلة: f=ma، التي يدل فيها f على القوة المؤثرة، و a على التسارع، و m على الثابت الذي طابقه نيوتن مع كتلة الجسم العطالية. إن هذه المعادلة على بساطتها هي التي بشرت بمولد العلم الحديث، و هي من أشهر المعادلات في تاريخ العلم، و يشار إليها عادة باسم " معادلة نيوتن في الحركة "، هي أيضا أساس الديناميك النيوتوني كله، و قد ظلت سائدة في الفيزياء كلها

[1] : بوش، أساسيات الفيزياء، المرجع السابق، ص 55.

حتى مطلع القرن العشرين حين استبدلت بها نظرية الكم و نظرية النسبية عددا من المظاهر غير المألوفة."[1]

" و في هذا القانون يتناسب التغيير في الحركة أي في الدفع الميكانيكي مع القوة المحركة المؤثرة، ويتم في اتجاه الخط المستقيم الذي تؤثر فيه تلك القوة، أي معدل التغيير في العزم كمية الحركة Nomentum يتناسب مع القوة المؤثرة على الجسم، ويكون اتجاه العزم في نفس اتجاه القوة المؤثرة، ويسمى هذا بقانون تناسب القوة والسرعة Proportion of force and Nebocity.



فعندما تدفع القذيفة داخل ماسورة البندقية بفعل غازات مسحوق البارود فإن سرعتها تتزايد باستمرار، فإذا اتجهت حركة عن قوة ما، فإن ضعف هذه القوة مرتين ينجم عند ضعف تلك الحركة." [2]

ويمكننا أن نصوغ القانون الثاني لنيوتن بطريقة أخرى تختلف بعض الشيء عن الطريقة الأولى، "بما أن كمية الحركة هي حاصل ضرب كتلة الجسم المتحرك في سرعته، فإن معدل التغيير في الحركة هو حاصل ضرب الكتلة في معدل التغيير في السرعة، وعلى ذلك نستنتج أنه تتناسب عجلة أي جسم تؤثر فيه قوة محيطة تتناسب طرديا مع تلك القوة وعكسيا مع كتلة

[1]:لويد متز و جيفرسون هين، المرجع السابق، ص80.

[2] : مناف عبد المحسن ، الميكانيك الكلاسيكي، الدار العلمية الدولية للنشر والتوزيع، ط1، 2003، ص ص 49-50.

الجسم، وعلى أساس هذا القانون نستطيع أن نقترح وحدة للقوة ونعرفها بأنها القوة التي عندما تؤثر في جسم كتلته " جرام" واحد تكسب عجلة قدرها سنتمتر واحد في الثانية لكل ثانية، وتسمى وحدة القوة هذه باسم داين Dyne وقيمتها صغيرة، إذ تبلغ نحو قدر القوة التي تسحب بها النملة حملها، وتستعمل في الهندسة عادة وحدة تعادل $10^{\circ}$ داين يقال لها نيوتن ." [1]

## القانون الثالث : قانون الفعل و رد الفعل

" يقصد بذلك أنه لكل فعل رد فعل يساويه في المقدار و يعاكسه في الاتجاه، بكلمات أخرى إذا أثر جسم A بقوة شعاعها F على جسم B فان الجسم B سيؤثر على الجسم A بقوة شعاعها F – (معاكسة للقوة F).

فهذا القانون لا يختلف في بساطته عن القانونين السابقين، و لكنه يدخل في تأثير القوى تناظرا متمايزا لا يظهر في القانونين الأوليين. فهو ينص في المقام الأول على أن القوى لا تظهر في الطبيعة إلا على صورة ثنائيات، تتألف كل ثنائية منها من قوتين متساويتين و متعاكستين."[2]

ولقد وضح لنا نيوتن هذا القانون بالمثال التالي:

"نابض مضغوط بين كرتين يؤثر عليهما بقوتي دفع متساويتين، وإذا ما افترضنا في الشكل أن كتلتيهما متساويتان تتحركان في اتجاهين مضادين بسرعتين متساويتين.فعندما يسحب جسم جسما آخر ويضغط عليه نجده يعاني من هذا الجسم الأخير قدرا مماثلا من

---

(1) : يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، دار قباء للطباعة والنشر، مصر، د ط، 2001، ص 196.

(2): لويد متز و جيفرسون هين، المرجع السابق، ص81.

الشد أو الضغط، فمثلا عندما تضغط بأصبعك على قطعة من حجر تجد أن أصبعك تعاني كذلك ضغطا من هذا الحجر، وعندما يسحب حصان ما حجرا مربوطا في حبل فإنه يقع تحت تأثير شد مماثل اتجاه الحجر، وذلك لأن الحبل المشدود يتراخى تارة ويستقيم مرة أخرى بحيث يجعل الشد اتجاه الحصان وعينه الشد اتجاه الحجر، وبذلك يحول دون تزايد أحدهما دون الآخر."[1]

و لفهم هذا القانون فهما أفضل ندرس التأثير المتبادل بين جسمين يشد كل منهما الآخر بفعل الثقالة، مثل الشمس و الأرض، فهذا القانون ينص على أن مقدار جذب الشمس للأرض يساوي مقدار جذب الأرض للشمس و يعاكسه و أن الجذبين يعملان على المنحى نفسه، و لكن كلا منهما يعاكس الآخر.

- **قانون نيوتن للجاذبية :**

اكتشف علماء الفلك قبل نيوتن بفترة كبيرة أن كواكب نظامنا الشمسي تدور حول الشمس، وقد عرفت حركات هذه الكواكب بدقة كبيرة، كما أمكن التنبؤ بحركتها في المستقبل بمنتهى الدقة، ولكن هذا قد تحقق في الواقع بدون فهم حقيقي لأسباب هذه الحركات.

"كان نيوتن أول من وضع طبيعة القوى المسؤولة عن الحركة الكوكبية، وكان أول من طرأت له فكرة الأقمار التابعة للأرض، حيث قال في الجزء الثالث من البرنسيبيا: ويصبح من اليسر علينا أن ندرك أن الكواكب تظل محتفظة بأفلاكها تحت تأثير القوة الطاردة المركزية عندما ندرس

[1]:إبراهيم مصطفى إبراهيم، في فلسفة العلوم، دار الدنيا للطباعة و النشر، الإسكندرية، 2000، ص 12.

حركات القذائف، فالحجر عندما يقذف يرغم تحت تأثير ضغط وزنه على الخروج من نطاق الحركة في مسار مستقيم، ذلك المسار الذي كان يحتفظ به لو أنه ظل تحت تأثير الدفعة الأولى وحدها، و يرسم الحجر خطا منحنيا في الهواء ليعود إلى الأرض خلال هذا الطريق الملتوي، وكلما زادت سرعة قذفه كبرت المسافة التي يقطعها قبل أن يسقط على الأرض، وعلى ذلك يمكننا أن نفترض أن السرعة تتزايد تدريجيا بحيث يقطع الحجر قوسا طولها 1 ،2،3،10، 100، 1000 ميل قبل أن يصل إلى سطح الأرض، حتى يصل في النهاية إلى الحد الذي يزيد فيه على أبعاد الأرض وعندما يمرق إلى الفضاء دون أن يمس سطحها ".[1]

"مسار القمر الصناعي من حول الأرض كحالة نهائية لمسارات القذائف التي تتساقط إلى سطح الأرض على أبعاد متزايدة من الحبل الذي تطلق منه (الشكل الأصلي في برنسيبيا). [2]

" والشكل يوضح ذلك، لنفرض أن **أ ف ب** يمثل سطح الأرض، وأن **م** هي المركز كما أن **ق د ، ق هـ، ق ف** هي على الترتيب المنحنيات التي يرسمها الجسم عندما يطلق في اتجاه أفقي من أعلى قمة جبل مرتفع **ق** بسرعة تتزايد على التدريج، وكما أن الحركات أي حركات الأجرام السماوية، فلما تعرقلها المقاومة الضئيلة أو المعدومة للفضاء الخارجي الذي توجد فيه أجرام السماء .

---

[1]: بوش، أساسيات الفيزياء، تر: سعدي الجزيري، المرجع السابق،ص ص 84.

[2] : المرجع السابق، ص 84.

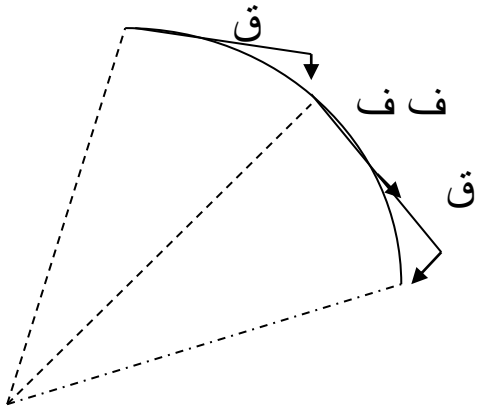
ولكننا عندما نتصور أن الأجسام تقذف في اتجاهات توازي الاتجاه الأفقي من أعلى ارتفاعات أكثر مثل :0 ، 10، 1000 أو أكثر من الأميال، أو من علو يعادل عدة أضعاف الأرض، فإن هذه الأجسام سوف ترسم بدرجات متفاوتة، فينطلق إلى السماء ليصبح في مدارات تحاكي مدارات الكواكب السيارة سواء بسواء، كل ذلك تبعا لاختلافات السرعة الأصلية التي يقذف بها الجسم، وكذلك تبعا لتغير قيمة قوى الجاذبية بتغيير الارتفاع الذي يطلق منه الجسم. "[1]

و هي تلك الفكرة التي ادعاها نيوتن أو ما ادعى عندما راقب تفاحة تسقط من شجرتها.و لكي يثبت نيوتن العلاقة بين قوى الجاذبية و المسافة أو البعد من مركز الأرض، قرر نيوتن أن يقارن تساقط الحجارة أو التفاح على سطح الأرض و حركة القمر الذي يعتبر أنه في حالة تساقط مستمر، و بهذه الطريقة استطاع نيوتن أن يقارن بين القوة الفلكية التي تؤثر على القمر، و القوة الأرضية التي تؤثر على الأجسام التي تستخدمها كل يوم في حياتنا العادية.

"ويمثل الشكل التالي الطريقة التي استخدمها نيوتن حول القمر أو هو يدور من حول الأرض في مدار دائم تقريبا."[2]

[1] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء،المرجع السابق ، ص 112.

[2] : باشا أحمد وآخرون، أساسيات العلوم الفيزيائية، دار الفكر العربي للطباعة و النشر، دط،2004، ص ص 98-99.




"فإذا اعتبرنا **ق** بمثابة أي نقطة على المسار وجدنا أنه في الوضع **ق** تكون للقمر سرعة خاصة في اتجاه عمودي على نحت قطر دائرة، فإذا لم يكن هناك قوى تؤثر على القمر فإنه بطبيعة الحال ينطلق مندفعا في خط مستقيم، بحيث يصبح بعد مضي وحدة الزمن في الوضع الجديد **ق** ولكن بما أنه في الواقع يحل **ق–** بدلا من **ق**، فإنه يجب اعتبار المسافة **ق ق** بمثابة ما يقطعه القمر في وحدة الزمن خلال تساقطه الحر اتجاه الأرض، وتبعا لنظرية فيتاغورث نجد أن :

$$\overline{ق\ ق} = \sqrt{1 - 2\ ف\ (1\ ف)2 + \left(\overline{ق\ ق}\right)}$$

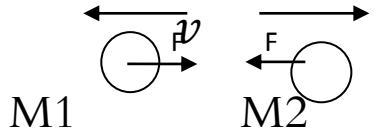
وذلك لان 1 ق = 1 ف ويمكن البرهنة عليها جبريا كالتالي:

$$\frac{2(\overline{ق\ ق})}{2ق} \text{ أو } \frac{1}{2}\left(\frac{2\ ق\ ق}{ق}\right)\overline{x}\ ق$$

ولكن السرعة الزاوية للقمر خلال سيره من حول الأرض هي $\frac{ق\ ق}{ق}$ على الترتيب، أي أن هذه القيمة هي التغيير في مقدار الزاوية التي يصنعها القمر في مداره خلال ثانية واحدة من الزمن.

ولما كان القمر يرسم دائرة كاملة في الشهر فإن سرعة الزاوية هذه هي تساوي 2ط مقسومة على طول الشهر بالثواني، أي تساوي $2\pi / 22 \times 10^{-6}$ .

ويعتبر نيوتن أول من عبر عن القوة الجاذبة بين جسمين في صورة رياضية، فقد قارن الطريقة التي يجب أن تتحرك بها الكواكب تحت تأثير قوى جاذبة افتراضية مختلفة بحركتها المعروفة، فوجد أن نوعا واحدا من القوى هو الذي يؤدي إلى حركة مطابقة تماما للحركة المعروفة، و هذه القوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتي الجسمين وتتناسب عكسيا مع مربع المسافة بينهما، فإذا كانت المسافة بين مركزي الجسمين الكرويين كما هو في الشكل :




وكانت كتلتا الجسمين هما $m1, m2$ فإن القوة الجاذبة التي تؤثر بها إحدى الكرتين على الأخرى ستعطي بالمعادلة التالية $f = G\frac{m1m2}{m2}$ ، حيث g ثابت تناسب قيمته المذكورة فيما بعد وهذا هو قانون الجاذبية العام لنيوتن." [1]

" أما بقية أعمال نيوتن في الجاذبية فتنقسم إلى قسمين أساسيين، فقد طبق قانون لتفسير ظواهر سماوية معينة راجعة إلى تأثير جاذبية الأجسام السماوية على الأرض، مثل ظاهرة المد والاستقبال الفلكي للاعتدالات الشمسية، وطبقه أيضا لتفسير الانحرافات الصغرى في حركة

[1] :بوش، أساسيات الفيزياء، تر: سعدي الجزيري، المرجع السابق، ص ص 83-84.

الكواكب خصوصا حركة القمر، والتي تعود إلى واقعة مؤداها أن كل جسم ينجذب إلى حد ما بواسطة كل الأجسام الأخرى للنظام الشمسي ."[1]

يعطي نيوتن الأولوية المطلقة للمنهج التجريبي في الفيزياء و يستبعد الأفكار المسبقة و الافتراضات hypothèses التي تمثل ركيزة منهجية أساسية في الفيزياء الديكارتية بدل التجربة و الاستقراء.

"ويلح مكتشف نظرية الجاذبية العامة على الفكرة نفسها في التعليق العام الذي ينهي به (كتاب المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية) إذ يقول: لم أتمكن بعد من استخلاص الجاذبية من الظواهر الحسية و لا أتخيل أبدا افتراضات لأن ما لم يستنتج من الظواهر الحسية افتراض، و الافتراضات ميتافيزيقية كانت أو فيزيقية أو ميكانيكية أو مستترة لا ينبغي أن تقبل في الفيزياء".[2]

" و قد مارس صاحبنا هذا المنهج بالفعل، و حسبنا أن نذكر في هذا الصدد بتلك التجارب التي عرضها لتبرير المفاهيم و القوانين الفيزيائية، فنيوتن يقول مباشرة بعد نص القانون الأول:إن الأجسام المقذوفة تواصل حركتها، لكن قوة الجاذبية تجذبها نحو الأرض و صلابة الهواء تؤخرها"[3].

---

[1] :يمنى طريف خولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، ، المرجع السابق، ص 201.

[2] :issac newton, principes mathemqtiaues de la philosophie naturelles- nouvelle edition chez Albert ,traduction par la marquise du chastellet P76.1996.,paris,Banchard

[3] :إسحاق نيوتن، نفس المصدر،ص 125.

و يستدل على ذلك من أن أجزاء الدوامة تبتعد بصفة مستمرة عن الخط المستقيم رغم تماسكها لأن صلابة الهواء تعوقها بصفة تدريجية.

و طبعا فالتجارب التي يذكرها نيوتن في هذا الصدد لا يمكن التثبت منها في ظروف طبيعية عادية بل لا بد من تهيئة الظروف التجريبية الملائمة للمقام التي تقتضي أساسا الخلاء البويلي le vide de boyle، و كلنا يذكر التجربة التي يوردها نيوتن لتبرير وجود الحركة المطلقة في الطبيعة: ندير إناء ماء مربوطا بحبل و نواصل هذه العملية حتى يصبح ذلك الحبل صلبا جدا من شدة الالتواء ثم نفعم بعد ذلك الإناء ماء و نترك الكل في حالة سكون و نجعل الحبل ينحل، و يعقب عالمنا قائلا:" انه يكون للاناء بهذه الصفة حركة تدوم مدة طويلة، و في البداية تبقى صفحة الماء الموجود في الإناء مسطحة مثلما كانت قبل عملية الالتواء، و لكن بعد برهة عندما تنتقل حركة الإناء إلى الماء الذي تحتويه تدريجيا، فان الماء يأخذ في الدوران و في الارتفاع نحو شفة الإناء و يصبح مجوفا".[1]

و مهما يكن من أمر، فكتاب نيوتن( المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية) يعج بمثل هذه التجارب على تنوعها و تشعب الظروف التي تقام في إطارها، و الأكيد إذن أن نيوتن تجريبي في علم الطبيعة خلافا لمعاصريه و خصميه ديكارت و ليبنتز.

[1] :إسحاق نيوتن، المصدر نفسه.ص ص 156-157.

## المبحث الثاني

- **البصريات :**

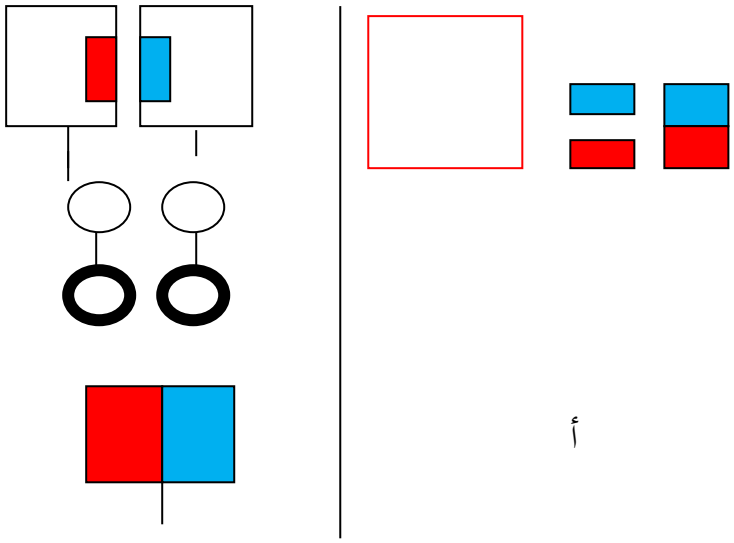
درُس نيوتن البصريات من العام 1670-1672، في هذه الفترة، تحقّق من انكسار الضوء وبرهن على أن الضوء الأبيض ممكن أن ينقسم إلى عدة ألوان عند مروره خلال المنشور ومن الممكن بالتالي تجميع حزمة الألوان تلك من خلال عدسة منشور آخر ليتكون الضوء الأبيض من جديد. باستنتاجه هذا، تمكن نيوتن من اختراع المقراب العاكس ليتغلب على مشكلة الألوان التي تظهر في التلسكوبات المعتمدة على الضوء المنكسر.

تخرج من علم الميكانيكا الذي هو واسع المجال عند السير إسحاق لكي تفسح المجال العرض بصرياتهن وتقتصر أهم أعمال نيوتن في هذا المجال على دراسة الألوان، والبرهان الأساسي على أن الضوء الأبيض هو في الواقع خليط من الأشعة المتباينة الأوان ابتداء من الأحمر إلى البنفسجي، فعندما بلغ الثالثة والعشرون اشترى منشورا زجاجيا يحاول بدراسته ظاهرة الألوان، وهذا بدل على كل اكتشافه يرجع تاريخها إلى تلك المرحلة من حياته

"ففي سنة 1692 في شهر فبراير ترك نورا أي موقد في غرفته وقصد الكنيسة، وصادف أن راحت النار تلتهم أوراقه وكان من بينها أوراق أعمال وفيرة عن البصريات، تضمنت تجارب وبحوث عشرين عاما. وهكذا لم تظهر الطبعة الأولى من كتاب البصريات لنيوتن إلا في سنة 1704، ونحن ليس أمامنا إلا الحيرة بين إرجاع هذا التأخير إلى ذاك الحريق، أوإلى إلى تباطؤ نيوتن في نشر أفكاره

على الملأ في وجه خصمه العنيد روبرت هوك، وفي مطلع ذلك الكتاب يبادر نيوتن إلى وصف تجربة بسيطة تثبت أن الضوء المكون من عدة ألوان عدة (انكسارات) متباينة".[1]

"ولكي يدل على ذلك أخذ قطعة طويلة من الورق المقوى ، ودهن نصفها باللون الأحمر اللامع ، والنصف الآخر باللون الأزرق ، ثم رفعها بجانب النافذة . كما هو مبين في الشكل."[2]



أ

ب

كما قلنا وضعها جانب النافذة وراح ينظر إليها من خلال المنشور الزجاجي ثم قال:"وجدت أنه عندما تدار زاوية الانكسار للمنشور إلى أعلى بحيث يمكن رؤية الورقة مرتفعة فوق وضعها الأصلي بالانكسار، فإن نصفها الأزرق يرتفع بقدر أكثر من نصفها الأحمر تحت تأثير هذا العامل، ولكن

[1] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء ،الرجع السابق ، ص 124.

[2] :المرجع نفسه، ص 125.

عندما تدار زاوية الانكسار للمنشور إلى أسفل، بحيث تبدو الورقة منخفضة عن وضعها الأصلي بالانكسار، فإن نصفها الأزرق يزاح إلى أسفل خلال مسافة أكبر من تلك التي يزاح خلالها النصف الأحمر.

وعلى أساس هذه التجربة قرر أن الضوء الأزرق إنما ينكسر بدرجة أكبر من الضوء الأحمر واستنتج أنه عندما نستخدم عدسة من أجل تجميع كل من الضوئين الأحمر والأزرق فإنه لا مناص من تجميعها لها على بعدين مختلفين منها، وعمد من اجل إثبات هذا الاستنتاج إلى استخدام قطعة من الورق دهن نصفها باللون الأزرق ونصفها الآخر بالأحمر، وأضاءها بشمعة لأن التجربة كانت في الليل، وحاول أن يحصل على صورة واضحة على قطعة أخرى من الورق باستخدام عدسة (الشكل السابق في جزئه ب)".[1]

واستعان نيوتن بعدة خيوط سوداء شدها على قطعة الورق من أجل التأكد من دقة أو حدة الصور الناتجة، ولم يستطع من ذلك حسب تصوره، أراد أن يحصل على صورتين واضحتين لجانبي الورقة الملونة في آن واحد، لهذا قال : " وليقد حاولت قدر المستطاع أن أعين الوضعين اللذين فيهما تظهر صورة كل من نصفي الورقة الأزرق والأحمر أكثر وضوحا، فوجدت أنه عندما يظهر نصف الورقة الأحمر على أتم وضوح وجلاء يكون النصف الأزرق مضطربا، بحيث تصعب

[1] : جاموف جورج ، قصة الفيزياء ،المرجع نفسه ص ص، 122-123.

رؤية الخطوط السوداء عليها ، وعلى العكس من ذلك عندما يظهر النصف الأزرق على أتم وضوح وجلاء يصبح النصف الأحمر مضطربا وتصعب رؤية الخطوط السوداء التي عليه ".[1]

وكما كان متوقعا كانت صورة الجزء الأزرق من الورق تتكون بوضوح وجلاء على مسافة أقل من تلك التي تتكون عليها صورة واضحة للجزء الأحمر.

"وكانت التجربة الثانية هي دراسة ما يحدث عندما يمر ضوء الشمس الأبيض خلال المنشور، وقد عمد نيوتن إلى عمل ثقب صغير في النافذة حصل بواسطته على حزمة ضيقة من ضوء الشمس فاعترض سبيلها بمنشور قبل أن تسقط على شارة بيضاء أو حاجز خلفه على قرب منه، فبدلا من أن يشاهد صورة مستديرة (كالتي يحصل عليها من آلة التصوير ذات ثقب الدبوس) للشمس على الحاجز كما هي الحالة من غير المنشور، رأى صورة مستطيلة ذات لون خفيف من الزرقة في قمتها ولون خفيف من الحمرة في القاعدة. ولقد ألهمته هذه النتيجة وقادته إلى فكرة أن ضوء الشمس الأبيض يمكن أن يتكون من أشعة مختلفة الألوان، من الأشعة الزرقاء الأكثر قابلية للانكسار، إلى أقلها قابلية للانكسار، وهي الأشعة الحمراء، وإذا كان الأمر كذلك فلا بد من أن تتكون الصورة المستطيلة التي على الحاجز من عدة صور متداخلة للشمس لها ألوان مختلفة، فلا يبقى غير أحد طرفيها النهائيين ازرق خالصا، كما يبقى الطرف الآخر أحمر نقيا.

ولكن لكي يتخلص من تداخل صور الشمس على الحاجز أدخل نيوتن على حزمة الضوء عدسة تعمل على تجميع صورة الثقب الصغير الذي بالنافذة على الحاجز، وعند ذلك قنع برؤية

[1] : باشا أحمد فؤاد وآخرون، المرجع السابق، ص 410.

حزمة رأسية ذات ألوان ناصعة: الأحمر،البرتقالي، الأصفر، الأخضر، الأزرق، البنفسجي مع جميع الظلال المتخللة أو المتوسطة بين كل زوج منها ، وكان هذا هو أول برهان على الحقيقة القائلة أن الضوء الأبيض يتكون من أشعة ذات ألوان مختلفة وتتباين قابليتها للانكسار". [1]

- **نظرية نيوتن لألوان قوس قزح :**

"ومن بين الاستعمالات الهامة لاكتشاف نيوتن أن للأشعة ذات الألوان المختلفة ميلا متباينا للانكسار، نظريته الخاصة بقوس قزح، أو ذلك العرض الرائع الخلاب للألوان في السماء عندما يستطيع ضوء الشمس في ركن منها بينما تنتشر وسحب الثقال المطيرة في الركن المقابل.

وتبعا لتفسير نيوتن يكون الذي نراه في هذه الحالة هو في الواقع أشعة الشمس المنعكسة بقطرات المطر الصغيرة التي تسبح داخل السحب أو التي تنهمر منها، إذ تسقط أشعة الضوء الأبيض المنبعثة من الشمس على نقط الماء ثم تنكسر في أثناء اختراقها لها".[2]

"ويعقب ذلك انعكاس داخلي ثم انكسار أخير في طريق خروجها منها ،و ينجم عن هذا كله أن تنتقل الأشعة ذات الألوان المختلفة بعضها من بعض إثر خروجها من نقط الماء وتنتشر كالمروحة فيبصرها الراصد من الأرض عندما يعطي ظهره للشمس على هيئة ألوان متباينة تنبعث من اتجاهات مختلفة في السماء، وتفسر ظاهرة وجود عدد من الأقواس قزح متحدة المركز بالفرض القائل بأنه بدلا من انعكاس الأشعة المنبعثة من الشمس مرة واحدة داخل نقط المطر، نجدها تنعكس

---

[1] : جاموف جورج ، المرجع السابق، ص 125-126.

[2]:المرجع نفسه،ص127.

داخلها عدة مرات، وجدير بنا أن نذكر كذلك تلك الظواهر التي نطلق عليها اسم الهالات الضوئية، وفي الأقواس عديمة اللون التي نشاهدها أ حيانا حول قرص الشمس".[1]

- **تلسكوب نيوتن العاكس:**

"وما إن فرغ نيوتن من التدليل على أن للضوء المكون من ألوان مختلفة قابلية متباينة للانكسار حتى استنتج أن للعدسات عيبا جوهريا لا سبيل إلى ملاقاته في تكون الصور الدقيقة للأجسام وذلك نظرا لعدم إمكان أي عدسة من تجميع الأشعة ذات الألوان المختلفة على بعد واحد منها .

وقادته هذه الفكرة إلى تقرير أن المناظر المكبرة ( التلسكوبات) التي تستخدم فيها العدسات الزجاجية مثل المنظار الذي بناه غاليلو ، لا يمكن إدخال أي تحسن عليها، ويجب إبدالها بالمناظير التي تعمل بانعكاس الضوء الذي هو ظاهرة لا دخل لها بالألوان".[2]

وعلى هذا الأساس شيد في عام 1672 منظار عاكسا (أو العاكس)، وهو يتكون من مرآة على هيئة قطع مكافئ تكون صورا للأجرام السماوية في النقطة وداخل أنبوبة المنظار، تحقّق من انكسار الضوء وبرهن على أن الضوء الأبيض ممكن أن ينقسم إلى عدة ألوان عند مروره خلال المنشور ومن الممكن بالتالي تجميع حزمة الألوان تلك من خلال عدسة منشور آخر ليتكون الضوء الأبيض من جديد. باستنتاجه هذا، تمكن نيوتن من اختراع المقراب العاكس ليتغلب على مشكلة الألوان التي تظهر في التلسكوبات المعتمدة على الضوء المنكسر. ففي علم البصريات، اكتشف نيوتن أن الضوء

---

[1] : المرجع السابق ، ص 127-128.

[2]: بوش، أساسيات الفيزياء ،نفس المرجع ص627.

الأبيض لم يكن عنصرًا أساسيًا في الطبيعة، بل يتألف من أشعة أولية ممتزجة معًا، وكانت الأجسام تبدو بلون معين لأنها تميل لعكس أو امتصاص ألوان بعينها دون غيرها.

وكذلك أيضًا، وضّح "نيوتن" أن الضوء الملون لا تتغير خصائصه عندما ينشق عنه شعاع ملون ويلمع على الأسطح المختلفة. وقد لاحظ "نيوتن" أنه بغض النظر عن انعكاس أو تفرق أو انتقال الضوء الملون، فإن لونه يظل ثابتاً دون تغير. ومن ثم فقد لاحظ أن اللون هو نتيجة تفاعل الأجسام مع الضوء الملون الساقط عليها وليست الأجسام هي التي تولد اللون بنفسها. وقد عرف هذا بنظرية نيوتن للألوان واستنتج "نيوتن" من هذا العمل أن عدسات أي تلسكوب كاسر قد تعاني من تشتت الضوء إلى ألوان (الزيغ اللوني)، وكدليل على هذا المفهوم قام نيوتن بعمل تلسكوب باستخدام مرآة كعدسة شيئية ليتجنب هذه المشكلة وفي الواقع، إن بناء هذا التركيب – الذي يعد أول تلسكوب عاكس عملي ويعرف اليوم باسم تلسكوب نيوتن – قد تضمن حل مشكلة مادة المرآة المناسبة لأسلوب التشكيل. وصنع "نيوتن" مراياه من تركيب مخصص من عاكس معدني يعكس الضوء بشكل كبيرو باستخدام حلقات نيوتن كي يحكم على جودة المرايا بالنسبة للتلسكوب .

**المبحث الثالث: المكان والزمان في فكر نيوتن**

منذ نشأة الإنسان ولغز الزمان والمكان ، من الموضوعات التي شغلت تفكيره آلاف السنين ،فقال أفلاطون منذ القرن الرابع قبل الميلاد "إن الزمن قائم بذاته ولكنه يقسمه إلى ماض وحاضر ومستقبل أو كان ويكون وسيكون، ويقول آخرون إن الزمن ثابت ونحن الذي نتحرك وأن الأحداث لا تقع بل نحن الذين نلحق بها في مراحل معينة"(1)

عندما نصف جسما بأنه يتمدد ويملأ حيزا ما ،وعندما نحدد موضع كتلة مادية ما تكون قد استعملنا مفهوما ،قد تم افتراض بداهته وهذا المفهوم هو "المكان ".

إن أساس فيزياء نيوتن هو افتراضه وجود فضاء مطلق ثلاثي الأبعاد ، يحقق هندسة إقليدس ،فكانت نظريته الميكانيكية كاملة وفعالة من أجل وصف ظاهرة قابلة للملاحظة ،"حيث توصل العلماء أن تصريح فيه ليس بحقيقة المطلقة بل هو مسلمة لوصف شيء الرياضي ،الذي يوجد في الفضاء "(2)

مـــــــــــــــــا هـــــــــــــــــو الـــــــــــــــــزمن؟

ناقش العلماء والفلاسفة طبيعة الزمن لقرون، وبالرغم من بعض التقدم إلا أن آدم فرانك يعتقد أن هذا هو أحد الأسرار التي يبدو أنها ستستمر.

(1): كريري محمد عيسى ،نسبية المكان والزمان بين العلم والقرآن ،بقلم الدكتور،مروان شعبان، الأربعاء 13مارس2013، www.blogspot .com.

(2):مخوخ عبد النبي،فلسفة نيوتن الطبيعية ، الزمان والمكان ،مفاتيح العلوم ،دط،2010،ص47.

ما هو الزمن؟

معضلة الزمن واحدة من أقدم الأحاجي، وحقيقة أن حياتنا لها نهاية تجعل من الزمن سراً وثيق الصلة بالحقيقة وسؤالاً ملحاً عن هذه الحقيقة. منذُ نيوتن وحتى الآن والفيزيائيون، في بعض الحالات، يتطرقون مباشرةً إلى قضايا الزمن التي كانت يوماً ما مهمة الفلاسفة وحدهم. لكن علم الفيزياء– مدفوعاً كما هو بدراسة كل ما له حقيقة مادية– قد أضاف التصورات الخاصة به (والمفارقات) إلى التساؤلات المتعلقة بالزمن؛ بنيته وحقيقته الأساسية. والنتيجة كانت أن ليس هناك مشكلة متعلقة بالزمن وحده بمعزل عن غيره، لكنها مشكلات متداخلة تتطلب أكثر من مجرد ثورة المفهوم الواحد لحلها.

في الفكر الغربي، مثّل الفيلسوفان الإغريقيان بارمنديس وهيراقليطس، حوالي القرن الخامس قبل الميلاد، قطبي المناظرة حول مفهوم الزمن. المبادئ التي أسس لها بارمنديس رأت أن الزمن كمقياس للتغير ليس إلا خداعاً، أما الواقع بمعناه الأساسي فأبديٌ لا يحده زمن. على النقيض من هذا التصور، رأى هيراقليطس وأتباعه أن لا وجود بلا زمن، وأن التغير– متصلاً في جريانه– ليس إلا الملمح الثابت للواقع. ومنذ ذلك الوقت وحتى الآن والجدل بشأن مفهوم الزمن يراوح بين هذين التصورين ولا يخرج عنهما، مع كثرة أنصار الاعتدال بين هاتين النظرتين.

كان إسحاق نيوتن من أقدم المناصرين للاعتدال في مفهوم الزمن، وعلى هذا الأساس قاد تطور ميكانيكا نيوتن إلى نموذج حديث للبحث عن الحقيقة يقوم على التوفيق بين النظرتين

التقليديتين للزمن؛ فمعادلات ديناميكا نيوتن التفاضلية تتعامل مع الزمن كمعيار يجري بمعدل ثابت في كل مكان في الكون، وفي نفس الوقت فإن هذه المعادلات تمثل قوانين أبدية توجد خارج إطار الزمن. وبهذا، أصبح البحث عن "قوانين للطبيعة" لا تخضع للزمن ملهماً للعلماء بعد نيوتن وهاجساً فرض نفسه على المعرفة البشرية.

وحاول نيوتن تعريف الزمن بقوله" الزمن المطلق الكوني الذي يسير نظام الأشياء"[1]

أشار نيوتن في مقدمة كتابه ،(مبادئ الفلسفة الطبيعية ) سنة 1687،" إن التفكير لا يتناول الزمان والمكان والحركة إلا من حيث علاقتهما بالأشياء المحسوسة وانه لابد من نبذ هذه الطريقة لكي نخرج معلوماتنا الحسية بالتجريد..."[1]

"كان نيوتن قد بين أن جميع موضوعات الأجسام يمكن أن توضع في المكان المطلق ،وأن جميع الحادثات أينما حدثت يمكن أن تعين مواقعها وأن نعين أزمات حدوثها في التيار الزمني."[1]

وهذه الافتراضات أعانته على تقريب المفاهيم العلمية التي كانت سائدة في عصره .

(1): مخوخ عبد النبي،فلسفة نيوتن الطبيعية ، الزمان والمكان ،المرجع السابق،ص113.

(2): Mathématiques et la philosophie naturelle, pp thomas jacquier Le Sueur et francisco, 1822, p25

(1) : شيلا سمير اسطيف ، الزمان والمكان عند كانط ،الحوار المتمدن ،العدد 6832،2008،ص70.

المكان المطلق "أدخله نيوتن ليكون أساسا لنظامه في الميكانيكا إن الأمكنة التي يسند اليها أوضاع الأجسام وحركتها... فهي ثابتة، أو هي مستويات للسكون المطلق تقاس الحركة بالنسبة إليها ، وهذا التصور بزمن افترض نيوتن أن المكان المطلق ممتلئ بمادة أثيرية..."(2)

لنتأمل الآن نظرية نيوتن في الزمن إنها تتضمن جزئين ،" الزمن الحقيقي الرياضي ...وإنه في ذاته ومن طبيعته نفسها يتدفق متكافئا بدون أي اعتبار لشيء خارجي .... وتدفقه بانتظام ،للأمام مستقلا عن أي مادة عن أي آلة زمنية ،والزمن الحقيقي – أي يقاس بآلات زمنية ، فعند نيوتن أن الأجسام إذا تعين موضعها النسبية وحركات بعضها بالنسبة إلى بعضها فإن ذلك أساس خلفية المكان والزمان المطلقين...."(2)

-فنيوتن الذي تتميز فرضياته بدقة علمية لا يرقى إليها الشك وصف المكان باستقلالية التامة عن المادة "فقد افترض وجود مكان بدون مادة. "(1)

لقد قام علم الفيزياء الكلاسيكية على بعض الفروض الأساسية أهمها: أن المكان والزمان ليسا سوى وسيلتين لتحديد الحوادث وإنهما مستقلان تماما ،وبالتالي فهما يكونان حقيقة موضوعية واحدة بالنسبة للناس جميعا.

(2):نفس المرجع ،ص 78.

(3): توفيق إيميل ،الزمن بين العلم والفلسفة والأدب ،دار الشروق القاهرة ،ط1982،1،ص84.

(1):محمد عبد لطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء ،ج2،دط،2004،الإسكندرية ،ص 36.

فيري نيوتن "أن هناك مكان مطلق وزمان مطلق صادقا قبولا بوصفهما مظهرين أساسيين للكون الطبيعي."[2]

إضافة إلى سؤال عن ماهية المكان تبقى مشكلة إدراكنا له مطروحة ، إذن كيف أدرك نيوتن المكان؟.

"المكان عند نيوتن مدرك بالبداهة ، أي اعتبر علم المساحات والفراغ الهندسي شرطا أساسيا لعلم الطبيعة والفيزياء .....،وذلك من خلال الهندسة الإقليدية.[3]

لقد عرف نيوتن ما أسماه مكاناً مطلقاً بالعبارة الآتية: "المكان المطلق يبقى، بطبيعته، مستقلاً عن أي ارتباط بالأشياء الخارجية، ويظل، سرمدياً، لا حراك به، مشابهاً، دوماً، لذاته إن المكان مادة، والمادة لا ثبات لها، فهي في حركة دءوب ـ حركة في الصيرورة من الكم إلى الكيف ـ فإن الحركة هي المادة، وبنفس هذا القدر، فليس هناك "زمان مطلق" كما زعم نيوتن، لأن الزمن إنما هو وليد المادة، هو هيئة المادة، هو حركة.. ولكن ما أسماه نيوتن "بالمكان المطلق" و"الزمان المطلق" إنما هو الموجود المطلق الوجود، الذي يؤثر ولا يتأثر، ويحرك ولا يتحرك.. إنما هو الله، سبحانه وتعالى.. وتسميته، سبحانه وتعالى، بالمكان، أو بالزمان، جائزة، على شرط أن نعرف أنه غير ما نتخيل من المكان، ومن الزمان.. فإن كل ما في الوجود أسماء الله، تبارك وتعالى، ولكن على نحو يتناهى في الكمال، حتى يخرج عن التصور،

(2): نفس المرجع،ص 84.

(3): شيلا سمير اسطيف ، المكان والزمان عند كانط ، المرجع السابق،ص 100.

ويجهل فيه الكيف.. فإذا علمت هذا، فأعلم أن الأبعاد المعروفة عندنا للمكان إنما تأخذ دلالتها من هذا المكان المطلق، لأنها قيد في المقاس المحدود الذي يمثل طرفاً من المكان المطلق. وكل بعد من الأبعاد الثلاثة، يأخذ مدلوله من نسبته إلى المكان المطلق، وهذا هو المعنى الذي يراد من أن البعد الرابع إنما هو الله. ـ هو المكان المطلق، والزمان المطلق ـ فما من بعد، من الأبعاد، إلا يأخذ مدلوله منه، سبحانه وتعالى، لأن به تعالى قيومية كل قائم، فلولاه لما كان وجود، ولا عدم.. وهذا باب يطول شرحه، وهو أصل التوحيد، وفيه دقائقه."[1]

لم تكن قوانين نيوتن قابلة للتطبيق إلا في حدود السرعات أقل من سرعة الضوء، والأطوال أكبر من تلك المصاحبة لميكانيكا التكميم- لكنها ومهما يكن التغيير الذي أحدثته النسبية وميكانيكا الكم في نظرتنا لكون نيوتن، إلا أن تطورهما لم يغير من الفكرة الأساسية بأن وجه واحد للحقيقة على الأقل- قوانين الفيزياء الكلاسيكية- موجودة دون الحاجة للزمن.

وضمن بحثنا عن قوانين لا تخضع للزمن، حطت بنا الفيزياء أمام حقائق جوهرية عدة (وأسئلة مفتوحة) عن المؤقتية أو اللحظية. "أحد هذه الأسئلة المطروحة، والتي لم تُجب بعد، هو "سهم الزمن" المشهور. جميع القوانين المقررة والتي تحكم ديناميكية الجسيمات- أكثر الأجسام الفيزيائية بدائيةً- قابلة للانعكاس الزمني. لا شيء في معادلات نيوتن للكتلة النقطية أو في معادلات شرودنجر للدالة الموجية يستطيع أن يدلنا على الاتجاه الذي تسلكه عقارب

[1]: محمد عبد لطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء ،المرجع السابق ص ص،156-157.

الساعة. العالم الميكرسكوبي، على كل حال، لا يحتمل مثل هذه الحيرة. خفق البيض وتحريك الكريمة في القهوة لا يدع مجالاً للشك بأن سهم الزمن المتجه من الماضي إلى المستقبل هو مكون أساسي للحقيقة.

عودة إلى البدايات

كمبدأ فيزيائي، فإن الأسئلة المتعلقة بـ"سهم الزمن" تظهر ضمن مصطلحات المعادلات الحركية (التفاضلية) التي تحكم العمليات الفيزيائية. وعليه، فهذا شيء لم يكن الإغريقيون قادرين على إدراكه، ولم يكن من السهل حل هذه المعضلة نوعاً ما إلا مع قدوم الديناميكا الحرارية (ولاحقاً الميكانيكا الإحصائية)، وذلك بإيجاد متوسط الحالات الميكروسكوبية المرتبطة بالحالة الكبيرة لعدد من الجسيمات. وبهذا تكون كمية جديدة مصاحبة لأنظمة كبيرة– الانتروبي أو الفوضى– قد دخلت القاموس بديلاً للزمن في العالم الميكرسكوبي.

إلا أن النظر من زاوية الانتروبي لا يزيد مشكلة الزمن إلا تعقيداً؛ فبمجرد أن تتعاظم الانتروبي (بمعنى الفوضى) سيصل النظام إلى حالة اتزان وستبدو كل لحظة في جوهرها مثل لاحقتها، باستثناء تذبذبات نادرة الحدوث، الأمر الذي يحتم على الفيزيائي أن يدرس الكون ليسأل: لماذا نعيش في كون كانت انتروبيته الابتدائية أقل ما يمكن لتسمح للتطور، ومن ثم التغير، بالاستمرار. إن اكتشاف الانفجار العظيم كبداية لهذا الكون يعني أن هذا السهم الكوني للزمن يجب أن يُدفع للخلف لنسأل عن ظروف نشأة الكون الابتدائية. ولكن، وكما يجادل روجر بنروز وسين كارول وبعض النظريين الآخرين، فإن احتمال أن تكون الظروف المحيطة

بالانفجار العظيم- كما يصور تقليدياً هذا السيناريو- ذات انتروبية منخفضة لهو احتمال نادر جداً.

يأتي النقد الصارخ أيضاً للمقاربات السائدة حالياً من لي سمولن والذي يجادل بأن الاهتمام الذي امتد قروناً بالقوانين الخالية من عنصر الزمن سيجعل من الصعب استيعاب المفاهيم. وطبقاً لسمولن، فإن الدافع لقوانين أبدية لوصف الواقع ككلٍ وواحدٍ قد ضيق على الفيزياء الأساسية ما حتم عليها أن تراعي الحقائق "الممكنة"، كما هي الحال بالنسبة لنظريات الأكوان المتعددة وأكوانها غير النهائية وربما غير القابلة للملاحظة، فضلاً عن هذا الكون الذي خبرناه. سمولن يخطو أيضاً خطوة جريئة في اتجاه هيراقليطس باعتباره الزمن أساساً للحقيقة ولا يمكن اعتباره ناشئاً عن شيء، وعليه فحتى القوانين الفيزيائية يجب أن تكون محكومة بالزمن وبالتالي فهي عرضة للتغيير.

إذن بزمان والمكان المطلق قائم بذاته يشبه ذلك الزمان ،الأصيل الذي قالت به الأفلاطونية وكأننا عدنا إلى النظرة اليونانية ، ولكن هل يمكن فعلا أن يوجد فضاء خلي من المادة ؟ بعبارة أخرى هل يمكن أن يوجد كون بدون كواكب أو مجرات أو نجوم ؟ وكل هذه الأسئلة وغيرها مازالت مطروحة لحد الآن أمام الفيزياء وتطورها .

ومازال الباحثون الفيزيائيون يفاجئوننا بتبني تفسيرات متباينة لطبيعة الزمن، لينقلوننا في كل مرة إلى المكان المناسب بين المسافة التي قطعناها والمسافة المتبقية، ويأبى الزمن إلا أن يظل

لغزاً محيراً، وعلينا ألّا ننتظر منه إلا أن يبقى كذلك ليثير فينا أكثر الأسئلة العلمية إبداعاً، على الأقل في الوقت الحالي.

# الفصل الثالث : أزمة فيزياء نيوتن و ظهور النسبية

## المبحث الأول: فيزياء نيوتن في ميزان النقد الإبستومولوجيا و أهميته في ظهور النسبية.

## المبحث الثاني: النسبية في الفيزياء المعاصرة

**المبحث الأول: فيزياء نيوتن في ميزان النقد الإبستومولوجي و أهميته في ظهور النسبية.**

باقتراب القرن التاسع عشر من نهايته أمكن القول بأن الميكانيكا الكلاسيكية أو الفيزياء النيوتونية بصفة أدق و أخص، لقيت نجاحا كاملا في تفسير الظواهر و التنبؤ بها عندما تتعلق بالطبيعة على مستوى المقاييس الإنسانية، و حققت أيضا نجاحا تاما على المستوى الأكبر في الفلك، إلا أنها قد فاتها النجاح الكامل نسبيا في مجموعة صغيرة من المشاكل التي نأمل الآن في توضيحها على ضوء النظرية النسبية للجاذبية.

أما على الناحية المقابلة من عالم المقاييس فلم تحقق أي قدر من النجاح، فعندما كان علم الفيزياء التجريبي مهتما بالعمليات التي تتم داخل الذرة، كانت الميكانيكا الكلاسيكية تثبت فشلها التام في ذلك المجال و لعل أبرز فشل قابلته كان مع المشكلة الأساسية لتركيب الذرة و أيضا مشكلة الإشعاع.

**1-تركيب الذرة:**

قدمت الفيزياء التجريبية مبررات قوية للتفكير في الذرة على أنها تتركب من مجموعة من الالكترونات، و هي جسيمات سالبة الشحنة، بالإضافة إلى شيء يحمل الشحنة الكهربية الكافية بالضبط لمعادلة مجموع الشحنات السالبة للالكترونات، لأن الشحنة الكلية للذرة العادية تساوي صفر دائما.

"و الميكانيكا الكلاسيكية ليس فيها ما يهيء لتركيب من هذا النوع حجما مستقرا، فهذه الشحنات لا يمكنها أن تظل ساكنة و إلا تساقطت على بعضها، كما أنه لا يمكنها أن تستمر

في الحركة و إلا صارت كل منها آلة أبدية الحركة و هو أمر لا تسمح به الميكانيكا الكلاسيكية.

و مهما كان النظام الميكانيكي الذي تبناه في النهاية فلا بد أن نتوقع منه أن يمكننا من حساب الأحجام الثابتة المستقرة للذرات، بتجميع ثوابت القوانين المعروفة في الفيزياء بأي طريقة من الطرق، و لكن الثوابت المعروفة في الميكانيكا الكلاسيكية لا يمكن تجميعها بهذه الطريقة، و كان في هذا ما يفترض أنه ما زال هناك المزيد من الثوابت الأساسية للفيزياء التي تنتظر الكشف عنها." [1]

## 2-مشكلة الإشعاع:

و كان الفشل الآخر البارز للميكانيكا الكلاسيكية أمام مشكلة الإشعاع، ففي ذلك المجال أعطت تنبؤات على قدر كبير من التعميم متوقعة نتائج حاسمة، أثبتت المشاهدة خطأها تماما، و لعلنا نشرح طبيعة ذلك التضارب بمثال بسيط.

"تخيل أن كومة من كرات الصلب أطلقت لتنزلق على أرضية من الصلب، فإذا اصطدمت كرتان منها، تغيرت سرعتاهما و اتجاها حركتيهما، و لكن هذا الاصطدام لن يغير طاقة الحركة الكلية للكرتين، و لكن لا مفر من وجود تسرب مستمر للطاقة من عوامل أخرى، كمقاومة الهواء و الاحتكاك بالأرضية، فتستمر الكرات في فقد الطاقة حتى نجدها بعد فترة غير طويلة و قد سكنت فوق الأرضية، سيلوح لنا أن طاقة الحركة قد تبددت برغم أننا نعرف حقيقة أن

[1]:جيمس جينز، الفيزياء و الفلسفة، تر:جعفر رجب، دار المعارف، دط،ص168.

معظمها قد تحول إلى حرارة، و تنبأ الميكانيكا الكلاسيكية أن هذا لا بد أن يحدث، و تبين لنا أن طاقة الحركة باستثناء جزء بسيط منها لا بد أن تتحول إلى حرارة عندما تسمح الطبيعة بهذا التحول، و على ذلك فالآلات أبدية الحركة مستحيلة من الناحية العملية.

و يمكن باختصار تطبيق أفكار مشابهة على الجزئيات المكونة لهواء إحدى الغرف، فهي تتحرك بحرية و كثيرا ما تتصادم و كما تتنبأ الميكانيكا الكلاسيكية فان الطاقة الكلية للحركة سوف تتحول إلى إشعاع، بحيث نجد الجزئيات بعد قليل ساكنة على الأرضية مثلما حدث لكرات الصلب، و لكن ما يحدث بالفعل هو أنها تستمر في الحركة بطاقة لا تتلاشى مكونة آلات أبدية الحركة تتحدى الميكانيكا الكلاسيكية.

لماذا تواجه الميكانيكا الكلاسيكية مثل هذه الدرجات المختلفة من النجاح أمام هاتين الحالتين؟

و ما الذي يجعلها تفشل هذا الفشل الذريع أمام جزئيات الهواء، على حين تعطينا النتائج الصحيحة مع كرات الصلب الإجابة، هي أننا ننتقل من أحد العوالم الثلاثة إلى عالم آخر، من عالم المقاييس إلى عالم الإلكترون." [1]

و الآن سنضيق الدائرة لنتحدث عن بعض الانتقادات الموجهة لميكانيكا نيوتن، بحيث أنه قد سادت في الربع الأخير من القرن 19م نظريات عديدة تنتقدها و تعارضها،و كانت هذه المراحل الأولى لظهور النسبية.

[1]:جيمس جينز، المرجع السابق،ص ص169-170.

و البداية ستكون مع جوستاف كيرتشوف الذي اكتشف تحليلا خاصا عام 1876، من حيث أعلن أن "الميكانيكا كانت تصف بشكل عام و بسيط الحركات الناشئة في الطبيعة، و هذا يعني أن ميكانيكا نيوتن لم تكن أكثر من عرض بسيط لفكرة ظواهر الحركة التي نلاحظها في حياتنا العلمية، حيث أنها لا تقدم فهما لتلك الظواهر من خلال أي معنى فلسفي آخر، هذا التحليل الذي أفاد بأن مبادئ نيوتن في الميكانيكا بديهية بالنسبة للعقل البشري، أحدث ضجة بين علماء الطبيعة و الفلسفة، بالإضافة إلى أن مفهوم كريتشوف عن الميكانيكا بأنها مجرد وصف لظواهر الحركة، أدى إلى اعتبار تفسيرات الظواهر البصرية و الكهربية و الحرارية التي لم تعد الهدف من الفيزياء الميكانيكية، مجرد شرح و وصف لهذه الظواهر يقدم من خلال إطار ميكانيكي ملائم، و إذا كان الأمر كذلك فلماذا نلجأ للطرق الميكانيكية الشاقة لمجرد وصف الظواهر بدلا من محاولة إيجاد الأسباب المباشرة لها؟ و بهذا الشكل فقدت الميكانيكا النيوتونية مكانتها الفلسفية."[1]

"و في سنة 1888م اكتشف ماكسويل مركز الموجات الكهرومغنطيسية التي تشكل الأساس للاتصالات اللاسلكية الحديثة مثل التلغراف و الراديو، ثم شرع في تفسير هذه الظواهر من خلال نظرية فيزيائية و كانت نقطة الانطلاق نظرية ماكسويل عن المجالات الكهرومغنطسية، على اعتبار أنه توصل إلى استنتاجات هامة متمثلة في معادلاته الشهيرة و التي

[1]: عادل عوض، فلسفة العلم في فيزياء أينشتين، دار الوفاء لدنيا الطباعة و النشر، الإسكندرية، مصر، ط1،2005، ص ص31-32.

وحدت مجالات الضوء و الكهربية و المغناطسية، و قد استمد نظريته من الفيزياء الميكانيكية بافتراض أن الظواهر الكهرومغناطيسية في حقيقتها ذبذبات ميكانيكية عبر الأثير ولما وجد "هرتز" أن ماكسويل كان مضطرا لابتكار نظم ميكانيكية يصعب تقديرها، فضل لأن يلجأ إلى تقديم الظواهر الكهرومغناطيسية مباشرة من خلال المساواة التي أقامها "ماكسويل" بين المجال الكهربي و المجال المغناطيسي و الشحنات، و في فرنسا ظهر كذلك نقاد للفيزياء النيوتونية، و كان من بين هؤلاء نيوتن فرنسا كما يلقب ألا و هو (سيمون بير دو لابلاس) (1749م-1827م)، و قد كانت له أعمال ضخمة في مجال الفيزياء و ميكانيكا الأجرام السماوية و التي توج بها جهود ثلاث أجيال من علماء الفلك الرياضيين، لأنه قدم للعلم قاعد عامة يمكن تطبيقها في كافة ميادين علم الفيزياء، فقد تعرض لمشكلة ضخمة وهي الرجوع في حركة الكواكب، أي أنها لا تتحرك بشكل منتظم تماما و أشار "لابلاس" إلى أن المشتري و زحل يتأخر أحدهما عن الآخر خلال الأجيال و فترة عدم التساوي بينهما حوالي 900سنة، ثم يعود فيسبق و هذا يظهر ضعف استخدام نظرية نيوتن في الجاذبية أي أن يتضمن كثيرا من المصاعب المخيفة كما أشار لابلاس.و عالج كذلك مشكلة تجاذب ثلاثة أجسام فيما بينها، و ذلك من خلال معالجة تجاذب كافة الكواكب بينها و بين الشمس، و قد بين في هذا الشأن أن ذلك الرجوع في حركة الكواكب لا يتراكم و لكنه يحدث بصفة دورية".[1]

[1]: يمنى طريف الخولي، العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، المرجع نفسه ص ص 185-186.

**أهمية نيوتن في ظهور النظرية النسبية:**

إذا كان نيوتن قد أقام صرحه العلمي على آثار كبلر و غاليليو، فيجب أن نشير أن كذلك أينشتين قد بنى نظريته على آثار مجهودات فيزيائيين كان من أهمهم الفيزيائي "إسحاق نيوتن "، و قد لعبت الفيزياء النيوتينية دور البطلة لظهور النسبية بنوعيها الخاصة والعامة . وهذا ما أقر به أينشتين في الكثير من المناسبات حيث قال :"إننا نحتفل في هذه الأيام بالذكرى المئوية الثانية لموت نيوتن، أريد أن أنوه في هذه المناسبة بذكائه وهو الذي وجه مجرى تطور الفكر والأبحاث أكثر من غيره في العالم الغربي .

وقال في نفس المناسبة : ليس نيوتن هو فقط المخترع العبقري لطريقة نستعملها ونسترشد بها، لكنه هو الذي عرف كيف يسيطر بطريقة رائعة على مجمل المعارف الأمبريقية لعصره، وهو كذلك الذي بحالات محددة عرف كيف يجد براهين رياضية فيزيائية بمهارة لا تبارى، لكل هذه الأسباب فهو يستحق إعجابنا العميق "[1] .

" هذا يدل أن ميكانيكا نيوتن هي المدخل الإجباري لفيزياء أينشتين، حيث قال :"إن أهمية فكر نيوتن تتجاوز مع ذلك بكثير مقام بين معلم بسيط، فالقدر قد أراد أن يتبوأ هذا المركز في لحظة فاصلة من تطور الذهن البشري. و يجب فعليا التذكر بأنه قبل نيوتن لم يكن يوجد من جهاز كامل للسببية الفيزيائية، يسمح بالتفسير إلى ما وراء الظواهر البسيطة معطيات

[1] : فرنسوا باليبار، اينشتينن غاليلو و نيوتن،المرجع السابق ص82.

العالم الأمبريقي". في هذه المرحلة حاول أينشتين لأن يصوغ فكرة النسبية ويظهر نظرية نيوتن كنظرية في مركز القيادة .

لهذا لا يمكن فهم الميزة الثورية لأفكار أينشتين بدون الرجوع إلى فيزياء نيوتن، حيث قال أينشتين :"إن القوانين التفاضلية فقط تسمح بإشباع مطالب السببية في الفيزياء المعاصرة، و أن يعرف بطريقة واضحة استخلاص تصور القانون التفاضلي وهو جزء من الاستثمار العقلاني الذي تحقق بواسطة نيوتن "[1] .

" هذا يدل على أن الفيزياء النيوتينية التي لعبت دورا حاسما بظهور النسبية، ونقول أن النسبية هي فيزياء نيوتن قد أصيغت بطريقة جميلة أكثر من سابقيها .

يتابع أينشتين في نصه الذي أخذ من مؤلفه قوله:" أن القوانين الأمبريقية لكبلر هي قوانين تتعلق بحركة الكواكب المستنتجة من ملاحظات تيكوبراهية، ولا يمكن أن تظل بدون تفسير، فكل الناس يعرفون كيف أن كبلر قد نجح بعمل محفوظ في إيجاد هذه القوانين انطلاقا من مصادر محددة بطريقة أمبيريقية "[2] .

" من هنا يشرح أينشتين كيف أن نيوتن قد تأثر بسابقيه من الفيزيائيين، أمثال كبلر و غاليليو وغيرهم ليظهر مدى تأثره بهؤلاء الفيزيائيين، وكيف لعبت فيزياء هؤلاء دورا هاما في النسبية بنوعيها الخاصة والعامة

---

[1] : فرانسوا باليبار، المرجع السابق، ص83.

[2] :فرانسوا باليبار، المرجع نفسه، ص84.

وقال في مناسبة أخرى :"إن غاليليو قد جعل معرفة قوانين الحركة تتقدم بطريقة كبيرة فهو قد اكتشف مبدأ القصور الذاتي وقانون سقوط الأجسام على سطح الأرض "[1].

هنا نميل على أن نعتبر أنه من بين إكتشافات غاليليو قوانين الحركة والمصاغة بواسطة نيوتن هي خطوة هامة في الفيزياء الآينشتينية .

وقال أينشتين عن نيوتن :"وباستعارته تصور القوة من علم الستاتيك وهو علم متطور جدا، منذ زمن فقد وضع نيوتن علاقة بين القوة والتسارع وهذا بفضل إدخال تصور جديد وهو الكتلة، والذي يدهش أنها تتركز على تعريف ليس لها، قد تعودنا اليوم على بناء تصورات انطلاقا من نسبة عنصرين تفاضليين، حيث يستحيل علينا قياس قوة التجريد التي تكون ضرورية للوصول بواسطة المرور المزدوجّ إلى النهاية القصوى للقوانين التفاضلية العامة للحركة، واختراع زيادة على ذلك في نفس الوقت ".[2]

كل هذا يؤكد على أنه ليس أينشتين من اخترع النسبية، بل انها ظهرت مع غاليليو وطورها نيوتن.

---

[1] : فرانسوا باليبار، المرجع السابق،ص85.

[2] : المرجع نفسه، ص89.

**المبحث الثاني: النسبية في الفيزياء المعاصرة.**

غدت النظرية النسبية و ميكانيك الكم، أحجار الزاوية للفيزياء الحديثة أو غير الكلاسيكية، بعد مسيرة طويلة في تطور علم الفيزياء في القرن العشرين.

إنهما النظريتان الأساسيتان للعلم، و هما لا يقللان من شأن مفاهيم و مبادئ نظرية الفيزياء الكلاسيكية السائدة آنذاك، بالرغم من ارتباط هذه المفاهيم و المبادئ بالفيزياء الكلاسيكية.

" و قد أحدثت الفكرة القائلة بأن مسألة الطبيعة الإنسانية للنظريات الفيزيائية، يجب أن تصاغ و أن تحل اليوم بطريقة تختلف عما كانت عليه في القرن الثامن عشر و التاسع عشر في علم الطبيعة، ثورة في العلم الكلاسيكي، الذي تعتبر مبادئه الأساسية و مفاهيمه غير قابلة للتغير، بنظر نيوتن و ماكسويل و كليفن و آخرين من ممثلي الفيزياء الكلاسيكية".[1]

و هذا ما تم التعبير عنه لأول مرة، بلغة النظرية النسبية لأينشتاين- و هذا موضوع بحثنا-( و نعني النظرية النسبية الخاصة و النظرية النسبية العامة اللتان تم انجازهما في أواخر العقد الأول من القرن العشرين).

" و فيما بعد في مفاهيم و مبادئ ميكانيك الكم ( التي تم انجازها في أواخر العشرينات) من قبل نيلز بوهر،و كان فشل تجربة مايكلسون- مورلي التي أريد بها قياس سرعة الأرض المطلقة في " الأثير الساكن" منطلقا للفيزياوي الهولندي لورنتس لوضع التحويلات

---

[1]:جريبانوف و آخرون، اينشتين و القضايا الفلسفية لفيزياء القرن العشرين، تر: ثامر الصفار، الأهالي للطباعة و النشر و التوزيع، دمشق، ط1، 1990، ص ص 71-72.

المعروفة باسمه ( تحويلات لورنتس)، التي حاول بها أن يفسر هذه التجربة بتقلص أطوال الأجسام باتجاه حركتها (تقلص لورنتس- فتزجرالد)، و بالتالي ثبات سرعة الضوء عند قياسها في أي مرجع قصوري، و كان ذلك في الجوهر محاولة من لورنتس لتفسير نتيجة التجربة مع المحافظة على أسس الميكانيك الكلاسيكي و فكرة الأثير."[1]

"إذا و كما أسلفنا الحديث بدأ اينشتاين من مشكلة تمخضت عنها تجربة ميكلسون/ مورلي و أدت إلى كارثة أخرى حلت بالفيزياء الكلاسيكية هي كارثة الأثير، أي سقوط فرض الأثير الذي اعتمدت عليه الفيزياء الكلاسيكية خصوصا في تفسيرها الموجي للضوء و الإشعاع. و في النهاية نجحت النسبية في معالجة انتقال الضوء و حركته مثلما نجحت الكوانتم في تفسير الانبعاث الضوئي و امتصاصه، " بحيث تبلورت هاتان النظريتان حول ظاهرة فيزيائية واحدة هي الأمواج الضوئية".

و بينما بدت كتل المادة في الفيزياء الكلاسيكية كأنها تحمل سر الوجود، إن اكتشفناه فقد أحكمنا قبضة اليد على هذا الكون، فان فيزياء الكوانتم و النسبية في القرن العشرين جعلت شعاع الضوء هو الحامل لأسرار الوجود.

و السؤال الآن: كيف حدثت كارثة الأثير التي أفضت إلى النسبية؟

---

[1] : محمد عبد اللطيف مطلب، الفلسفة و الفيزياء، دار الحرية للطباعة، بغداد، 1985، ص ص 39،40.

على الرغم من اتساع عائلة الإشعاع، فان الضوء خصوصا يحتل مكان الأولوية في الطبيعة لأن له سرعة لا يمكن أن يبلغها أي شيء آخر يتحرك."[1]

" و كان ثمة نظريتان متعارضتان لتفسير طبيعة الضوء، النظرية الجسمية و النظرية الموجية، فالأولى تشبه الضوء بمجموعة من الجسيمات المنفصلة أو القذائف الصغيرة تسير في مسارات متقاربة جدا، فهي تتصور المصدر الضوئي كما لو كان يقذف جسيمات مضيئة في كل اتجاه. و كان هذا هو تصور فيلسوف الذرة الإغريقية الشاعر الروماني لوكريتوس (99-55ق م) و الحسن بن الهيثم و ديكارت و أيضا نيوتن و لابلاس. و قد عرفت نظرية نيوتن في الضوء باسم النظرية الجسيمية Corpuscular theory of light.

و لكن هذه النظرية وصلت إلى طريق مسدود بسبب ظواهر ضوئية من قبيل الانعكاس و الانكسار و التداخل و الحيود.الانعكاس يحول مسار جزء من الضوء، و الانكسار يقطع طريقه إذا دخل في الماء أو أي وسط سائل مسببا مظاهر للخداع البصري ،كأن يتغير مظهر المجداف المغموس في الماء أو يبدو النهر أكثر ضحالة، و قد توصل عصر نيوتن إلى القوانين التي تحكم هذه الظواهر، فكانوا يعرفون مثلا أن زاوية سقوط الضوء هي زاوية انعكاسه نفسها، و في حالة الانكسار جيب زاوية السقوط ذو نسبة ثابتة إلى جيب زاوية الانكسار.

[1]: يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، الرجع السابق، ص188.

و لكن حين يسقط شعاع الضوء على سطح ينكسر جزء من الشعاع، و ينعكس الجزء الآخر مسببا انعكاس صورة الأجسام أو انعكاس ضوء القمر على سطح بحيرة مثلا، و نظرية نيوتن الجسمية تفشل في تفسير هذا." [1]

هذا ما يدفعنا إلى توضيح أكثر النظرية النسبية في جانبيها( النسبية العامة و النسبية الخاصة ).

- **النظرية النسبية الخاصة:**

النظرية النسبية الخاصة نظرية فيزياوية عن الرابطة بين الفضاء و الزمان و الحركة، و لقد اكتشفها أو صاغها ألبرت اينشتين عندما كان عمره 26 سنة أي سنة 1905م، و لقد تبلورت من دراسة الضوء و الديناميكة الكهربائية و هي لم تغير النتائج النظرية في هذين المجالين و لكنها بسطت إلى حد كبير و بعيد البناء النظري، أي اشتقاق القوانين، و الأهم من ذلك أنها اختصرت إلى حد كبير عدد الفروض المستقلة التي كانت تستند إليها و تقوم عليها وجهات النظر السابقة.

" و قد افترض اينشتين في النسبية الخاصة ثبات سرعة الضوء في جميع المراجع القصورية، أي استقلالها عن حركة مصدر الضوء و الراصد، كحقيقة فيزياوية يبينها الواقع، و عمم مبدأ النسبية الغاليلي الكلاسيكي ( القائل بأن قوانين الميكانيك تبقى هي هي في جميع المراجع القصورية)، بحيث أصبح يشمل جميع قوانين الفيزياء، واستنتج من هاتين الفرضيتين نتائج لم تكن ممكنة في إطار الميكانيك الكلاسيكي، و أهم تلك النتائج هي:

---

[1]: يمنى طريف الخولي، المرجع السابق، ص 189.

أ- نسبية المسافة ( تقلص الأطوال باتجاه الحركة ). $L = L_0 \sqrt{1 - v^2 / c^2}$

ب- نسبية الزمن(تمدده،تباطؤه حسب السرعة):

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$$

ج- نسبية التواقت، أي أن حادثتين متواقتتين ( تحدثان في أن واحد ) في أحد مراجع لا تكونان على العموم متواقتتين في مرجع آخر". [1]

"و يعطي الفرق في الزمن بين حدوث الحادثتين كما ترصد في المرجع الثاني بالمعادلة التالية:

$$\Delta t = \frac{v (x_1 - x_0) / c^2}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$$

د- نسبية الكتلة ( زيادتها تبعا للسرعة ):

$$m = \frac{m_0}{\Delta 1 - v^2 / c^2}$$

هـ- علاقة الكتلة بالطاقة:

و- سرعة الضوء في الفراغ هي الحد الأعلى لسرع جميع الأجسام المادية، و ينتج عن هذا أن الأجسام التثاقلية ( التي لها كتلة سكونية ) لا يمكن أن تبلغ سرعتها سرعة الضوء، و أن

[1]: محمد عبد اللطيف مطلب، المرجع السابق، ص 41.

الدقائق التي ليس لها كتلة سكونية ( كالفوتونات) هي وحدها التي تستطيع أن تتحرك بسرعة الضوء.

ز- جميع السرع، كما بين اينشتين يتعلق بالنتيجة السابقة، فهو لا يحصل كما كان الحال في الميكانيك الكلاسيكي، إنما يبقى حاصل جمع سرعتين لجسم من الأجسام دائما أقل من سرعة الضوء في الفراغ مهما كانت تلكما السرعتان.

و قد تحققت صحة جميع تلك الاستنتاجات بالأرصاد و التجارب و الصناعة ( التحولات النووية في المفاعلات و الأسلحة النووية، سلوك الدقائق في العجلات الكبيرة...)."[1]

- **بالنظرية النسبية العامة:**

"إن طريق كمال نظرية النسبية العامة كان طويلا وشاقا رغم أن الأفكار الرئيسية التي أدت إلى قيامها كانت واضحة لأينشتين، ولقد عبر بالفعل عام 1906 أي بعد سنة من صياغة نظرية النسبية الخاصة عن الأفكار الرئيسية للنظرية الجديدة، ولكن بناء النظرية وضعه أمام صعوبات رياضية لا مفر منها، فلقد اعتقد أينشتين في إحدى مراحل بحثه أنه قد برهن على إمكان صياغة نظرية عامة للنسبية، ونجح سنة 1915 في إكمال نظريته هذه مدمجا فيها نسبية الحركة مع نظرية النسبية الخاصة في نظرية جديدة تماما عن الجاذبية، متوصلا في هذا إلى

[1] : محمد عبد اللطيف مطلب، المرجع السابق، ص42.

صياغة نهائية عظيمة لإحدى مراحل الفيزياء الكلاسيكية، ولم يسمع الجمهور بصدى هذه النظريات إلا في سنة 1919م."[1]

" فمبدأ النسبية العامة يأتي تبعا للنسبية الخاصة التي كانت المعادلات التي تعبر عن القوانين الطبيعية العامة فيما قبل النسبية هي نفس معادلات النسبية بشرط أن تحل المتغيرات الزمكانية،س،ص ، ر،ز لمجموعة الإسناد الجديدة "م "محل المتغيرات الزمكانية س ،ص ،ر ،ز لمجموعة الإسناد الغاليلية "م"، وذلك باستخدام تحويل لورانتس تبعا لمبدأ النسبية العام."[2]

" و لقد استطاعت النظرية النسبية العامة، اعتمادا على الخبر و المعارف الفيزياوية عن المجال الجاذبي في منطقة صغيرة فضائيا أن تصوغ مقولات عن هندسة العالم ككل، و بهذا أصبحت أساسا للكسمولوجيا النظرية.

أما نتائج النظرية النسبية العامة التي تتجاوز إطار الفيزياء الأرضية، بخصوص ماضي الكون و بنيته الراهنة، و توسع الكون، فقد أمكن فحصها جزئيا، و كان في ذلك تأييد لهذه النظرية، و من انجازاتها النظرية أن قانون نيوتن للجاذبية و قوانين نيوتن للحركة يمكن اشتقاقها من هذه النظرية كحالات خاصة.

---

(1) :هانز ريشنباخ، من كوبرنيكوس الى اينشتين، المرجع السابق، ص123.

(2) : ألبرت اينشتين، نظرية النسبية الخاصة و العامة، تر: رمسيس شحاتة، تقديم: عطية عاشو، دار النهضة للطبع و النشر، مصر، ط15، 1985، ص ص 95-96.

يقوم الميكانيك الكلاسيكي و النظرية النسبية الخاصة و العامة، بالنسبة لبعضها كحقائق نسبية تعكس جوانب معينة من الواقع الموضوعي بصورة صحيحة، إلا أنه ينفي من قبل النظرية النسبية الخاصة في الأحداث التي تشتمل على سرع كبيرة تقارب سرعة الضوء، و للنظرية النسبية الخاصة نفسها حقيقة نسبية تصح في الأماكن التي يمكن فيها إهمال الجاذبية، فإذا أخذت المجالات الجاذبية بعين الاعتبار، نفيت النظرية النسبية الخاصة بواسطة النظرية النسبية العامة."[1]

[1]: محمد عبد اللطيف مطلب، المرجع السابق، ص ص 45-46.

ولدت الفيزياء وهي علم البحث في أسرار الطبيعة وقوانينها مع الإنسان القبل الميلادي وتطورت تدريجيا مرورا بالحضارة اليونانية التي كان لها دور هام لتطوير هذا العلم، ثم انتقلت لتتطور من التجريد إلى التجريب على يد علماء وفيزيائيين كبار أمثال كوبرنيقوس، كبلر غاليلو وغيرهم وصولا إلى الذي حقق للفيزياء وحدتها وأعطاها مكانتها بين العلوم الأخرى وذلك بفضل واكتشافاته واختراعاته إنه الإنجليزي إسحاق نيوتن، وظلت هذه الفيزياء مسيطرة لأكثر من قرنين أي من القرن السابع عشر إلى بداية القرن العشرين، فليس أنشتين هو الذي اخترع النسبية، بل ظهرت مع كبلر وغاليلي وطورها نيوتن، ولقد جاء هذا البحث ليظهر كيف أن الفكرة التي بموجبها تطير الفراشات بنفس الطريقة داخل المركب وذلك مهما كان وضعها راسية على الرصيف مبحرة في البحر. ومن هنا خلع عرش فيزياء نيوتن دون أن ينسى فضل نيوتن في بناء نظريته وهي نظرية النسبية الخاصة والعامة التي ظهرت مع أنشتين .

يمكننا في الخاتمة تشخيص لإشكالية فلسفة الطبيعة لدى نيوتن من خلال القوانين والنظريات الفيزيائية ،أن نتسائل إلى أي حد يمكن وصف وصول وسيطرة فكر نيوتيني في الفيزياء ؟.

من خلال ما سبق في تحليلنا في الفصول الثلاثة المتعلقة بالنظريات الفيزيائية لنيوتن، وتوصلنا لأهم نتائج ومن أهمها :

-إعطاء نظرة عامة حول موضع الإنسان في الكون ، وذلك من خلال المفاهيم الأساسية لقوانين الطبيعة ،التي هي من خلق عقل الإنساني ،ذات طبيعة استنباطية وليست استقرائية.

-حركة الكواكب دائرية وثقل الأجسام ، من خلال قوانين ثلاثة للحركة بالإضافة إلى قانون جذب العام .

- فكرة المكان والزمان المطلقين ،الذين احتلا مكانة هامة في فيزياء نيوتن .

- بالإضافة إلى انتقادات التي وجهت الى فيزياء نيوتن وظهور النسبية التي هي مسيطرة على فيزياء الى اليوم

- نظريتي النسبية العامة و الخاصة لأنشتاين قد أزاحتا بعيدا المفهوم الكوني للزمان والمكان ،غير أننا مازلنا نتساءل كما كان نموذج الهندسي يلعب دورا أساسيا في النسبية.حدث تحول في دراسة حياة نيوتن وأعماله في السنوات الأخيرة بفضل المواد التي أتيحت مجانًا عبر الإنترنت من موقع نيوتن بروجكت،وقد أصبحت أبحاثه في اللاهوت، وغالبية أبحاثه في

البصريات متاحة في عام ٢٠١٠ ، ويُعتقد أن www.newtonproject.ic.ac.uk. الأبحاث العلمية والرياضية والحكومية سوف تنشر في الوقت المناسب .يضم الموقع أيضًا تقييمات ومقالات تمهيدية عن نيوتن وأعماله وكذلك عددًا كبيرًا من المصادر الأساسية الأخرى مثل جميع المواد المهمة،المنشورة وغير المنشورة المتعلقة بالسيرة الذاتية لنيوتن والتي أُلفت خلال القرنين »الأعمال الكيميائية لإسحاق نيوتن « الثامن عشر والتاسع عشر .وقد نشر موقع مشروع

العديـــــــــــد مـــــــــــن كتـــــــــــابات

نيـوتن،(http://webapple.1.dlib.indiana.edu/newton/index.jsp)

الخيميائية عبر الإنترنت، ويهدف لإتاحة كل أعماله في هذا المجال في السنوات القليلة القادمة.

# الفهـــــــــــــــــــرس

الإهداء.....02

الشكر والتقدير.....04

المقدمة..... أ

الفصل الأول:آليات ومنطلقات

المبحث الأول:شبكة المفاهيم.....06

المبحث الثاني:كرونولوجية الفكرية لنيوتن.....09

المبحث الثالث:فجر الفيزياء.....16

الفصل الثاني:دراسة إبستيمولوجية لفيزياء نيوتن

المبحث الأول: قوانين فيزياء نيوتن .....39

المبحث الثاني:البصريات .....52

المبحث الثالث: المكان والزمان في فكر نيوتن.....59

الفصل الثالث:أزمة فيزياء نيوتن وظهور النسبية

المبحث الأول : فيزياء نيوتن في ميزان النقد الإبستومولوجيا و أهميته في ظهور النسبية.....63

المبحث الثاني: النسبية في الفيزياء المعاصرة.....72

الخاتمة .....80

قائمة المصادر والمراجع.....84

**قائمة المصادر:**

- أينشتين ألبرت ،النسبية النظرية العامة والخاصة ،تر:رمسيس شحاتة ،تقديم :عطية عاشور ،دار النهضة للطبع والنشر ،مصر ،ط15 ،1985 .

**المصاددر الأجنبية:**

Mathématiques et la philosophie naturelle, pp thomas jacquier Le Sueur et francisco, 1822, p25.

**قائمة المراجع:**

- إبراهيم مصطفى إبراهيم ، في فلسفة العلوم ، دار الدنيا لطباعة والنشر ،الإسكندرية ط1، 2000 .

- بوش ، اساسيات الفيزياء ، تر: سعدي الجزيري، مراجعة: محمد عبد المقصود النادي ، الدار الدولية للنشر والطباعة ، ط6، 1994.

- توفيق إيميل ،الزمن بين العلم والفلسفة والأدب ،دار الشروق القاهرة ،ط،1982 1

- جاموف جورج ، قصة الفيزياء ، تر: محمد جمال الدين الفندي، مؤسسة الطباعة والنشر ، نيويورك ،ط1، 1964

- جوردان ،فيزياء القرن العشرين، ترجمة:محمد العبد، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، د(ط،س) ص208.

- الخولي يمنى طريف ، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللا حتمية ، دار قباء للطباعة والنشر ، مصر، د ط، 2001.

- رزنك روبرت ، هاليدي دافيد ، الفيزياء لطلبة العلوم والهندسة ، تر: وديع انعم وآخرون ، مراجعة صلاح الدين خشبة، مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر ، مصر ، د ( طن س) .

- رينشباخ هانز ، من كوبر نيقوس إلى أينشتاين ، تر: حسين علي ، تقديم : محمد مهران ، الدار المصرية السعودية للطباعة والنشر ، د ط، 2006.

- ستبس ولتر ، تاريخ الفلسفة اليونانية،تر:مجاهد عبد المنعم مجاهد،المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع،بيروت –لبنان،د،ط،2005.

- طيبة ماهروزادة،العلمانية والعصرانية ،تع:عبد الرحمان العلوي،دار الهادي للطباعة والنشر – لبنان،ط2006،1

- عوض عادل ،فلسفة العلم في فيزياء آينشتين ،دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر ،الإسكندرية ،مصر ،ط1 ،2005 .

- فؤاد أحمد باشا وآخرون ، أساسيات العلوم الفيزيائية ، دار الفكر العربي للطباعة والنشر ، دط، 2004.

- كونزمان بيتر و آخرون ، أطلس الفلسفة dtv ، ترجمة: جورج كنورة ، المكتبة الشرقية، بيروت، لبنان، ط2 ، 2008

- كيلاني مجدي ، الفلسفة اليونانية من طاليس إلى أفلاطون ، المكتب الجامعي الحديث الاسكندرية،د(ط،س)

- مبروك امل ، الفلسفة الحديثة ، الدار المعربة للطباعة والنشر ، القاهرة،د،ط، 2006

- مناف عبد المحسن، الميكانيك الكلاسيكي ، الدار العلمية الدولة للنشر والتوزيع ، ط1، 2003.

**قائمة المعاجم والموسوعات**

- باكسون ج,ج ،موسوعة مشاهير العالم (في العلوم والفكر والسياسة )،ج1،دار الصداقة العربية بيروت،ط1، 2002.

- صليبا جميل ، المعجم الفلسفي،ج1،دار الكتاب لبناني،بيروت لبنان،دط،1982.مذكور إبراهيم ، المعجم الفلسفي، الهينة العامة لشؤون مطابع الأميرية، القاهرة، د ط ، 1991

-وهبة مراد ، المعجم الفلسفي، دار قباء الحديثة للطباعة والنشر، القاهرة، د ط ،2007.

**قائمة المواقع ألكترونية :**

– كريري محمد عيسى ،نسبية المكان والزمان بين العلم والقرآن ،بقلم الدكتور،مروان شعبان، الأربعاء 13مارس2013،www.blogspot .com

**قائمة المجلات ودوريات:**

- شيلا سمير اسطيف ، الزمان والمكان عند كانط ،الحوار المتمدن ،العدد 6832،2008