الباب الأول

تاريخ الرياضيات

الفصل الأول: تاريخ الرياضيات عند الإغريق

الفصل الثاني: تاريخ الرياضيات عند العرب

الفصل الثالث: علاقة العرب بالثقافات الأخرى

الفصل الرابع: تاريخ الرياضيات بعد عصر النهضة

الباب الأول

تاريخ الرياضيات

الفصل الأول

تاريخ الرياضيات عند الإغريق

الذي لا شك فيه أن منشأ الفلسفة كان إغريقياً... والعلم في منشئه كان فلسفياً... وإذا كانت العلوم الآن تنقسم إلى قسمان أحدهما إنسانياً والآخر تطبيقياً فالبدء كان للعلوم الإنسانية وعلى رأسها الفلسفة وإنما انبثقت العلوم الطبيعية من الفلسفة... فإذا كانت الفلسفة هي علم تفسير ظواهر الحياة والوجود من الناحية النظرية فالعلوم الطبيعية وجدت لتبرهن على هذه المفاهيم النظرية للفلسفة والسبب المباشر لانبثاق العلوم الطبيعية كان ذلك الصراع بين الفلسفة المثالية والتي كان روادها أشهر ثلاثة فلاسفة إغريقيون، سقراط وأفلاطون وأسطو... فإذا كان أفلاطون تلميذ سقراط فإن أرسطو تلميذ أفلاطون – وبين الفلسفة المادية وعلى رأسها ديمقريطيس (٤٦٠ – ٣٧٠ ق.م) والذي أسس النظرية الذرية والتي أرجع فيها أن كل شيء مكون من ذرات حتى الروح أيضاً مكونة من ذرات. من هذا نرى أن انبثاق العلوم الطبيعية كان على يد المعلم أرسطو.

أرسطو (٣٨٤ – ٣٢٢ ق.م):

فيلسوف يوناني تتلمذ على يد أفلاطون وعلم الأسكندر الأكبر، ألف الأورغانون في علم المنطق وأهم ما في المنطق هو القياس والذي نستنبط به نتيجة يقينية من مقدمات وهذا المنهج في علم الرياضيات يسمى المنهج الاستقرائي فنحن نستقرئ أو

نستنتج النتائج من المقدمات... وكان لأرسطو باع لا يستهان به في علم الرياضيات – فكتابه التحليلات الثانية يعتبر مقدمة منطقية لكتاب إقليدس الأصول وقد رتب أرسطو العلوم ترتيباً دقيقاً حيث جعل الرياضيات أولاً وجعل الحساب قبل الهندسة فجاء ترتيبه للعلوم كالتالي:

١- التعريفات للحدود المستقلة.

٢- البديهيات وهي المفاهيم التي لا تحتاج إلى برهان.

٣- المسلمات.

وبهذا الترتيب أسس أرسطو أساساً منطقياً للربط الوثيق بين الرياضيات والفلسفة.

إقليدس ٣٠٠ ق.م:

رياضي يوناني نشأ بالإسكندرية في عهد بطليموس الأول. أنشأ مدرسة الإسكندرية وقام بتنظيم علم الرياضيات في عصره وضمنها مؤلفه العظيم (الأصول) والذي صدر في ثلاثة عشر مقالة ظلت أساساً لدراسة مبادئ الهندسة حتى عصرنا هذا وهي الهندسة الإقليدية.

أسمى إقليدس كتابه Sloizia والذي ترجمه العرب إلى (الأصول) ثم نُقل هذا الكتاب إلى أوروبا باسم (Elements of Euclid) أي المبادئ الإقليدية وذلك على يد الراهب إدلار الباثي والذي تعلم العربية ودرس بقرطبه فترجم الأصول عام ١١٢٠ من العربية إلى اللاتينية وكان كتاب الأصول يشمل التعريفات والمسلمات ويتناول المثلثات والمتوازيات ومتوازيات الأضلاع وكذلك الجبر والجبر الهندسي وهندسة الدائرة ومتعدد الأضلاع أيضاً كان يشمل النسب في الكميات المعرفة وغير المحدودة وتطبيقات الهندسة المستوية... كما أن كتاب الأصول عالج الحساب ونظرية الأعداد والجذور والهندسة الفضائية... وهكذا نرى أن كتاب الأصول لم يترك فرع من فروع الرياضيات في ذلك

العصر إلا وعالجه.

أبولونيوس (٢٦٢ – ١٩٠ ق.م)

رياضي يونانس تعلم في مدرسة الإسكندرية، درس الرياضيات على خلفاء إقليدس ودرس الهندسة حتى كان يُعرف بالمهندس الأكبر... أصدر عدة مؤلفات أشهرها عن القطوع المخروطية وكان لأبولونيوس مسألة شهيرة قام بحلها وهي كيف نرسم دائرة تمس ثلاث دوائر معلومة. أيضاً كان له عدة مؤلفات أخرى تُرجمت إلى العربية منها كتابه (النسب المحدودة) وكتاب (القطع المحدد) وإنشاء الآلات التي تعلى على الماء وكذلك أهمها وأشهرها (القطوع المخروطية) والذي استخدمه يوحنا كبلر (١٦٠٩) ليضع قوانين حركة الأفلاك بترجمة كتاب القطوع المخروطية من العربية إلى اللاتينية والذي احتوى على ثمانية مجلدات وبناء على هذا الكتاب قام بعض علماء الرياضيات مثل مينا يخوموس وأريسايوس بتوليد القطوع المخروطية بقطع مستوي لمخروط دائري قائم بحيث يكون المستوى يصنع زاوية مع محور المخروط... فمثلاً إذا كان محور المخروط عمودي على المستوى فإن الشكل الناتج يكون دائرة وإذا كان المستوى يصنع زاوية حادة مع محور المخروط كان القطع ناقصاً... وهكذا. ولقد تأثر فرماً في كتابه (المدخل إلى الهندسة المستوية والمجسمة) بأفكار ونظريات أبولنيوس.

أرشميدس (٢٨٧ – ٢١٢ ق.م):

رياضي ومخترع أغريقي بحث في الهندسة والفيزياء والميكانيكا والهيدروستاتيكا ووضع قاعدة أرشميدس أو قانون الطفو والذي ينص على أنه إذا غُمر جسم في سائل فإنه يلقى دفعاً من أسفل إلى أعلى يساوي وزن السائل المزاح ولهذا القانون قصة طريفة فقد كان الملك في عصر أرشميدس قد صنع له تاجاً من الذهب

الخالص وأراد الملك ان يعرف هل هذا التاج هو حقاً مصنوع من الذهب أم لا. فاستدعى أرشميدس وعهد إليه بحل هذه المسألة... واحتار أرشميدس في ذلك فالتاج ليس له شكلاً هندسياً معرفاً... وأخذ ردحاً من الزمن يفكر في حل هذه المسألة... وأثناء ذلك أمر خادمه أن يملأ له حوض الاستحمام بالماء... فنسي الخادم وترك الماء حتى امتلأ الحوض عن آخره... وعندما هم أرشميدس بالاستحمام بوضع نفسه في الحوض... انزاحت كمية من الماء المساوية لحجم جسمه... وفي هذه اللحظة برز حل المسألة إلى ذهن أرشميدس، فخرج عارياً وهو يصيح يوركا... يوركا... أي وجدتها... وجدتها. ومن أهم أعمال أرشميدس شرح قاعدة الروافع حتى أنه قال يمكنه تحريك العالم على أسره لو أعطى رافعة ومكاناً مناسباً... أيضاً اخترع أرشميدس الطنبور والذي ظل مستخدماً في رفع المياه حتى منتصف القرن العشرين وهي عبارة عن بريمة تدور داخل أسطوانة.

الفصل الثاني

تاريخ الرياضيات عند العرب

الذي لا شك فيه أن العرب قبل الإسلام لم يكن أي باع في أي علم من العلوم... وإنما كان كل ما يملكونه من أدوات ثقافية هو معلقات شعرية علقت بالكعبة الشريفة، ولكن بعد الفتوحات الإسلامية شرقاً وغرباً بدأ العرب يتفاعلون مع ثقافات تلك الشعوب التي فتحوها... فبدأت تظهر العبقرية العربية والإسلامية في كثير من النواحي العلمية والثقافية ولقد نالت الرياضيات حظاً وفيراً من هذه الإنجازات العلمية في فترة معينة من الزمن تمتد من العصور الوسطى إلى بداية عصر النهضة في أوروبا وسوف نستعرض بعض إنجازات العلماء العرب والإسلاميين في ذلك العلم وذلك على سبيل المثال لا الحصر.

ابن سينا أبو علي الحسين بن عبد الله (٩٨٠ – ١٠٣٦م):

كان يلقب بالشيخ الرئيسي... كانت أهم إسهاماته في الطب والفلسفة ولكنه كان له باع في علوم الفلك والرياضيات. من أهم كتبه الشفاء – النجاة – الإشارات والتنبيهات – جامع البدائع وتسع رسائل في الحكم والطبيعيات. كانت أهم أفكاره الفلسفية هي أن أقسام الفلسفة ثلاث وذلك بعدد أنواع الوجود:

١- المنطق للوجود الذهني والعقلي.

٢- الطبيعيات للوجود المادي المحسوس.

٣- الإلاهيات للوجود العقلي المفارق.

وقد قسم الفروع التي يتفرع منها علم الرياضيات إلى عدة أقسام:

١- الجمع والطرح والحساب الهندسي

٢- الجبر المقابل

٣- الهندسة ويتفرع منها علم المساحة وعلم الحيل والحركة.

٤- علم جر الأثقال والأوزان.

٥- على الآلات الجزئية.

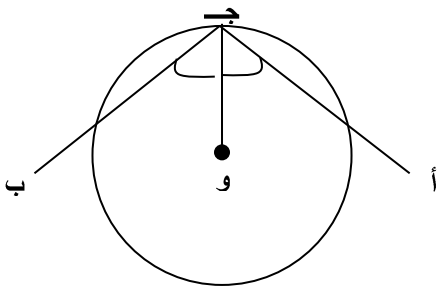
٦- علم المناظر والمرايا ونقل المياه.

٧- على الهيئة المختص بالأرباح والتقاويم.

ابن الهيثم أبو علي الحسن (٩٦٥ – ١٠٣٩م):

وُلد بالبصرة وقضى بقية حياته بالقاهرة حيث مات ودُفن بها.

لم يكن ابن الهيثم عالماً رياضياً وطبيباً فقط وإنما كان مهندساً بارعاً بمقاييس عصره فهو أول من أشار بفكرة تخرين المياه عند أسوان للانتفاع بها في فصول الجفاف. وقد انقطع ابن الهيثم للبحث والتأليف وكان من أعظم أعماله كتابه (المناظر) والذي اعتبره المؤرخ الإيطالي ألدوميلي في كتابه (العلم عند العرب) أنه واحد من أربعة أهم المفكرين والعلماء الإسلاميين وهم الرازي والبيروني وابن سينا وابن الهيثم. يعرف له في التاريخ الرياضي بمسألة تسمى مسألة ابن الهيثم والتي تنص على أنه إذا كان لدينا دائرة مركزها و وكانت أ، ب أي نقطتان خارج الدائرة والمطلوب إيجاد نقطة جـ على الدائرة بحيث يصنع المستقيمان أ جـ، ب جـ زاويتين متساويتين مع نصف القطر و جـ واحتوت هذه المسألة على



معادلة جبرية من الدرجة الرابعة قام بحلها ابن الهيثم بواسطة تقاطع دائرة مع قطع زائد.

ويرجع لابن الهيثم ترجمة التراث اليوناني في الرياضيات والفلك والفلسفة والطب إلى العربية وألف منها تطبيقات بلغت ثلاثة وأربعين مؤلفاً في الفلسفة والعلم الطبيعية وعشرين في الرياضيات والفلك وواحد في الطب. أيضاً كانت له اهتمامات في ميادين المساحة الأرضية وبناء العمائر وتخزين المياه، ولقد تمكن ابن الهيثم من حساب حجم الجسم المتولد عن دوران قطع مكافئ حول محوره الأفقي... كذلك وضع قوانين صحيحة لمساحة الكرة والهرم والأسطوانة والمنطقة الدائرية وهو أول من أثبت قانون الانكسار الأول للضوء والذي من خلاله أثبت ديكارت وفرمات ونيوتن القانون الثاني.

البيروني. أبو الريحان محمد ابن أحمد الخوارزمي (٩٧٣ – ١٠٤٨م):

مؤلف عربي من أصل فارسي زار الهند وحصل على علوم شي وله فيها مؤلفات قيمة أهمها:

١- الآثار الباقية من القرون الخالية.

٢- الكرونولوجيا في علم التوقيات.

٣- تاريخ الهند.

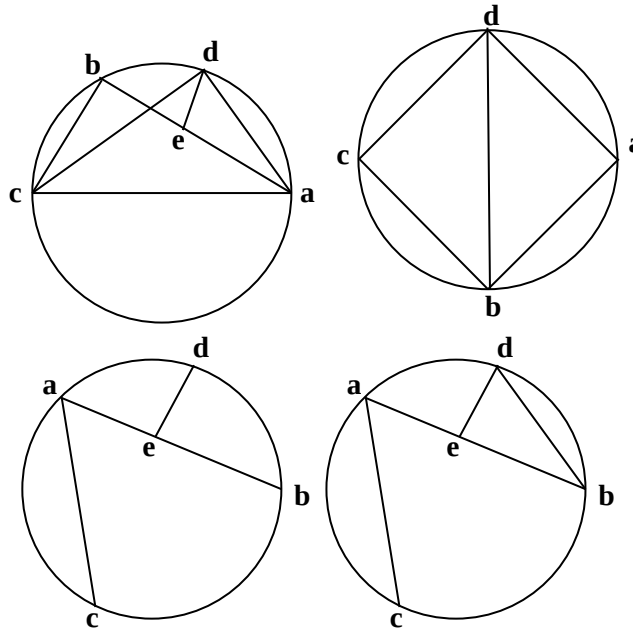
وقد ترجم إلى الإنجليزية تحقيق ما للهند من مقولة والقانون المسعودي في الهيئة والنجوم وألف الأقرباذين والمعادن والتنجيم وسجل بالبرهان الهندسي قانون لحساب التكامل يشبه بقانون إسحق نيوتن ووضع معادلة لاستخراج محيط الأرض وكان أول من أثبت حركة أوجه لشمس وبسط رسم الخرائط الفلكية وعين الكثافة النوعية لحوالي ١٨ معدناً.

وكان من أهم رسائله ما سميت تسطيح الصور وتبطيح الكور حيث بين فيها كيفية نقل

الكرة إلى السطح مع ضغط الخطوط والدوائر المرسومة على السطح الكروي وكيفية نقل تلك الدوائر إلى الخط.

وقد قال عنه إدوارساخو عام ١٨٨٧ أنه أعظم عقلية عرفتها الحضارة العربية والعصور الوسطى حيث بلغت مؤلفاته نحو أربع وعشرون كتاباً في الرياضيات كما أن للبيروني عدة مسائل رياضية وفلكية من قبيل إيجاد مساحة المثلث بدلالة أضلاعه ومساحة الشكل الرباعي المرسوم داخل دائرة وتقدير أوتار هذه الدائرة.

فنجد مثلاً أنه تعرض لأربع نظريات لخواص الخط المنحى مثل الخط abc في الأشكال الآتية:



ويبحث البيروني في انقسام الخط المنحنى في كل قوس بالعمود الساقط عليه من منتصفه وباستعمال المصطلحات الحديثة يمكن صياغة هذه النظريات كالتالي:

أولاً: إذا سقط عمود de على الخط ba فإن:

$$ae = eb + bc$$

ثانياً:

$$\overline{ad}^2 = \overline{db}^2 + ab.bc$$

ثالثاً: إذا رسم وتران متساويان ad, dc داخل القوس adc ثم رسم على هذا القوس قوس آخر abc لنفس الدائرة فإن:

$$\overline{db}^2 = \overline{dc}^2 + ab.bc$$

رابعاً: إذا كان abc خطاً منكسراً داخل قوس دائرة وكان d منتصف هذا القوس وكان $de \perp ab$ فإن:

$$\Delta adc - \Delta abc = de \cdot eb$$

الخوارزمي محمد بن موسى ٨٥٠م:

رياضي وفلكي وجغرافي عربي من أصل فارسي ظهر في عهد المأمون بن الرشيد، له فضل كبير في تعريف العرب والأوروبيين بنظام الأعداد الهندي. يعتبر كتابه حساب الجبر والمقابلة الأول من نوعه وقد ظل زمناً طويلاً مرجعاً للعلماء والتجار ويعتبر الخوارزمي مؤسس علم الجبر وقد أخذ الأوربيين عنه هذا الاسم. وقد حل الخوارزمي معادلات من الدرجة الثانية بطرق هندسية وأوجد جذورها إذا كانا موجبين. نشر جداول عربية للجيوب والظلال تُرجمت إلى اللاتينية في القرن الثاني عشر. أدخل تحسينات على جغرافية بطليموس ونشر كتاب (صورة الأرض). هو أول من ابتكر العدد صفر والذي من خلال سهل حل المعادلات سواء كانت في مجهول واحد أو اثنين أو سواء كانت من الدرجة الأولى أو الثانية أو الثالثة... وهكذا. نرى أن الخوارزمي يعتبر أول من أسس علم الجبر والذي أخذ اسمه في كل اللغات من اللغة العربية.

عمر الخيام ١١٣٢م:

شاعر ورياضي وفلكي إسلامي ولد في نيسابور وعاش في ظل دولة السلاجقة. وصادق

وزيرها نظام الملك. ترجع شهرته إلى عمله في الرياضيات فحل معادلات الدرجة الثانية بطرق هندسية وجبرية ونظم المعادلات وحاول حلها جميعاً ووصل إلى حلول هندسية جزئية إلى معظمها. بحث في نظرية ذات الحدين عند الأس الموجب، قام بإصلاح التقويم الفارسي ووضع طرق جديدة لإيجاد الكثافة النوعية وهو صاحب الزيجة الملكشاهي في الفلك وترجع شهرته في الفكر والفلسفة إلى الرباعيات التي اتجه الباحثون في العصر الحديث إلى دراستها وقد ترجمها إدوارد فيتراجراك إلى الإنجليزية عام ١٨٥٩ ولها عدة ترجمات عربية منها ترجمة وديع البستاني عام ١٩٣٢، وأحمد رامي من مؤلفاته. أيضاَ شرح ما أشكل من مصادرات كتاب إقليدس (مختصر الطبيعيات) و(رسالة الكون والتأليف).

ثابت برن قرة الحراني . أبو الحسن (٨٣٦ – ٩٠١)

رياضي فلكي وطبيب عربي وأحد كبار المترجمين من اليونانية إلى العربية. وقد ترجم كتب أبولونيوس وأرشميدس وإقليدس وثيودسيوس وبطليموس وجالينوس كانت قياساته للقطع المكافئ والأجسام المتولدة منه مثار للانتباه. قام بتحسين نظري الأعداد المتحابة وله كتب عديدة في الرياضيات والفلك والطب والتشريح، ومن مؤلفات الطبية (الذخيرة).

جابر بن أفلح (أواخر القرن الحادي عشر)

هو أبو محمد بن أفلح المولود بأشبيليه. ألف تسع كتب في الفلك والرياضيات من أهمها كتاب الهيئة. اشتغل بحساب المثلثات الكروي وجاء بقانونه المشهور به

جتا جـــ = جتا ب جتا أ

حيث أ تعتبر زاوية قائمة.

نصير الدين الطوسي (١٢٠٠ – ١٢٧٤)

هو أبو جعفر محمد بن الحسن نصير الدين الطوسي والملقب بالمحقق، أودعه المعتصم السجن نتيجة لوشاية فأنجز فيه معظم تأليفه في العلوم الرياضية. بنى لهولاكو المغولي عندما أسروه مرصد مراغة الشهير وتولى إدارته حتى وفاته. معظم كتبه كانت في الرياضيات والفلك والفلسفة والطب. وأشهر كتبه المتوسطات بين الهندسة والهيئة وتذكرة في علم الهيئة وكان ذلك في بداية الإصلاحات التي قام بها كوبرنيكس في علم الفلك، كانت دراسته لمسلمة إقليدس الخامسة بداية لعلم الهندسة اللاإقليدية.

الفصل الثالث

علاقة العرب بالثقافات الأخرى

لقد وجدنا في الفصلين السابقين أن الإغريق كان لهم الباع الأول في تطور علم الرياضيات وقد تبعهم العرب والإسلاميون وساروا على نفس الدرب. لقد كان العرب قبل الإسلام لا يملكون من الثقافة غير بعض أبيات من الشعر، ولكن بعد الفتوحات الإسلامية والتقائهم بالحضارات المختلفة للشعوب بدأ التفاعل بين العرب وتلك الشعوب، فبدأت أولى مراحل هذا التفاعل بالترجمة حيث أمر الخليفة أبو جعفر المنصور بترجمة (السدهانات) أي (مقالات الأفلاك) التي عرفها العرب بالسندهند وهي أكبر موسوعة هندية في الفلك وعلم الحساب وضعها برهما جويت. وتتألف من جزئين أحدهما عن الأزياج أي سير الكواكب والآخر عن الوسائل الحسابية كجدول التقاويم.

ولقد فتحت هذه الترجمات أمام العرب آفاق الحساب وكذلك حساب المثلثات وقد حملها إلى بغداد عام (١٥٣هـ - ٧٧٠م) العالم الهندي كنكة وترجمها إلى العربية يعقوب بن طارق (٧٩٦م) وإبراهيم حبيب الغزاري (٧٧٧م) والذي قال عنه النديم أنه أول من صنع الأسطرلاب، وهكذا وضع العرب قدمهم على أول وسائل المعرفة وهي الترجمة.

لم تكن السند هند كافية لإشفاء غليل العرب العلمي ولذلك أمر جعفر البرمكي بترجمة كتاب إقليدس الأصول من اليونانية إلى السريانية وترجم الحجاج بين يوسف بعض كتبها السريانية إلى العربية. وكما رأينا سابقاً كيف كانت ثابت بن قرة مترجماً عظيماً حيث ترجم إلى معظم علماء الإغريق فترجم كتاب أبولونيوس (القطوع المخروطية) وقام ابن الهيثم بجمع الأصول الهندسية والعددية من كتاب إقليدس

وأبولونيوس حيث قسمها وبرهن عليها ببراهين انتظمتها إلى الأمور التعليمية والمنطقية.

وفي القرن الرابع الهجري قام السجزي بدراسة الخطوط التقاربية للقطع الزائد فوجد أن الخطان التقاربيان للقطع الزائد لا يلتقيان مع القطع أبداً وإنما يتقاربان مع القطع بمقادير متناهية في الصغر. لقد عرف العرب الأوائل أولى آليات المعرفة ألا وهي الترجمة والتي تؤدي في النهاية إلى الإبداع والابتكار... فلا إبداع ولا ابتكار بدون معرفة... ولا معرفة بدون ترجمة العلوم السابقة عند الشعوب... وهذا ما نغفل عنه لآن في عالمنا المعاصر... فتقاصرت معدلات الترجمة وبالتالي تراجعت المعرفة وبناء عليه انعدم الإبداع والابتكار... فكان ما نحن فيه من تخلف.

الفصل الرابع

تاريخ الرياضيات بعد عصر النهضة

بعد أن انتشرت المسيحية في الدول الرومانية الشرقية ثم في أوروبا بأكملها دخلت المسيحية في صراع دامي عن طبيعة المسيح... هل هي طبيعة إلهية بمعنى هل هي إله أم أنه إنسان... وقد طلب قسطنطين الأول والذي ساعد على انتشار المسيحية عندما اعتنقها إلى البابوات حل هذه المشكلة... فعقد أول مؤتمر مسكوني بمدينة نقينية عام ١٣١٣ لإيجاد حل لهذه المشكلة وقد تمخض المؤتمر عن حل هذه المشكلة بأن للمسيح طبيعتان أحدهما إلهية وتسمى بلاهوت المسيح والأخرى بشرية وتسمى بناسوت المسيح وسوف نرى كيف عالج هينجل كيفية تحول المسيح من كونه إله إلى كونه إنسان والعكس عندما وضع فلسفته المسماه بالدياليكت... ولقد أدى ذلك إلى سيطرة البابوات على الحياة في أوروبا بالكامل وحكم الملوك بما يسمى بالحاكم الإلهي... فالملك له الحكم المخول له من البابا في امتلاك رعيته... وقد أدى هذا إلى سقوط العلم والحياة الثقافية والاجتماعية، فعاشت أوروبا ما يسمى بالعصور الوسطى والتي عم فيها الجهل والفقر والمرض وقد استمرت هذه العصور حوالي ألف سنة حيث تلاها عصر النهضة وهو الفترة من القرن الرابع عشر حتى القرن السادس عشر، وهي فترة الانتقال من العصور الوسطة (القرن الخامس الميلادي حتى الرقن الرابع عشر) ويدل مصطلح عصر النهضة غالباً على التيارات الثقافية والفكرية التي بلغ أوج ازدهارها في القرنين الخامس عشر والسادس عشر. وقد بدأ عصر النهضة في أوروبا في مدينة فلورنسا بإيطاليا ثم انتشر بعد ذلك إلى فرنسا وأسبانيا وألمانيا ثم إنجلترا ثم إلى سائر أنحاء أوروبا. ومن أعظم رواد عضر النهضة ليونارد دافنشي، مايكل أنجلو، ماكيا فللي،

ورابيليه ومونتيني... وكان لعصر النهضة تأثيراً كبيراً في الفن والعمارة وتكوين العقل الحديث وسوف نستعرض بعض علماء الرياضيات لما ما بعد عصر النهضة.

نيقولا كوبرنيكوس (١٤٧٣–١٥٤٣م):

فلكي بولندي والذي أزاح الأرض من مركز الكون ليضع موضعها الشمس فنشر نظرية التي أوضح فيها أن الأرض والكواكب تدور حول الشمس. وقد بنى علم الفلك الحديث على هذه النظرية... والحقيقة أن كوبرنيكوس قد قرأ عن مركزية الشمس مصادفة عند أرسطاخوس الساموسي الإغريقي (٣١٠–٢٣٠) حيث كان فلكي يوناني بمدرسة الإسكندرية وكان أول من وضع نظرية حركة الأرض حول الشمس ودورانها حول محور مائل بزاوية قدرها ٢٣° ١٢′ على مستوى البروج، كما قال كوبرنيكوس أن الكواكب ومنها الأرض تدور في مدارات دائرية حيث أن الكواكب الأقرب يدور حولها بسرعة أعلى وقد رتب الكواكب من حيث قربها للشمس على النحو التالي:
(عطارد – فينوس – الأرض – المريخ – المشترى – زحل) وقد بين أن زحل يكمل دورته في ثلاث شهور بينما المشترى يستغرق عشر سنين في دورانه حول الشمس. وفسر الحركة اليومية للأرض بأنها تدور حول نفسها كما قال أرسطاخوس الساموسي... وفسر ذلك بأنها تدور حول محورها الذي يمر بمركزها الهندسي دورة كاملة كل يوم ولها أيضاً حركة ثالثة فهي تتغير ببطء في اتجاه محورها وسميت هذه الحركة بالاستقبال وبذلك استطاع كوبرنيكوس تفسير العديد من الظواهر الهندسية لحركة الأرض ووجهته في ذلك أن حركة الكواكب تكون أبسط إذا نظرنا إليها من على سطح الشمس ومما لا شك فيه أن كتاب كوبرنيكوس Revolution orbit coalition والذي صاغه على فراش الموت وكفر البابا بسببه قد فجر ثورة في العلم الوسيط فهو يعتبر واحد من أعظم الكتب في تاريخ الفلك عامة.

يوهانس كبلر (١٥٧١ – ١٦٣٠):

فلكي ألماني اعتنق مبدأ الكوبرنكية بدوران الأرض والكواكب حول الشمس وقد أكد أن هذه الكواكب تدور في مسارات إهليجية أي قطاعات ناقصة تكون الشمس في إحدى بؤرتيها.

وقد صاغ كبلر قوانينه الثلاثة عن حرة الكواكب حول الشمس كالآتي:

القانون الأول: تدور الكواكب ومنها الأرض حول الشمس في مدارات إهليجية تكون الشمس في إحدى بؤرتيها.

القانون الثاني: الخط الواصل بين مركز الشمس إلى مركز الكوكب يرسم مساحات متساوية في أزمنة متساوية.

القانون الثالث: مربع دورة الكوكب حول الشمس تتناسب طردياً مع مكعب بعده المتوسط عن الشمس.

ديكارت رينيه ١٥٩٦ – ١٦٥٠

فيلسوف وعالم رياضيات فرنسي، أبو الفلاسفة الحديثة وضع لتفكيره منهجاً أكد فيه أهمية الوضوح العقلي. بنى فلسفته على الشك المنهجي حتى انتهى إلى مقولته الشهيرة (أنا أفكر إذن أنا موجود). وأثبت على أساسها وجود الله والعالم، كون لنفسه نظرة متمشية مع العلم الحديث ومعتمد على فكرة الآلية. كان للمنهج الرياضي دور كبير في تفكيره... استطاع أن يعالج الجذور السالبة وأن ينسق مجموعة رموز الجبر وأنشأ الإحداثيات المعروفة باسمه الإحداثيات الديكارتية وابتكر الهندسة التحليلية ثم حاول تطبيق الرياضة على الفلسفة. من مؤلفاته (رسالة في المنهج) عام ١٦٣٧ و(التأملات) عام ١٦٤١ و(مبادئ الفلسفة) عام ١٦٤٤.

جاليليو (١٥٦٤ – ١٦٤٢):

عالم فلك ورياضيات وفيزياء. أثبت أن مدة ذبذبة البندول ثابتة مهما تغيرت سعتها واخترع الميزان المائي. أثبت أن الأجسام تسقط بعجلة ثابتة مهما اختلفت أوزانها، وأن مسار القذيفة قطع مكافئ. صنع أول منظار فلكي عام ١٦٠٩ وأظهر أن سطح القمر جبلي وأن الطريق اللبني به عدد لا يحصى من النجوم واكتشف عام ١٦١٠ أربعة أقمار للمشترى وأيد نظرية كوبرنيكوس في دوران الأرض حول الشمس فحوكم على يد الكنيسة والتي كانت تقول بأن الأرض هي مركز الكون كما جاء بالكتاب المقدس فحوكم وأرغم على نبذها... وهكذا نرى سيطرة الكنيسة على الحياة العلمية آنذاك. أيضاً وضع قوانين للحركة فأثبت أن السرعة تساوي العجلة × الزمن أي $v = gt$، وأن الأجسام المقذوفة عمودياً تتناقص سرعتها مع الزمن وعليه فإن العجلة واحدة لكل الأجسام في نفس المكان ومستقلة تماماً عن الشكل والحجم والوزن، كما توصل إلى القانون $x = \frac{1}{2}vt^2$ وبذلك اخترع جاليليو الميكانيكا من أسسها الاستاتيكية الأرسطية وأقامها على أسس كيناتيكية، أي حركة ديناميكية. وقد أدرك أن الجسم إذا أُعطي سرعة معينة فإنها لا تتوقف من تلقاء نفسها أو تتزايد أو تتناقص ما لم يؤثر عليها عامل خارجي وبذلك توصل إلى خاصية القصور وليس القصور الذاتي.

إسحاق نيوتن (١٦٤٢ – ١٧٢٧):

رياضي فيزيائي إنجليزي من أعظم علماء القرن السادس عشر، له تجارب كثيرة على الضوء وتحليله من خلال منشور زجاجي إلى ألوان الطيف. اخترع التلسكوب العاكس ووضع قوانين الحركة والجاذبية. ألف كتاب (الأسس الرياضية للفلسفة الطبيعية) حيث يحتوي الكتاب على الهيكل الكامل للفيزياء الكلاسيكية وذلك برسم صورة للكون تقوم على أساس الزمان والمكان المطلقين حيث تتحرك فيه الأجسام

بنوعين من الحركة، الحركة المطلقة والحركة النسبية... فالحركة المطلقة هي حركة الأجسام الانتقالية في مكان مطلق، أما الحركة النسبية فهي حركة الأجسام بالنسبة لجسم آخر. وعرف السكون بأنه استمرار الجسم في نفس موضعه، والسكون النسبي هو استمراره على البعد نفسه من جسم آخر وكل حركة أو سكون تخضع لقوانينه الشهيرة.

القانون الأول: كل جسم يظل على حالته من السكون أو الحركة في خط مستقيم ما لم يؤثر عليه مؤثر خارجي وهذا يسمى بقانون القصور الذاتي.

القانون الثاني: يتناسب معدل التغير في كمية الحركة للجسم مع القوة التي تحدث هذا التغير وتكون في اتجاهه.

القانون الثالث: لكل فعل رد فعل مساوي له ومضاد له في الاتجاه.

كما وضع قانون الجذب العام للأجسام والذي ينص على أن كل جسميين يتجاذبان تجاذباً طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع المسافة. أي أن:

$$\text{قوة الجذب} = \frac{ك_{١} \times ك_{٢}}{س^{٢}}$$

وقد بدأ نيوتن عمله بمبدأ الديناميكا التي كانت تعميم لنتائج جاليليو والتي اعتبرها لا تصلح في الحالات الخاصة المبسطة.

١- تحدث في مجال قوى من نوع واحد (الجاذبية).

٢- مجال قوة مطرد.

٣- القوة نفسها من نوع خاص جداً بحيث لا تكشف عن تميز الكتلة والوزن فطالما أن الجاذبية موجه مباشرة لكتلة الجسم فإن كل الأجسام من كل الكتل تسقط بنفس العجلة في نفس مجال الجذب.

٤- أن الواقعة التي ذكرها جاليليو وهي أن الأرض تدور حول محورها وحول الشمس ليس لها أهمية في تجارب جاليليو.

ونلاحظ أن تجارب نيوتن مستمدة من مجموعة المبادئ المطبقة على حركة الأجسام بغض النظر عن مسبب الجاذبية سواء كانت كهربية أو مغناطيسية أو أي نوع آخر من القوى.

وقدم أيضاً الفرق بين الكتلة والوزن فقال أن الكتلة هي مقدار ما يحتويه الجسم من مادة أما الوزن فهو مقدار جذب الأرض للجسم.

أيضاً من إنجازات نيوتن حساب التفاضل والتكامل والذي أسماه حينها معدل التدفق المستمر وقد بدا ذلك واضحاً في تجربته حينما أراد حساب قوة الجاذبية المبذول من جسم كروي صلب على نقطة خارجية فكان عليه أن يعتبر أن هذا الجسم مؤلف من عدد كبير جداً من جسيمات صغيرة تؤثر على النقطة الخارجية وهذه بدورها تؤلف جاذبيات صغيرة تبذل على النقطة الخارجية وكان عليه جعل هذه الجسيمات أصغر فأصغر لدرجة يصعب عدها وهذا أدى إلى وضع مبادئ علم التكامل.

ومثال آخر على ذلك وهو اعتبار الحركة الديناميكية لمسار جسيم أطلق من مدفع بسرعة معينة في وسط تحت تأثير جاذبية معينة وفي هذه الحالة تتغير السرعات والعجلات مع تغير الزمن وعليه يصعب تتبع الحركة لتغير القوة كما في حالة جاليليو والتي اعتبر فيها ثبات العجلة واحتاج نيوتن حينئذ لتعريف مفهوم السرعة والعجلة وكل هذه المفاهيم أدت إلى وضع مبادئ التفاضل والتكامل.

سيمون بير دي لابلاس (١٧٤٩ – ١٨٢٧):

يلقب بنيوتن فرنسا وذلك بسبب أعماله الضخمة في علم الميكانيكا والأجرام السماوية والتي تؤج بها جهود ثلاثة أجيال من علماء الفلك حيث قدم للعالم قاعدة عامة تطبق في كافة ميادين علم الفيزياء وتعرض لمشكلة الرجوع في حركة الكواكب بمعنى أنها لا تتحرك بشكل منتظم تماماً... فمثلاً وجد العالم الفلكي أدموند هالي أن المشترى

وزحل يتأخر أحدهما عن الآخر عبر الأجيال فترة تبلغ تسعمائة عام ثم يعود فيسبقه وكأن بينهما سبقا يحتلان فيها أماكن غير الأماكن المتوقعة وكان استخدام نظرية نيوتن في الجاذبية يتضمن مصاعب جمة حيث كان نيوتن متخوفاً من حدوث تصادم بين الكواكب قد يؤدي إلى انهيار المجموعة الشمسية... والحقيقة أن العلماء وحتى اليوم لم يتمكنوا من حل مشكلة تجاذب ثلاث أجسام فيما بينها حسب قانون التربيع العكسي لنيوتن... إلا أن لابلاس عالج الموضوع من ناحية أعقد وهو تجاذب كافة الكواكب فيما بينها وبين الشمس وقيمته هنا أن الرجوع في حركة الكواكب يتراكم ولكنه يحدث بصفة دورية وأن هذا التراكم يصحح نفسه تدريجياً وبذلك أثبت الأمان لسير آلة الكواكب وعلى ذلك فهذا الخلل المصحح لا يمس حتمية النظام الكوني... فمثلاً وجد أن الزاوية بين محور دوران الأرض والخط الواصل بين مركزي الأرض والشمس تزداد كل أربعين سنة بدرجة ثم تعاد وتصحح من مدارها لأنه لو استمر هذا الازدياد فإن الأرض سوف تتعرض لكارثة كبرى. وكتب لابلاس كتابه الضخم (حركة الأفلاك السماوية) وعالج فيه المشاكل الآنف ذكرها بالإضافة إلى التعبير بشكل عام عن حركة الأجسام وشكلها وتذبذب السوائل التي تغطيها واستنتاج كافة الظواهر المعروفة كالمد والجذر وتباين درجات الحرارة وقوة الجذب على سطح الأرض وشكل توازن حركات زحل ولماذا يظل دائماً في خط استوائي واحد.

ألبرت إينتشتين (١٨٧٩ – ١٩٥٥):

عالم فيزيائي رياضي من أصل ألماني عاش في أمريكا، عرف بنظريته النسبية المشهورة، أجرى بحوثاً على ظاهرة الكهروضوئية ، وضع أسس النسبية الخاص، نال جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٢١. رحل إلى أمريكا وتجنس بالجنسية الأمريكية هام ١٩٤٠. كان أول من افترض وجود الضوء على هيئة كمات من الطاقة أطلق عليها

اسم فوتونات، وضح تكافؤ الكتلة مع الطاقة وأوضح العلاقة بين التجاذب وعزم القصور. أخرج للعالم النسبية العامة عام ١٩١٦ على أسس رياضية وهي تحدد العلاقة بين الجاذبية وبين أنحاء الفراغ ذي البعد الزمني الرابع، وقد وضع عدة قوانين في النسبية الخاصة.

القانون الأول: تنكمش الأجسام في اتجاه حركتها.

القانون الثاني: تزايد كتلة الجسم بتزايد سرعته حتى إذا وصل إلى سرعة الضوء تصبح الكتلة لا نهائية وذلك لأن الجسم عندما ينكمش تزداد كثافته حتى تصل الكتلة لتصبح لا نهائية.

القانون الثالث: السرعة النسبية لجسمين يتحكران بالنسبة لبعضهما في اتجاه معاكس لا تخضع لعملية تحصيل السرعات.

القانون الرابع: الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضور.

القانون الخامس: يتباطأ الزمن تبعاً للسرعة، فعندما تزداد السرعة يقل الزمن وبنفس العامل الذي ينكمش به الطول وبهذا ينهار مبدأ الزمن المطلق، واعتبر الزمن البعد الرابع للمادة.

علي مصطفي مشرفة (١٨٩٨ – ١٩٥٠):

عالم رياضيات مصري تخرج من مدرسة المعلمين العليا بالقاهرة عام ١٩١٧ وأوفدوا إلى إنجلترا حيث نال الدكتوراه في فلسفة العلوم عام ١٩٢٣ ودكتوراه العلوم عام ١٩٢٥. عمل أستاذاً بكلية العلوم بالقاهرة وكان أول عميد لها عام ١٩٣٦. له بحوث مبتكرة في نظرية الكم وتفسير كثير من الظواهر الفيزيقية في المادة والإشعاع نشر مع محمد مرسي حمد كتاب الجبر والمقابلة للخوارزمي.