الفصل التاسع عشر

اسحاق نيوتن

١٦٤٢ ـ ١٧٢٧

١ ـ الرياضي

ولد فى مزرعة صغيرة بوولزثورب ، فى مقاطعة لنكولن ، فى ٢٥ ديسمبر ١٦٤٢ (حسب التقويم القديم ، أى اليوليانى) وهو العام الذى مات فيه جاليليو ، وكانت الزعامة الثقافية ، كالزعامة الاقتصادية ، فى سبيلها من الجنوب الى الشمال . وكان عند ميلاده صغير الحجم جدا بحيث كان فى الامكان وضعه فى كوز سعته ربع جالون (كما أخبرته أمه فيما بعد) ، وضعيفا جدا بحيث لم يخطر ببال أحد أنه سيعيش أكثر من أيام (١) معدودات . وكفلته أمه وخاله لأن أباه كان قد مات قبل ولادته بشهور .

وحين بلغ الثانية عشرة أرسل الى المدرسة الخاصة فى جرانثام ، فلم يحالفه التوفيق فيها . وجاء فى التقارير عنه أنه « خامل » و « غير ملتفت » ، وأنه يهمل الدراسات المقررة ويقبل على الموضوعات التى تستهويه ، وينفق الوقت الكثير على المخترعات الميكانيكية كالمزاول ، والسواقى ، والساعات البيتية الصنع . وبعد أن قضي عامين فى جرانثام أخذ من المدرسة ليساعد أمه فى المزرعة ، ولكنه عاد الى اهمال واجباته ليقرأ الكتب ويحل المسائل الرياضية . وتبين خال آخر كفايته ، فاعاده الى المدرسة ، وعمل الترتيبات لقبول نيوتن بكلية ترنتى فى كمبردج (١٦٦١) طالبا يكسب مصروفاته بمختلف الخدمات (subsizar) . وحصل على درجته الجامعية بعد أربع سنوات ، وبعدها بقليل انتخب زميلا بالكلية . وخص باهتمامه الرياضة ، والبصريات ، والفلك ، والتنجيم ، وقد احتفظ بميله لدراسة التنجيم الى فترة متأخرة من حياته .

وفى ١٦٦٩ استقال أستاذه فى الرياضة اسحاق بارو ، وعين نيوتن خلفا له بناء على توصية منه ، وصف فيها نيوتن بأنه « عبقرى لا نظير له » ، وقد احتفظ بكرسيه فى ترنتى أربعة وثلاثين عاما . ولم

يكن بالمعلم الناجح . كتب سكرتيره عن ذكريات ذلك العهد يقول « كان الذين يذهبون للاستماع اليه قليلين ، والذين يفهمونه أقل ، حتى أنه كان أحيانا كثيرة وكأنه يقرأ للحيطان بسبب قلة السامعين (٢) » . وفى بعض المناسبات لم يكن يجد مستمعين اطلاقا فيعود الى حجرته كاسف البال . وبنى فيها مختبرا ـ كان الوحيد فى كمبردج آنئذ . وقام بالكثير من التجارب ، لا سيما فى الخيمياء « وهدفه الأكبر تحويل المعادن (٣) » ، ولكنه اهتم أيضا بـ « اكسير الحياة » و « حجر الفلاسفة (٤) » وواصل دراساته الخيميائية من ١٦٦١ الى ١٦٩٢ ، وحتى وهو يكتب كتابه « المبادىء (٥) » ترك مخطوطات عن الخيمياء دون نشر بلغ مجموع كلماتها نيفا و ١٠٠ر٠٠٠ « لا قيمة لها اطلاقا(٦) » وكان بويل وغيره من أعضاء الجمعية الملكية مشغولين شغلا محموما بهذا البحث نفسه عن صنع الذهب . ولم يكن هدف نيوتن تجاريا بشكل واضح ، فهو لم يبد قط أى حرص على المكاسب المادية ، ولعله كان يبحث عن قانون أو عملية يمكن أن تفسر بها العناصر على أنها أشكال مغايرة ، قابلة للتحويل ، لمادة أساسية واحدة . ولا سبيل لنا الى التأكد من أنه كان مخطئا .

وكان له حديقة صغيرة خارج مسكنه بكمبردج ، يتمشي فيها فترات قصيرة سرعان ما تقطعها فكرة يهرع الى مكتبه ليسجلها . كان قليل الجلوس ، يؤثر أن يذرع حجرته كثيرا (فى رواية سكرتيره) « حتى لتخاله ... واحدا من جماعة أرسطو » المشائين (٧) . وكان مقلا فى الطعام ، وكثيرا ما فوت وجبة ، ونسي أنه فوتها ، وكان ضنينا بالوقت الذى لابد من انفاقه فى الاكل والنوم . « ونادرا ما ذهب لتناول الطعام فى القاعة ، فاذا فعل فانه ـ ما لم ينبه ـ يذهب فى هيئة زرية ، حذاؤه بالى الكعبين ، وجواربه بلا رباط ... ورأسه غير ممشط الا فيما ندر (٨) » . وقد رويت ، واخترعت القصص الكثيرة عن شرود ذهنه . ويؤكدون أنه قد يجلس الساعات بعد استيقاظه من النوم على فراشه دون أن يرتدى ثيابه وقد استغرقه الفكر (٩) . وكان أحيانا اذا جاءه زائرون يختفى فى حجرة أخرى ، ويخط أفكارا على عجل ، وينسي أصحابه تماما (١٠) .

لقد كان راهبا من رهبان العلم فى هذه السنين الخمس والثلاثين

بكمبردج • وقد وضع « قواعد للتفلسف » ـ أعنى للطريقـــة والبحث العلميين • ورفض القواعد التى وضعها ديكارت فى « مقاله » كمبادىء قبلية تستنتج منها كل الحقائق الكبرى بالاستدلال • وحين قال نيوتن « أنا لا أخترع فروضا (١١) » كان يعنى أنه لا يقدم نظريات حول أى شيء يتجاوز ملاحظة الظواهر ، فهو اذن لا يغامر بأى تخمين عن طبيعة الجاذبية ، بل يكتفى بوصف مسلكها وصياغة قوانينها • ولم يزعم أنه يتجنب الفروض باعتبارها مفاتيح للتجارب ، فان مختبره على العكس خصص لاختبار مئات الأفكار والامكانات ، وسجله يزخر بالفروض التى جربت ثم رفضت • كذلك لم يرفض الاستدلال ، انما أصر على أنه يجب أن ينطلق من الوقائع ويفضي الى المبادىء • وكانت طريقته أن يتصور الحلول الممكنة للمشكلة ، ويستنبط متضمناتها الرياضية ، ويختبر هذه بالحساب والتجربة • وكتب يقول « يبدو أن مهمة الفلسفة (الطبيعية) كلها تكمن فى هذا ـ البحث من ظواهر الحركات فى قوى الطبيعة ، ثم ايضاح الظواهر الاخرى من هذه القوى (١٢) » • لقد كان مزيجا من الرياضة والخيال ، ولن يستطيع فهمه الا من يملكهما جميعا •

ولكن لنمض فى طريقنا رغم هذا • ان لشهرته بؤرتين ـ حساب التفاضل ، والجاذبية • بدأ عمله فى حساب التفاضل عام ١٦٦٥ بايجاد مماس ونصف قطر الانحناء عند أى نقطة على منحنى • ولم يسم طريقته حساب التفاضل بل الفروق المستمرة Fluxions " وفسر هذا المصطلح تفسيرا لا يمكننا أن نصل الى خير منه :

« ان الخطوط ترسم ، وبهذا الرسم تولد ، لا بضم الأجزاء بعضها الى بعض ، بل بالتحرك المستمر للنقط ، والسطوح بتحرك الخطوط ، والمجسمات بتحرك السطوح ، والزوايا بدوران الجوانب ، وأجـــزاء الزمن بالفيض المستمر ، وهكذا فى غير ذلك من الكميات • وعلى ذلك فبما أن الكميات ، التى تزداد فى أزمان متساوية ، وبالزيادة تولد ، أصبحت أكبر أو أقل حسب السرعة الاكبر أو الاقل التى تزداد او تولد بها ، فاننى بحثت عن طريقة لتحديد الكميات من سرعات الحركات أو الزيادات التى تولد بها ، واذ أطلقت على سرعات الحركات أو الزيادات لفظ « الفروق Fluxions" ، والكميات المولدة « المتغيرات » ، فقد اهتديت شيئا فشيئا الى طريقة الفروق فى عامى ١٦٦٥ و ١٦٦٦ (١٣) »

وقد وصف نيوتن طريقته فى خطاب كتبه لبارو عام ١٦٦٩ ، وأشار اليها فى خطاب لجون كولنز فى ١٦٧٢ ٠ ولعله استخدم هذه الطريقة فى التوصل الى بعض النتائج المتضمنة فى كتابه « المبادىء » (١٦٨٧) ، ولكن عرضه لها فيه جرى على الصيغ الهندسية المقبولة ربما مراعاة لما يناسب قراءه ٠ وقد أسهم ببيان لطريقته فى الفرق ـ ولكن دون أن يخفى اسمه ـ فى كتاب واليس « الجبر » عام ١٦٩٣ ٠ ولم ينشر الوصف الذى اقتبسناه فيما سبق الا عام ١٧٠٤ ، فى ملحق لكتابه « البصريات » ٠ وكان فى طبع نيوتن أن يؤخر نشر نظرياته ، وربما أراد أولا أن يحل الصعوبات التى أوحت بها ٠ وعليه فقد انتظر حتى سنة ١٦٧٦ لينشر نظرية « ذات الحدين » التى خلص اليها ٠ ولو أنه صاغها على الأرجح فى ١٦٦٥ × ٠

هذه التأجيلات زجت برياضي أوربا فى جدل معيب مزق دولية العلم جيلا بأسره ٠ ذلك أنه فى الفترة بين ابلاغ نيوتن نظريته فى « الفروق » لأصحابه فى ١٦٦٩ ونشر الطريقة الجديدة فى ١٧٠٤ ، وضع ليبنتز نظاما منافسا لها فى ماينز وباريس ٠ ففى ١٦٧١ أرسل الى أكاديمية العلوم بحثا يحوى جرثومة حساب التفاضل (١٤) ، وقابل ليبنتز أولدنبرج فى زيارة للندن ، من يناير الى مارس ١٦٧٣ ، وكان قد تبادل الرسائل معه ومع بويل ٠ وقد ظن أصحاب نيوتن فيما بعد أن لبنتز فى رحلته هذه تلقى الماعا لفروق نيوتن ـ ولكن المؤرخين يتشككون فى هذا الآن ٠ وفى يونيو ١٦٧٦ ، بناء على طلب أولدنبرج وكولنز ، كتب نيوتن خطابا ليبلغ الى لبنتز ، شارحا فيه طريقته فى التحليل ٠ وفى أوغسطس رد لبنتز على أولدنبرج ، وضمن الرد بعض الأمثلة من شغله فى حساب التفاضل ، وفى يونيو ١٦٧٧ ، فى خطاب آخر لأولدنبرج ، وصف نوع حساب التفاضيل الذى توصل اليه ، وطريقته فى التنويت notation أى التدوين بمجموعة من الرموز الرموز) ، وهما يختلفان عن حساب نيوتن وطريقته ٠ ثم عاد فى مجلة Aeta Eruditorum عدد أكتوبر ١٦٨٤ يشرح حساب التفاضل،

× وطبقا لهذه النظرية فان أى قوة ذات حدين (وهو تعبير جبرى مؤلف من حدين تربطهما علامة زائد أو ناقص) يمكن ايجادها بصيغة جبرية بدلا من ايجادها بالضرب ٠ وقد سبق نيوتن جزئيا الى هذه النظرية فييت وبسكال ٠

وفى ١٦٨٦ نشر طريقته فى حساب التكامل . وفى الطبعة الأولى من « المبادىء » (١٦٨٧) قبل نيوتن بشكل واضح اكتشاف ليبنتز لحساب التفاضل مستقلا . قال :

« فى رسائل تبادلتها مع عالم الهندسة الألمعى ج . و . لبنتز ، قبل عشر سنوات ، حين أشرت الى أننى أعرف طريقة لأيجاد الحدود القصوى والدنيا ، ورسم المماسات ، وما الى ذلك ... رد السيد المبجل بانه اهتدى هو أيضا الى طريقة من نفس النوع ، وأنهى الى طريقته ، التى لم تكد تختلف عن طريقتى ... الا فى أشكال ألفاظه ورموزه (١٦) » .

وكان خليقا بهذا الاعتراف المهذب أن يمنع الجدل . ولكن فى ١٦٩٩ أشار رياضي سويسرى فى رسالة للجمعية الملكية الى أن لبنتز استعار حساب تفاضله من نيوتن . وفى ١٧٠٥ ذكر ليبنتز تضمينا ، فى نقد غفل من التوقيع لكتاب نيوتن « البصريات » أن فروق نيوتن تحوير لحساب التفاضل اللبنتزى . وفى ١٧١٢ عينت الجمعية الملكية لجنة لفحص الوثائق المتصلة بالموضوع . وقبل أن ينصرم العام نشرت الجمعية تقريرا Commercium Epistolicum أكد اسبقية نيوتن ، دون أن تخوض فى موضوع أصالة لبنتز . وفى رسالة كتبها لبنتز بتاريخ ٩ أبريل ١٧١٦ الى قسيس ايطالى بلندن اعترض بقوله ان تعليق نيوتن قد حسم الأمر . ومات لبنتز فى ١٤ نوفمبر ١٧١٦ . وبعد موته بقليل نفى نيوتن أن التعليق « أقر له - أى للبنتز باختراع حساب التفاضل مستقلا عن اختراعى » وفى الطبعة الثالثة من « المبادىء » (١٧٢٦) حذف التعليق (١٧) . ولم يكن النزاع مما يليق بالفلاسفة ، لأن كلا المدعيين كان يصح أن ينحنى احتراما لفيرما لأنه كان رائدا لهما فى هذا المضمار .

٢ - الفيزيائى

على أن الرياضة ، على ما فيها من عجب ، لم تكن سوى أداة لحساب الكميات ، فهى لم تزعم أنها تفقه الحقيقة أو تصفها . فلما تحول نيوتن من الاداة الى البحث الجوهرى ، عكف أولا على استكناه سر الضوء . وتناولت محاضراته الاولى فى كمبردج الضوء ، واللون ،

والرؤية ، وعلى عادته لم ينشر كتـابه « البصريات » الا بعد خمس وثلاثين سنة ، فى ١٧٠٤ ، فقد كان بريئا من شهوة النشر ٠

وفى عام ١٦٦٦ اشترى منشورا من سوق ستوربردج وبدأ التجارب فى البصريات ٠ وفى عام ١٦٦٨ فصاعدا صنع سلسلة من التلسكوبات ٠ فصنع بيديه ، على أساس النظريات التى شرحها مرسين (١٦٣٩) وجيمس جريجورى (١٦٦٢) ، تلسكوبا عاكسا ليتفادى بعض العيوب الملازمة للتلسكوب الكاسر ، وقدمه للجمعية الملكية بناء على طلبها عام ١٦٧١ ٠ وفى ١١ يناير ١٦٧٢ انتخب لعضوية الجمعية ٠

وكان قد توصل (١٦٦٦) الى أحد كشوفه الأساسية حتى قبل أن يصنع التلسكوبات ـ وهو أن الضوء الأبيض ، أو ضوء الشمس ، ليس بسيطا أو متجانسا ، بل هو مركب من الاحمر ، والبرتقالى ، والأصفر ، والأخضر ، والأزرق ، والنيلى ، والبنفسجى ٠ فلما مـرر شعاعا صغيرا من ضوء الشمس خلال منشور شفاف وجد أن الضوء الذى يبدو أحادى اللون انقسم الى كل ألوان الطيف هـــذه ، وأن كل لون مكون خرج من المنشور عند زاويته أو درجته أو انكساره الخاص ، وأن الألوان نظمت نفسها فى صف من الحزم ، مؤلفه طيفا مستمرا ، فى أحد طرفيه اللون الاحمر وفى الآخر البنفسجى ٠ وقد أثبت الباحثون اللاحقون أن المواد المختلفة ، اذا جعلت مضيئة بحرقها ، تعطى أطيافا مختلفة ٠ وبمقارنة هذه الاطياف بالطيف الذى يحدثه نجم معـــين ، أصبح فى الامكان تحليل مكونات النجم الكيميائية الى حـد ما ٠ ثم دلت الملاحظات الأدق لطيف النجم على السرعة التقريبية لتحركه نحو الأرض أو بعيدا عنها ، ومن هذه الحسابات استنبط نظريا بعد النجم ٠ وهكذا تمخض كشف نيوتن لتكوين الضوء ، وانكســاره فى الطيف ، عن نتائج كونية تقريبا فى ميدان الفلك ٠

ولم تتكشف هذه النتائج لنيوتن فى ذلك الحين ، ولكنه أحس (كما كتب لأولدنبرج) أنه توصل « الى أغرب كشف الى الآن ان لم يكن أهم كشف فى عمليـات الطبيعة (١٨) » فأرســل الى الجمعية الملكية فى بواكير عام ١٦٧٢ بحثا عنوانه « نظرية جديدة فى الضـوء واللون » ٠ وقرىء البحث على الأعضاء فى ٨ فبراير ، فأثار جدلا عبر المانش الى القارة ٠ وكان هوك قد وصف فى كتابه « ميكروجرافيـا »

(١٦٦٤) تجربة شبيهة بتجربة نيوتن بالمنشور ، ولم يكن قد استنتج منها نظرية ناجحة فى اللون ، ولكنه أحس بأن فى اعفال نيوتن لفضله السابق غضا من قدره ، فانضم الى بعض أعضاء الجمعية فى نقـــد النتائج التى خلص اليها نيوتن ، واستمر النزاع ثلاثة أعـوام . كتب نيوتن المرهف الحس يقول « اننى مضطهد بالجدل الذى أثارته نظريتى فى الضوء اضطهادا جعلنى ألوم حماقتى لأننى ضحيت بنعمة عظمى ، نعمة هدوء البال ، جريا وراء سراب (١٩) » وحدثته نفسه حينا بأن « أطلق الفلسفة طلاقا بائنا لا رجعة فيـه ، الا ما أفعـله ارضـاء لذاتى (٢٠) » .

وثارت نقطة أخرى من نقط الجدل مع هوك حول ناقل الضوء . وكان هوك قد اعتنق نظرية هويجنز ، التى زعم فيها أن الضوء ينتقل على موجات « أثير » . ورد نيوتن بأن هذه النظرية لا تفسر مسـار الضوء فى خطوط مستقيمة . واقترح بدلا منها « نظرية الجسيمات أو الدقائق corpuscular theory " : فالضوء سببه اطلاق الجسـم المضيء جزيئات دقيقة لا حصر لها ، تسير فى خطوط مستقيمة خلال الفضاء بسرعة ١٩٠ر٠٠٠ ميل فى الثانية . ورفض نظرية الأثير ناقلا للضوء ، ولكنه قبله بعد ذلك وسيطا لقوة الجاذبية × .

وجمع نيوتن مناقشاته حول الضـوء فى كتـابه (البصريات Opticks فى ١٧٠٤ . ومما له دلالة أنه كتبـه بالانجليزية (فى حين كان كتاب المبادىء Psincipia باللاتينية) ، ووجهـه « الى القراء الحاضرى الذكاء والفهم ، الذين لم يتضلعوا بعد فى البصريات» . وفى نهاية الكتاب وضع قائمة لواحد وثلاثين سؤالا تتطلب مـزيدا من البحث . وكان السؤال الأول ارهاصا بهذه النبوءة « ألا تؤثر الاجسام فى الضوء عن بعد ، فتنحنى أشعته بهذا التأثير ، وألا يكون هـذا

× فضل الفيزيائيون اللاحقون نظرية التموجات التى قال بها هويجنز على أساس أن فرض الجسيمات الذى قال به نيوتن لا يعلل تعليلا مرضيا ظواهـر الانحـراف ، والتداخل ، والاستقطاب . ويميل الفيزيائيون المعاصرون الى الجمـع بين الرأيين تفسيرا لظواهر تبدو أنها تشتمل على الجسيمات والامواج معا . والفوتونات أو الكمات التى يقول بها الفيزيائيون اليوم تعيد الى الذاكرة جسيمات نيوتن ، أما الاثير فقد فقد الآن اعتباره .

التاثير على أشده فى أدنى الأبعاد × ؟ » والسؤال الثـــلاثون « لم لا تغير الطبيعة الأجسام الى ضوء والضوء الى أجسام ؟ » .

٣ ـ أصل نظرية الجاذبية

كانت سنة ١٦٦٦ سنة جنينية لنيوتن . شهدت بداية جهوده فى البصريات ، ولكنه كذلك يقول عن ذكرياته أن شهر مايو « كان مدخلى الى الطريقة العكسية للفروق المستمرة ، وفى نفس السنة بدأت أفكر فى امتداد الجاذبية الى مدار القمر .. .. بعد أن قارنت بين القوة اللازمة لحفظ القمر فى مداره ، وقوة الجاذبية على ســـطح الأرض ، ووجدتهما متفقتين تماما تقريبا ... فى تلك السنين كنت فى ربيع عمرى (٢١) » .

وفى عام ١٦٦٦ وصل الطاعون الى كمبردج ، فعاد نيـوتن الى موطنه وولزثورب طلبا للسلامة . وهنا نلتقى بقصة لطيفة . كتب فولتير فى كتابه « فلسفة نيوتن » (١٧٣٨) :

« ذات يوم من أيام ١٦٦٦ ، حين كان نيوتن معتكفا فى الريف رأى ثمرة تسقط من شجرة كما أخبرتنى بنت أخته السيدة كوندويت ، فاستغرق فى تفكير عميق فى السبب الذى يجذب جميع الأجسام فى خط اذا مد مر قريبا جدا من مركز الأرض (٢٢) » .

وهذا أقدم ما نعرفه من ذكر لقصة التفاحة . وهى لا ترد فى كتب مترجمى نيوتن القدامى ، ولا فى روايته لكيفية اهتدائه لفكرة الجاذبية الكونية ، والفكرة السائدة اليوم عن القصة أنها أسطورة . وأرجح منها قصة أخرى رواها فولتير ، وهى أن غريبا سأل نيوتن كيف اكتشـف قوانين الجاذبية ، فأجاب « بادمان التفكير فيها (٢٣) » ومما لا ريب فيه أنه بحلول عام ١٦٦٦ كان نيوتن قد حسب قوة الجذب التى تحفظ الكواكب فى أفلاكها وانتهى الى أنها تتناسب تناسبا عكسيا مع مربع بعدها عن الشمس (٢٤) . ولكنه لم يستطع الى ذلك الوقت التوفيق بين النظرية وحساباته الرياضية ، فنحاها جانبا ، ولم ينشر عنها شيئا طوال الاعوام الثمانية عشر التالية .

× قارن « النسبية » لألبرت اينشتين (بنيويورك ، ١٩٠٠) ، ٨٨ .

ولم تكن فكرة الجاذبية بين النجوم جديدة قط على نيوتن • فقد ذهب بعض فلكيى القرن الخامس عشر الى أن السـماوات تؤثر فى الأرض بقوة تشبه قوة تأثير المغنطيس فى الحديد ، وما دامت الأرض تنجذب بالتساوى من جميع الاتجاهات فانها تبقى معلقة فى مجموع هذه القوة (٢٥) • وقد نبه كتاب جلبرت « المغنطيس » (١٦٠٠) أذهـانا كثيرة الى التفكير فى التأثيرات المغنطيسية المحيطـة بكل انسان ، وقد كتب هو نفسه فى كتاب لم ينشر الا بعد موته بثمانيـة وأربعين عاما (١٦٥١) يقول :

« ان القوة المنبعثة من القمر تصل الى الأرض ، وبالمثل فان القوة المغنطيسية للارض تعم منطقة القمـر ، وكلتاهما تتجـاوب وتتآلف بتأثيرهما المشترك ، حسب تناسب الحركات وتطابقها ، ولكن تأثير الأرض أكبر نتيجة لكبر كتلتها (٢٦) » •

وكان اسماعيلس بوريار قد قرر فى كتابه " Astronomia Philolaica " (١٦٤٥) أن جذب الكواكب بعضها لبعض يتناسب تناسبا عكسيا مع مربع المسافة بينهما (٢٧) ، وذهب ألفونسو بوريللى فى كتابه «نظريات الكواكب المديشية » (١٦٦٦) الى أن « كل كوكب وتابع يدور حول كرة كبرى فى الكون بوصفها مصدرا للقوة ، تجذب الكوكب وتابعـه وتمسكهما بحيث لا يمكن اطلاقا أن ينفصـلا عنهـا ، بل يضطران لاتباعها أينما ذهبت ، فى دورات ثابتة مستمرة » ، وقد فسر مدارات هذه الكواكب والتوابع بأنها نتيجة القوة المركزية الطاردة لدورانهـا (« كما نجد فى العجلة أو الحجر يدوم فى مقلاع ») تقابلها قـوة شمسها الجاذبة (٢٨) • وذهب كبلر الى أن الجاذبية ملازمة لجميـع الاجرام السماوية ، وقدر فى فترة من حياته أن قوتها تتناسب تناسبا عكسيا مع مربع المسافة بينها ، وكان هذا خليقا بأن يكون سبقا واضحا لنيوتن ، ولكنه عاد فرفض هذه الصيغة ، وافترض أن الجذب يتناقص تناقصا طرديا مع زيادة المسافة (٢٩) • على أن هذه المداخـل الى نظرية فى الجاذبية حرفتها عن طريقها نظرية ديكارت فى الدوامات التى تكونت فى كتلة بدائية ، ثم عينت عمل كل جزء ومداره •

وقد فكر كثير من المستفسرين اليقظين فى الجمعية الملكية تفكيرا

عميقا فى رياضيات الجاذبية • وفى ١٦٧٤ سبق هوك بكتابه « محاولة لأثبات حركة الارض السنوية » « اعلان » نيوتن لنظرية الجاذبيـــة بأحد عشر عاما • قال هوك :

« سأشرح نظاما للكون مختلفا فى تفاصيل كثيرة عن أى نظـام عرف الى الآن ، متفقا فى جميع الاشياء مع القواعد الشائعة للحركات الميكانيكية • وهو يعتمد على فروض ثلاثة : (أولها) أن كل الأجرام السماوية أيا كانت ذوات قوة جاذبة الى مراكزها ، لا تجذب بهـــا أجزاءها فحسب وتحفظها من أن تتطاير منها ••• بل تجذب كذلك سائر الأجرام السماوية الواقعة فى مجال نشاطها ••• (وثانيها) أن جميع الأجسام أيا كانت ، التى تحرك حركة طردية وبسيطة ، تستمر فى الحركة قدما فى خط مستقيم الى أن تحرفها عن طريقها قوى فعالة أخرى ••• (وثالثها) أن قوى الجذب هذه يشتد فعلها بقـدر قرب الجسم الواقع تحت جاذبيتها من مراكزها » (٣٠) •

ولم يحسب هوك فى بحثه هذا أن الجذب يتناسب تناسبا عكسيا مع مربع المسافة ، ولكنه أنهى هذا المبدأ الى نيوتن ـ اذا صدقنا رواية أوبرى ـ بعد أن توصل اليه مستقلا (٣١) • وفى يناير ١٦٨٤ شرح هوك صيغة المربعات العكسية لرن وهالى ، اللذين كانا قبـــلاها من قبل • فذكرا لهوك ان الحاجة ليست الى مجرد فرض ، بل الى ايضاح رياضي يثبت أن مبدأ الجاذبية يفسر مسارات الكواكب • وعرض رن على هوك وهالى جائزة قدرها أربعون شلنا (١٠٠ دولار) ان أتاه أحدهما ببرهان رياضي على الجاذبية • ولم يأته البرهان على قـــدر علمنا (٣٢) •

وفى أحد أيام أغسطس ١٦٨٤ ذهب هالى الى كمبردج وســأل نيوتن ماذا يكون مدار كوكب ما اذا تناسب جذب الشمس له تناســبا عكسيا مع مربع المسافة بينهما • وأجاب نيوتن أنه يكون قطعا ناقصا (اهليلجا) • ولما كان كبلر قد استخلص من دراســته الرياضـــية لمشاهدات تيكو براهى أن مدارات الكواكب اهليلجية ، فقـد بدا أن الفلك الآن تأيد بالرياضة ، والعكس بالعكس • وأضـــاف نيوتن أنه أجرى الحسابات تفصيلا فى ١٦٧٩ ، ولكنه نحاها جانبا ، من جهـة

لأنها لم تتفق تماما مع التقديرات السائدة يومها لقطر الأرض والبعد بين الأرض والقمر ، وأرجح من هذا السبب أنه لم يكن واثقا من أنه يستطيع تناول الشمس ، والكواكب ، والقمر على أنها نقط مفردة فى قياس قوتها الجاذبة . ولكن فى عام ١٦٧١ أذاع بيكار قياسه الجديد لنصف قطر الارض ولدرجة من درجات خطوط الطول ، التى حسب أخيرا أنها تبلغ ٦٩ر١ ميلا تشريعيا انجليزيا ، وفى عام ١٦٧٢ تمكن بيكار بفضل بعثته الى سايين من حساب بعد الشمس عن الأرض فقرر أنه ٨٧ر٠٠٠ر٠٠٠ ميل (والرقم الحالى ٠٠٠ر ٩٢ر) واتفقت هذه التقديرات الجديدة اتفاقا طيبا مع رياضة نيوتن فى الجاذبية ، وأقنعه المزيد من الحسابات فى ١٦٨٥ بأن الكرة تجذب الاجسام وكأن كتلة هذه الكرة كلها تجمعت فى مركزها . وشعر الآن بمزيد من الثقة فى فرضه .

ثم قارن سرعة حجر على الأرض بسرعة سقوط القمر على الأرض اذا نقصت قوة جذب الأرض له بمربع المسافة بينهما . فوجد أن نتائجه تتفق وآخر البيانات الفلكية . فخلص من هذا الى أن القوة التى تسقط الحجر، والقوة الجاذبة للقمر نحو الأرض رغم قوة طرد القمر المركزية ، هما قوة واحدة . وسر الانجاز الذى حققه هنا كامن فى تطبيقه هذه النتيجة التى انتهى اليها على جميع الاجسام التى فى الفضاء ، وفى تصوره أن جميع الأجرام السماوية مترابطة فى شبكة من التأثيرات الجذبية ، وفى بيانه كيف أن حساباته الرياضية والميكانيكية تتفق وملاحظات الفلكيين ، لا سيما قوانين كبلر الكوكبية × .

وبدأ نيوتن اجراء حساباته من جديد ، وأنهاها الى هالى فى نوفمبر ١٦٨٤ . وأدرك هالى أهميتها فحثه على تقديمها للجمعية

× قوانين كبلر (١٦٠٩ ، ١٦١٩) : (١) ان الكواكب ترسم مدارات اهليلجية ، فيها الشمس بؤرة واحدة (٢) ان الخط الذى يربط كوكبا بالشمس ينتشر فوق مساحات متساوية فى أوقات متساوية . (٣) ان مربع فترة دوران الكوكب يتناسب مع مكعب متوسط بعده عن الشمس . وهذه الصيغة افضت الى قانون المربعات العكسية .

الملكية فوافق ، وأرسل الى الجمعية رسالة فى « قضـايا الحـــركة » (فبراير ١٦٨٥) ، لخص فيها آراءه فى الحركة والجاذبيـــة . وفى مارس ١٦٨٦ بدأ عرضنا أوفى ، وفى ٢٨ أبريل ١٦٨٦ قدم للجمعيـة مخطوط الكتاب الاول من كتب الحركة ، عن المبادىء الرياضية للفلسفة الطبيعية . وللتو لفت هوك النظر الى أنه سبق نيوتن فى ١٦٧٤ . ورد نيوتن فى رسالة الى هالى أن هوك اخذ فكرة المربعات العكسية عن بوريللى وبويار . وتفاقم الخلاف حتى أصبح سخطا من الطرفين ، وحاول هالى أن يصلح ذات البين ، وهدأ نيوتن ثائرة هوك بتضمين مخطوطته حاشية ، تحت القضية الرابعة ، أقر فيها بفضل « أصدقائنا رن ، وهوك ، وهالى » ، فى أنهم « استنتجوا من قبـــل » قانون المربعات العكسية . ولكنه ضاق بالنزاع أشد الضيق حتى انه حين أعلن لهالى (٢٠ يونيو ١٦٨٧) أن الكتاب الثانى جاهز ، أضـــاف قائلا « فى نيتى الآن أن أوقف الكتاب الثالث . فالفلسفة أشـــبه بامـــرأة مشاكسة وقحة تزج بمن يتعامل معها فى قضايا أمام المحاكم » . وأقنعه هالى بأن يواصل الكتاب . وفى سبتمبر ١٦٨٧ نشر المؤلف كله برعاية الجمعية الملكية ورئيسها آنئذ ، صموئيل بيبيس . ولما كانت الجمعية فى ضائقة مالية ، فقد أنفق هالى على النشر بأكمله من جيبه الخاص ، مع أنه لم يكن بالرجل الميســـور . وهكذا ، وبعـــد عشرين عاما من الاعداد ، ظهر أهم كتاب فى علم القرن السابع عشر ، كتاب لا يضارعه فى عظم تأثيره فى ذهن أوربا المثقفة سوى كتاب كوبرنيق فى الدورات (١٥٤٣) ، وكتاب دارون فى أصل الأنواع (١٨٥٩) . هذه الكتب الثلاثة هى أهم الأحداث فى تاريخ أوربا الحديثة .

٤ ـ كتاب المبادىء « برنكبيا Principia "

فسرت عنوان الكتاب مقدمته :

« بما أن القدماء (كما يخبرنا بابوس) علقوا أهمية عظمى على علم الميكانيكا فى بحثهم فى الاشياء الطبيعية ، وبما أن المحدثين ، بعد ان نحوا أشكال المادة (التى قال بها السكولاستيون) والصـفات الغيبية ، حاولوا اخضاع الظواهر الطبيعية لقوانين الرياضة ، فقـد

طورت الرياضة في هذا البحث على قدر اتصالها بالفلسفة (الطبيعية) ... وعليه فانا نقدم هـــذا المؤلف على أنه المبـــادىء الرياضـــية للفلسفة ، ذلك لأن كل معضلة الفلسفة هى فى بحث قوى الطبيعة من ظواهر الحركة ، ثم توضيح الظواهر الاخرى من هذه القوى » .

أما وجهة نظر الكتاب فستكون ميكانيكية خالصة :

« وددت لو استطعنا استخلاص باقى الظواهـر الطبيعية بنفس نوع الاستدلال من الأسس الميكانيكية ، لأن مبررات كثيرة تحملنى على الظن بأنها ربما كانت كلها تتوقف على قوى معينة تدفع بواســطتها جزيئات الاجسام بأسباب مجهولة الى الآن بعضــها نحـــو البعض ، وتتماسك فى أشكال منتظمة ، أو تصد وتتراجع بعضها عن البعض ، واذ كانت هذه القوى مجهولة ، فقد حاول الفلاســفة الى الآن البحث فى الطبيعة عبثا ، ولكنى أرجو أن تلقى المبادىء الموضوعة هنا بعض الضوء على تلك الطريقة ، أو على طريقة أصح ، من طرق الفلسفة ».

وبعد أن وضع نيوتن بعض التعاريف والبديهيات ، صـــاغ ثلاثة قوانين للحركة :

١ ـ كل جسم يبقى على حالته من حيث السكون أو الحركة المنتظمة فى خط مستقيم ما لم يضطر الى تغيير تلك الحالة بقوى واقعة عليه .

٢ ـ تغيير الحركة يتناسب مع القوة المحركة الواقعة ، ويتم فى اتجاه الخط المستقيم الذى تقع فيه تلك القوة .

٣ ـ كل فعل يقابله دائما رد فعل مساو له .

أما وقد تسلح نيوتن بهذه القوانين ، وبقــانون التربيع العكسي فقد تقدم الى صياغة مبدأ الجاذبية . وصورة المبدأ الحالية ، وهى أن كل جزىء من المادة يجذب كل جزىء بقوة تتناسب تناسبا طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما وتناسبا عكسيا مع مربع البعد بينهما ، هـــذه الصورة لا نجدها بهذا النص فى أى موضوع فى كتاب المبادىء ، ولكن نيوتن أعرب عن الفكرة فى التعقيب العام الذى ختم به الكتاب الثانى: « ان الجاذبية ... تعمل ... حسب كمية المادة الجامدة التى تحتويها (الشمس والكواكب) ، وتنتشر قوتها على جميع الجهات ... متناقصة

أبدا بما يتناسب مع المربع العكسي للمسافات (٣٣) » . وقد طبق هذا المبدأ ، وقوانينه فى الخركة ، على مدارات الكواكب ، ووجـــد أن تقديراته الحسابية تتفق والمدارات الاهليلجية التى استنتجها كبـلر . وزعم أن الكواكب تحول عن حركاتها المستقيمة ، وتحفظ فى مداراتها، بقوة تميل صوب الشمس وتتناسب تناسبا عكسيا مع مربع أبعادها عن مركز الشمس . وعلى أساس مبادىء مماثلة فسر جذب المشترى لتوابعه، والأرض للقمر . وبين أن نظرية ديكارت فى الدوامات باعتبارها الشكل الاول للكون لا يمكن التوفيق بينها وبين قوانين كبلر . وحسب كتـلة كل كوكب ، وقدر كثافة الأرض من خمسة الى ستة أمثال كثافة الماء . (والرقم الحالى ٥ر٥) . وعلل رياضيا تفرطح الأرض عند القطبين ، وعزا انبعاجها عند الاستواء الى قوة الشمس الجاذبة ، ووضع رياضيات المد والجزر باعتبارهما راجعين الى جذب الشمس والقمـــر الموحـــد للبحار ، ويمثل هذا الفعل القمـــرى ـ الشمسي فسر مبـــادرة نقطتى الاعتداليين ، ورد مسارات المذنبات الى مدارات منتظمة ، وبهـذا أيد نبوءة هالى . وقد صور كونا أعظم تعقيدا من الناحية الميكانيكية مما ظن من قبل ، لانه نسب لجميع الكواكب والنجوم صفة الجذب ، فأصبح الآن كل كوكب أو نجم ينظر اليه على أنه متأثر بكل كوكب أو نجم آخـــر . ولكن فى هذا الحشد المعقد من الاجرام السماوية وضع نيـــوتن قانونا يحكمه : فأبعد النجوم يخضع لذات الميكانيكا والرياضة اللتين يخضع لهما أصغر الجزيئات على الأرض . ان رؤية الانسان للقانون لم تغامر قط بالتحليق فى الفضاء الى مثل هذا البعد ، ولا بمثل هذه الجرأة .

ونفدت الطبعة الأولى من « المبادىء » سريعا ، ولكن لم تظهـــر طبعة ثانية الا فى ١٧١٣ . وعزت نسخه حتى أن عالما نسخ الكتاب كله بيده (٣٤) . واعترف القراء بأنه عمل فكرى من أرفع طـراز ، ولكن بعض ملاحظات النقد كدرت صفو الثناء عليه . فرفضت فرنسا النظـام النيوتنى لتشبثها بدوامات ديكارت ، الى أن عرضه فولتير فى ١٧٣٨ عرضا ملؤه الاعجاب والتبجيـل . واعترض كاســينى وفونتنيل بأن الجاذبية ليست سوى قوة أو صفة غيبية تضاف الى القوى الماضية ، وقالا ان نيوتن شرح بعض العلاقات بين الاجرام السماوية ، ولكنه لم يكشـف عن طبيعة الجاذبية ، التى ظلت سرا خفيا كسر الله . وقال ليبنتز بأنه

ما لم يستطع نيوتن بيان المكنية التى تستطيع الجاذبية أن تؤثر بها ، خلال فضاء يبدو فارغا ، فى أجسام تبعد عنها ملاين الأميـــال ، فانه لا يمكن قبول الجاذبية على أنها شيء أكثر من مجرد كلمة (٣٥) .

ولم تحظ النظرية الجديدة بالقبـــول السريع حتى فى انجلترة . وزعم فولتير أن المرء كان بالجهد يجد عشرين عالما يرضون عنها بعد أن نشرت لأول مرة بأربعين عاما . وبينما شكا النقاد فى فرنســـا من أن النظرية ليست ميكانيكية بالقـدر الكافى اذا قيســـت بدوامات ديكارت البدائية ، كانت الاعتراضات عليها فى انجلترة فى أغلبها دينية ، فأسف جورج باركلى فى كتابه « مبادىء المعرفة الانسانية » (١٧١٠) لأن نيوتن يرى الفضاء والزمان والحركة مطلقة ، سرمدية فيما يبـــدو ، وموجودة مستقلة عن المساندة الالهية . فالميكانيكية تطغى على النظام النيوتنى طغيانا لا يترك فيه مكانا لله .

فلما وافق نيوتن بعد ما عهد فيه من تسويفات على أن يعد طبعه ثانية الكتاب ، حاول أن يهـــدىء من ثائرة نقـــاده . فأكد لليبنتز والفرنسيين أنه لا يفترض قوة تعمل عن بعد خلال الفضاء الفارغ ، وأنه يعتقد بوجود ناقل متخلل ، رغم أنه لن يحاول وصفه ثم اعترف بصراحة أنه لا يفقه طبيعة الجاذبية . وبهذه المناسبة كتب فى الطبعة الثانيـة كلماته التى كثيرا ما يساء فهمها ، وهى أنه « لا يضع فرضا (٣٦) » وأضاف « يجب أن تتسبب الجاذبية من عامل يعمل بثبات وفق قوانين معينة ، ولكنى أترك لقرائى النظر فى هل هذا العـامل مادى أو غير مادى (٣٧) » .

ورغبة فى المزيد من الرد على الاعتراضات الدينية ألحق بالطبعة الثانية تعقيبا عاما عن دور الله فى نسقه . فقصر تفسيراته الميكانيكية على العالم المادى ، ورأى حتى فى ذلك العالم أدلة على وجود خطـة الهية ، فالآلة الكبرى تتطلب مصدرا أول لحركتها ، لا بد أن يكون هو الله ، ثم ان فى النظام الشمسي شذوذات فى المسلك يصححها تعـــالى دوريا كلما ظهرت (٣٨) . ولكى يفسح نيوتن مجالا لهذه التدخـــلات الخارقة تزل عن مبدأ عدم فناء الطاقة . وافترض الآن أن آلة العالم تفقد بعض طاقتها بمضي الوقت ، وستفقدها كلها ان لم يتدخل الله ليرد لها

قوتها (٣٩) . واختتم بهذه العبارة « ان هذا النظام البديع ، نظـام الشمس ، والكواكب ، والمذنبات ، لا يمكن أن ينبعث الا من مشورة كائن ذكى قوى ومن رحابه (٤٠) » . وأخيرا تحرك صوب فلسفة يمكن أن تفسر بمعنى حيوى ، أو تفسر بمعنى ميكانيكى قال :

« وقد نضيف الآن شيئا يتصل بروح غاية فى الدقة ، روح تنتشر وتختفى فى جميع الاجسام الكبيرة ، وبقوتها وفعلها تتجاذب جزيئـات الأجسام فى المسافات القريبة ، وتتماسك اذا تجاورت ، وتعمل الأجسام الكهربية الى أبعاد أعظم ، فتصد وتجذب الجزيئات المجاورة ، ويرسل الضوء ، ويعكس ، ويكسر ، ويثنى ، ويسخن الأجسام ، وكل احساس يثار ، وتتحرك أعضاء الأجسام الحيوانية بأمر الأرادة ، أعنى بتموجات هذه الروح ، مبثوثة بالتبادل على خيوط الاعصاب المتينة ، من أعصاب الحس الخارجية الى المخ ، ومن المخ الى العضلات . على أن هذه أشياء لا يمكن تفسيرها فى بضع كلمات ، ثم اننا لم نزود بما يكفى من التجارب التى يتطلبها التقرير والايضاح الدقيقان للقوانين التى تعمل وفقا لها هذه الروح الكهربية المرنة (٤١) » .

ترى ماذا كان ايمانه الدينى الحقيقى ؟ لقد تطلبت أسـتاذيته فى كمبردج الولاء للكنيسة الرسمية ، وكان يختلف بانتظام الى الخـدمات الكنسية الانجليكانية . أما صلواته الخاصة فيقول فيها سكرتيره « لا أستطيع أن أقول عنها شيئا ، وأميل الى الاعتقاد بأن دراساته المفرطة حرمته من النصيب الأفضل (٤٢) » . ومع ذلك فقد درس الكتـاب المقدس بنفس الغيرة التى درس بها الكون . وقد أثنى عليه رئيس أسـاقفة بقوله « انك تعرف من اللاهوت أكثر مما نعرف كلنا مجتمعين (٤٣) » وقال لوك عن معرفته بالأسفار المقدسـة « لست أعرف من أمثـاله الا القليلين (٤٤) » وقد خلف كتابات لاهوتية يفوق حجمها كل مؤلفاته العلمية .

وقادته دراساته الى نتائج أشبه بالأريوسية ، وهى قريبة الشبه بنتائج ملتن ، ومجملها أن المسيح وان كان ابن الله الا أنه ليس مساويا لله الآب فى الزمن أو القوة (٤٥) . وفيما عدا ذلك كان نيوتن ، أو أصبح ، مستقيم العقيدة تماما . ويبدو أنه آمن بكل كلمة من كلمـات

الكتاب المقدس على أنها كلمة الله ، وأنه قبل سفرى دانيـــال ورؤيا يوحنا على أنهما الحقيقة بحذافيرها • لقد كان أعظم علمـــاء عصره صوفيا نسخ فى شغف فقرات طويلة من يعقـــوب بومى ، وطلب الى لوك أن يناقش معه معنى « الحصـــان الابيض » الوارد فى ســـفر الرؤيا • وقد شجع صديقه جون كريج على كتابه « الاسس الرياضـية للاهوت المسيحى » (١٦٩٩) الذى حاول أن يثبت بالرياضة تاريخ مجىء المسيح الثانى ، والنسبة بين أقصي ما يمكن بلوغه من السعادة الارضية وسعادة المؤمن التى يجزى بها فى الفردوس (٤٨) • وقد كتب تعليقا على سفر الرؤيا ، وزعم أن المسيح الكاذب المتنبأ به فى السفر هو بابا روما • لقد كان ذهن نيوتن مزيجا جمع بين ميكانيكا جاليليو وفوانين كبلر وبين لاهوت بومى • ولن يطالعنا الزمان بمثـــله عن قريب •

٥ ـ الأصـــيل

لقد كان بمعنى آخر مزيجا شاذا ، رجلا مستغرقا بشكل واضـح فى النظرية الرياضية والصوفية ، وهو مع ذلك ذو مقدرة عملية وفطرة سليمة اختارته جامعة كمبردج عام ١٦٨٧ ليذهب مع آخرين للاحتجاج لدى جميس الثانى على محاولة هذا الملك أن يفرض على الجامعة أن تمنح راهبا بندكتيا درجة جامعية دون أن يحلف الايمان العادية التى يستحيل على الكاثوليكى أن يقبلها • وفشلت البعثة فى ثنى الملك عن قراره ، ولكن لا بد أن الجامعة رضيت عن رآسة نيوتن لها ، لأنه اختير عضوا ممثلا لكمبردج فى برلمان ١٦٨٩ • وظل عضوا حتى حل البرلمان عام ١٦٩٠ ، ثم أعيد انتخابه عام ١٧٠١ ، ولكنه لم يشارك فى السياسة بدور مذكور •

وتخللت حياته العملية عام ١٦٩٢ سنتان من المرض الجســمى والعقلى • فقد كتب الى بيبيس ولوك رسائل يشـكو فيهـــا من الأرق والسوداء ، ويعرب عن مخـــاوف الاضطهاد ، ويتحسر على فقـــده « تماسك ذهنه القديم (٤٧) » • وفى ١٦ ســـبتمبر ١٦٩٣ كتب الى لوك يقول :

سيدى : ان ظنى أنك حاولت توريطى فى علاقات نسائية وبطرق

اخرى أثر فى نفسي تأثيرا شديدا ، حتى أننى أجبت حين أخبرنى احدهم بأنك مريض ولن تعيش ، بأن من الخير أن تمـــوت ٠ وأود أن تغتفر لى هذه القسوة لأننى الآن مقتنع بأن ما فعلتـه صـــواب ، وأسألك الصفح عن اساءتى الظن بك فى هذا الأمر ، وعن قولى انك أصبت الفضيلة فى الصميم بمبدأ وضعته فى كتـاب « الأفكار » الذى ألفته ، ونويت أن تواصله فى كتابه آخر ، وعن أننى حسبتك خطأ من انصار هوبز ٠ كذلك أسألك الصفح عن قولى أو ظنى بأن هناك خطـة لبيعى منصبا ، أو لتوريطى ٠٠٠

وانى خادمك الخاضع المنكود الحظ

اسحاق نيوتن (٤٨)

وذكر بيبيس فى خطاب تاريخه ٢٦ سبتمبر ١٦٩٣ « اضطرابا فى ٠٠٠ الرأس أو العقل » تدل عليه رسالة تلقاها من نيـــوتن ٠ وقد خلف هويجنز عند وفاته (١٦٩٥) مخطوطة دون فيها تحت يوم ٢٩ مايو ١٦٩٤ أن « مستر كولين ، وهو رجل اسكتلندى ، أنبأنى أن عالم الهندسة الشهير اسحاق نيوتن أصابته لوثة قبل ثمانية عشر شـــهرا » ولكنه استعاد صحته فبدأ يفهم كتابه « المبادىء » ٠ وأرسل هويجنز التقرير الى ليبنتز فى رسالة مؤرخة ٨ يونيو ١٦٩٤ قال فيها : « ان الرجل الطيب المستر نيوتن أصيب بنوبة من الخبل لازمته ثمانية عشر شهرا ، وقيل أن اصحابه شفوه منها بالعقاقير وابقائه محبوسا (٤٩) » وظن البعض أن هذا الانهيار العصبى صرف نيوتن عن العلم الى سفر الرؤيا ، ولكنا لا نستطيع الجزم بهذا ٠ وقيل « انه لم يركز قط كما ألف أن يركز ، ولم يقم بأى جهد جديد (٥٠) » ومع ذلك ففى ١٦٩٦ حل على الفور تقريبا مسألة حسابية اقترحها يوهان برنوللى « على أذكى الرياضيين فى العالم » ، وكذلك فعل بمســـألة وضـــعها ليبنتز عام ١٧١٦ (٥١) ٠ وقد أرسل رده على برنوللى غفلا من الاسم بطـــريق الجمعية الملكية ، ولكن برنوللى حزر على الفور أن صاحبه نيوتن ، اذ تبين « الأسد من مخلبه » على حد قوله ٠ وفى عام ١٧٠٠ اكتشف نظرية آلة السدس ، ولم يكشف النقاب عنها الا بخطاب لهالى ، ووجب أن يعاد اختراعها عام ١٧٣٠ ٠ ويبدو أنه شرف المناصب العسيرة التى بادرت الدولة بتعيينه فيها ٠

وكان لوك ، وبيبيس ، وغيرهما من أصدقاء نيوتن قد فاوضوا حينا للحصول له على منصب حكومى يخرجه من سجن حجرته ومختبره فى كمبردج • وفى عام ١٦٩٥ اقنعوا اللورد هاليفاكس بأن يعرض عليه وظيفة أمين دار سك النقود • ولم تكن الوظيفة شرفية ولا صدقة ، اذ أرادت الحكومة أن تفيد من علم نيوتن بالكيمياء والمعـادن فى ضرب عملة جديدة • ففى ١٦٩٥ انتقل الى لندن ، حيث عاش مع ابنة أخته كاترين بارتون ، خليلة هاليفاكس (٥٢) • وقد خيل الى فولتير أن افتتان هاليفاكس ببنت الاخت هذه حمل هاليفاكس وهو وزير للخزانة على أن يعين نيوتن مديرا لدار سك النقود فى ١٦٩٩ (٥٣) ، ولكن هذه الشائعة لا تكاد تفسر استمرار نيوتن فى شغل ذلك المنصب طوال الثمانية والعشرين عاما الباقية له فى أجله ، وشغله على نحو حـاز الرضاء العام •

وكان خليقا بشيخوخته أن تكون سعيدة • فقد كرمته الدولة بوصفه أعظم العلماء الاحياء ، ولم يحظ رجل من رجال العلم حتى وقتنا هذا بمثل ما حظى به من ثناء عريض • وقد انتخب رئيسا للجمعية الملكية عام ١٧٠٣ ، وظل ينتخب سنويا بعد ذلك حتى وفاته • وفى عام ١٧٠٥ خلعت عليه الملكة آن لقب الفروسية • وحين ركب عربته مخترقا شوارع لندن تفرس الناس برهبة فى وجهه الوردى ، وقد فاض جـلالا وطيبة تحت لمة من الشعر الابيض • ولم يستطيعوا طوال الوقت أن يلحظوا أنه قد عرض بأكثر مما يتناسب مع طوله المتواضـع • وكان يستمتع براتب طيب بلغ ١ر٢٠٠ جنيه فى العام ، وقد استثمر مدخراته بحكمة حتى انه خلف عند وفاته ٣٢ر٠٠٠ جنيـه (٥٤) ، رغم سـخائه فى الهدايا والصدقات • وقد أفاق من خسارته فى انهيار شركة « سـاوث سي » • على أنه كان متقلب المزاج ، وأحيانا سريع الغضب سيىء الظن، كتوما ، ودائما شديد التهيب رغـم كبريائه (٥٥) • كان يحب اعتزال الناس ولا يصنع الاصدقاء بسهولة • وفى عام ١٧٠٠ عرض الزواج على أرملة غنية ، ولكن العرض لم يسفر عن نتيجة ، ولم يتزوج قط • واذ كان عصبى المزاج • حساسا بشكل مرضي ، فقد كان لا يطيق النقد الا متألما ، ويغتاظ منه غيظا شديدا ، ويرد الصاع صاعين فى الجدل • وكان يعرف قدر عمله وكفايته ، ولكنه عاش عيشا متواضعا الى أن اتارح له راتبه

ومدخراته أن يستخدم ستة خدم ويستمتع بمكان مرموق فى المجتمع اللندنى ٠

فلما بلغ التاسعة والسبعين بدأ يرد دينه للطبيعة ٠ فاصابته الأمراض التى لا تقيم للعبقرية وزنا ـ حصاة المثانة وسلس البول ، وحين بلغ الثالثة والثمانين أصيب بالنقرس ، وفى الرابعة والثمانين بالبواسير ٠ وفى ١٩ مارس ١٧٢٧ اشتدت به آلام الحصاة حتى فقد وعيه ٠ ولم يفق قط ، ومات فى الغد وقد بلغ الخامسة والثمانين ، ودفن فى كنيسة وستمنستر بعد أن شيع بجنازة تصدرها رجال الدولة والنبلاء والفلاسفة ، وقد سجى فى نعش حمله الأدواق والايرلات ٠ وأغرقه الشعراء بمراثيهم ، وألف بوب قبرية شهيرة قال فيها : « ان الطبيعة وقوانينها كان يلفها ظلام الليل ، وقال الله ليكن نيوتن ، فأصبح الكل ضياء » ولم يملك فولتير عواطفه ، حتى فى شيخوخته ، وهو يروىكيف شاهد ، أثناء منفاه فى انجلترة ، رياضيا يدفن بمظاهر تكريم الملوك (٥٦) ٠

وبلغ صيت نيوتن ذرى أشرفت على السخف ٠ فقدر ليبنتز أن اسهامات منافسه فى الرياضة تعدل فى قيمتها كل المؤلفات السابقة فى ذلك العلم (٥٧) ٠ وذهب هيوم الى أن نيوتن « أعظم وأندر عبقرى ظهر ليشرف النوع الانسانى ويعلمه (٥٨) » ووافقه فولتير فى تواضع (٥٩) ٠ ووصف لجرانج كتاب المبادىء بأنه « أعظم انتاج انتجه الذهن البشرى » ، وضمن له لابلاس الى الابد « مكان الصدارة على جميع انتاجات العقل البشرى » ، وأضاف أن نيوتن أوفر الناس حظا ، لأنه ليس هناك سوى كون واحد ، وليس سوى مبدأ مطلق واحد له ، وقد اكتشف نيوتن ذلك المبدأ (٦٠) ٠ ومثل هذه الاحكام لاثبات لها ، لأن « الحقيقة » حتى فى العلم ، تذبل كالزهرة ٠

ولو أننا قسنا عظمة انسان باقل المقاييس ذاتية ، وهو انتشار تأثيره وطول بقاء هذا التأثير ، لما وجدنا لنيوتن نظيرا الا فى مؤسسي الاديان العالمية والفلسفات المحورية ٠ لقد كان تأثيره على الرياضة الانجليزية ـ حينا ـ تأثيرا ضارا ، لأن « فروقه وتنويتها كانا أقل يسرا من حساب التفاضل والتنويت اللذين هيمن بهما ليبنتز على القارة ٠ ويبدو أن نظريته فى جسيمات الضوء عاقت تقدم البصريات قرنا ، وان وجد بعض

الطلاب الآن عونا كبيرا فى نظرية نيوتن (٦١) ٠ أما فى الميكانيكيا فقد اثبت عمله أنه خلاق الى غير حدود ٠ كتب ارنست ماخ يقول : « ان كل ما أنجز فى الميكانيكا منذ أيامه لا يعدو أن يكون تطويرا استنتاجيا ، شكليا ، رياضيا ٠٠٠ على أساس قوانين نيوتن (٦٢) » ٠

وقد خشي اللاهوتيين لأول وهلة من تأثير كتاب « المبادىء » على الدين ، ولكن محاضرات بويل التى ألقاها بنتلى (١٦٩٢) ، بتشجيع من نيوتن ، حولت النظرة الجديدة الى العالم الى تأييد الايمان ، لأنها أكدت على وحدة الكون ونظامه وعظمته الواضحة أدلة على حكمة الله وقوته وجلاله ٠ على أن هذا النسق النيوتونى ذاته قبله الربوبيون على أنه يدعم ايمانهم ، وهو القبول البسيط لأله واحد ، أو حتى اعتبار الله واحدا هو والطبيعة وقوانينها ، بدلا من اللاهوت المسيحى ٠ وأغلب الظن أن تأثير نيوتن النهائى فى الدين كان ضارا ، فقد افترض أحرار الفكر أنه برغم تأكيداته ، وملايين الكلمات التى احتوتها كتاباته اللاهوتية ، أنه تصور عالما قائما بنفسه ، وأنه أدخل الاله فيه فكرة لاحقة معزية ٠ وفى فرنسا على الأخص شجعت كونيات نيوتن ، رغم عرض فولتير لها عرضا ربوبيا ، الحاد الكثيرين من « الفلاسفة » الحادا يقوم على ميكانيكية الكون ٠

وفى الفترة بين اضمحلاء نظرية ديكارت فى نشأة الكون فى فرنسا (حوالى ١٧٤٠) وظهور نظريات النسبية وميكانيكا الكم فى القرن العشرين ، لم يصادف « نسق العالم » النيوتنى أى تحد خطير ، وبدا مؤيدا من كل تقدم أو كشف فى الفيزياء أو الفلك ٠ والخلافات الرئيسية بين الفيزيائيين المعاصرين وميكانيكا نيوتن ، على قدر ما يستطيع غير المتخصص فهم هذه الالغاز ، هى :

١ ـ ذهب نيوتن الى أن المكان والبعد ، والزمان والحركة ، أشياء مطلقة ـ أى أنها لا تختلف كما باختلاف أى شيء خارجها (٦٣) ٠ أما أينشتين فقد اعتبرها نسبية ـ تختلف باختلاف موقع وحركة المشاهد فى المكان والزمان ٠

٢ ـ افترض أول قوانين نيوتن للحركة ، فى وضوح ، أن الجسم قد « يستمر فى حالة سكون ، أو حركة منتظمة فى خط مستقيم » ولكن

« السكون » نسبى دائما ، كسكون مسافر فى طائرة مسرعة ، وكل الاشياء تتحرك ، ولا تتحرك أبدا فى خط مستقيم ، لأن كل خط حـــركة أو فعل تحرفه الأجسام المحيطة (كما أدرك نيوتن) .

٣ ـ كانت فكرة نيوتن عن الكتلة أنها من الثوابت ، وفكرة بعض الفيزيائيين المعاصرين عنها أنها تختلف باختـلاف السرعة النســبية للمشاهد والشيء .

٤ ـ النظرة السائدة الآن الى « القوة » هى أنها فكرة ميسرة . ولكنها ليست ضرورية فى العلم ، الذى يهدف الى الاكتفـــاء بوصف التتابعات ، والعلاقات ، والنتائج . فلسنا نعلم ، ولا حاجة بنا الى أن نعلم (كما يقول لنا العلماء) ما هو « هذا » الذى يسرى من جسم متحرك الى آخر يصدمه ذلك الجســـم ، فالحاجـة فقط لتســـجيل التتابعات ، والعلاقات ، والنتـــائج ، وللافتراض (دون أى يقينية مطلقة) بأن هذه ستكون فى المستقبل ما بدته فى الماضي . والجاذبية وفقا لهذا الرأى ليست قوة ، بل نظام علاقات بين الأحداث فى الزمان والمكان .

ومما يعزينا أن نعلم أن هذه وغيرها من التنقيحات الطـارئة على ميكانيا نيوتن لا أهمية لها الا فى ميـــادين (كالظواهر الكهربيـة ـ المغنطيسية) تبدو الجزيئات فيها تتحـرك بسرعة تقـــرب من سرعة الضوء ، وفى غير هذا فالفرق بين الفيزياء القديمة والحديثة يمكن أن نتجاهله مطمئنين . وللفلاسفة ـ الذين شفاهم التاريخ من اليقينية ـ أن يحتفظوا بارتيابية متواضعة من نحو الافكار المعاصرة ، بمـا فى ذلك أفكارهم هم ، وسوف يحسون نسبية متدفقة فى صـيغ النســبية ، وسوف يذكرون كل المنقبين فى الذرات والنجوم بتقدير نيوتن النهائى لانجازه الخطير :

« لست أعلم كيف أبدو للعالم ، ولكنى أبدو لنفسي وكأننى صبى يلعب على شاطىء البحر ، ألهو بين الحين والحين بالعثور على حصاة أملس أو صدفة أجمل من العادة ، بينما ينبسط محيط الحقيقة العظيم مغلق الأسرار أمامى (٦٤) » .