

از قرون وسطی تا عصر روشنگری

ریشه‌های ریاضیات جدید



sciences
médié et des beaux Arts
au Roy.

Jeremias Wolff excudit. Aug. 1714.

کاترین گلدستاین و جرمی گری

در بدو تأسیس دانشگاههای اروپا در اواخر قرن دوازدهم و اوایل قرن سیزدهم، آموزش ریاضیات در این دانشگاهها تا اندازه زیادی متأثر از سنتهای دوران قدیم بود. در پاریس، آکسفرده و بولونیا، برنامه درسی ریاضیات دروس چهارگانه حساب، هندسه، موسیقی و مثلثات را در برمی گرفت. ولی مطالعه الهیات که به روشن سازی متون اصلی مسیحی منجر می شد مهمتر به حساب می آمد و از این رو، دانشکده های هنر که درسهای ریاضی را عرضه می کردند نسبت به دانشکده های حقوق، پزشکی، و مخصوصاً الهیات، اعتبار کمتری داشتند.

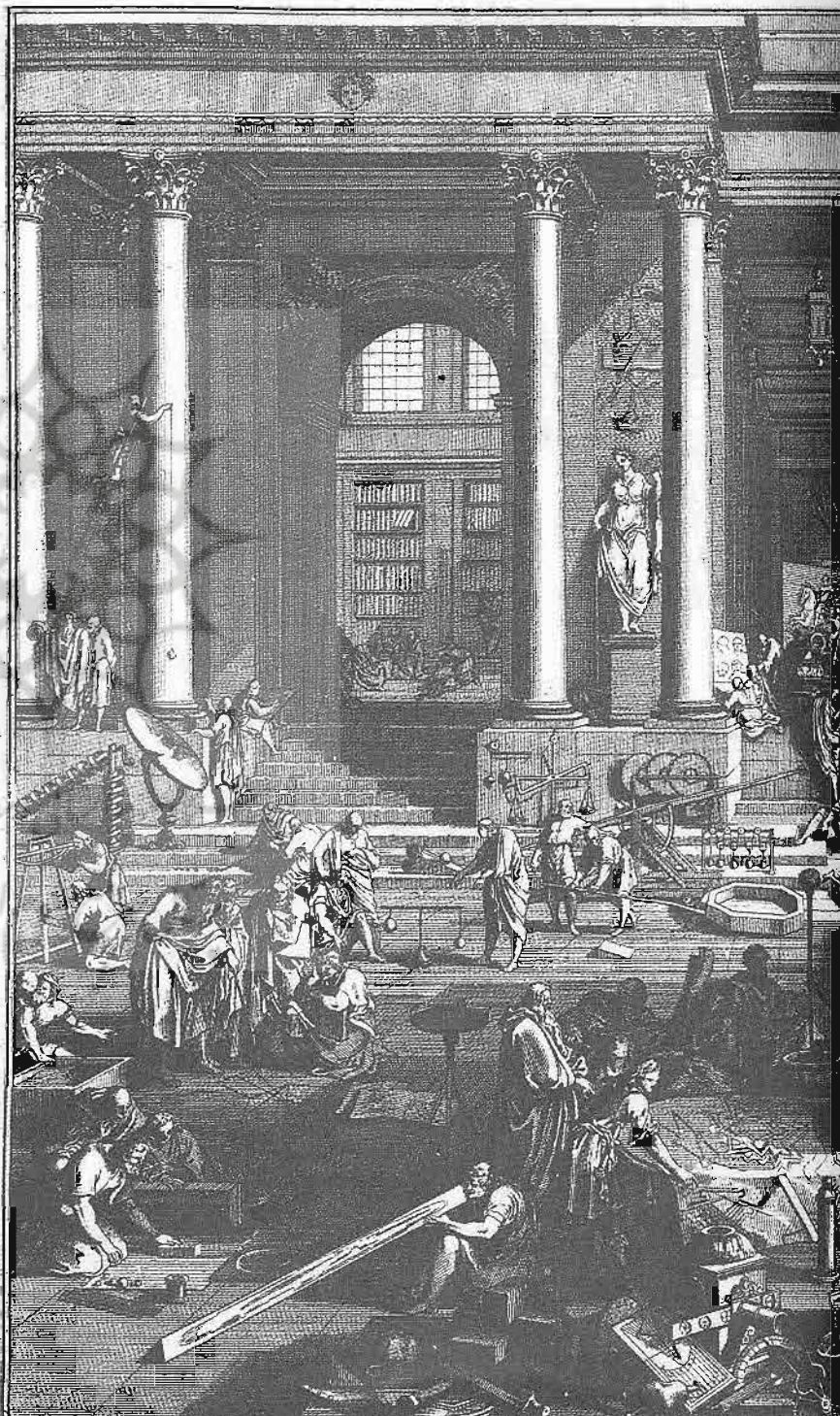
محتوای درسهای ریاضی شامل مفاهیم مقدماتی و مرکب از مقدمات حساب و اولین مقاله های کتاب اصول اقلیدس در زمینه هندسه بود. اصول حرکت نیز در آثار ارسطو مورد مطالعه قرار می گرفت و در آکسفرده و پاریس، کاربرد روشهای ریاضی در مطالعه پدیده های طبیعی آغاز می شد. مثلاً نیکول اورم، اسقف و اقتصاددان قرن چهاردهم فرانسه، تغییرات سرعت را در انواعی از حرکت در یک دوره زمانی مفروض، به صورت نموداری نمایش داد.

اندازه گیری زمین، و کشیدن نقشه آسمان

در اواخر قرون وسطی، ریاضیات را دو گروه مختلف از مردم که گاه فارغ التحصیلان دانشگاههای واحدی بودند به کار می بردند: یک گروه اهل کار و کسب از قبیل مساحان، مهندسان، و حسابداران بودند و گروه دیگر، پزشکان و منجمان که پایگاه اجتماعی بالاتری داشتند.

تحولات اقتصادی در قرن چهاردهم، توسعه شهرها و بازرگانی، به برآمدن ریاضیدانان در جامعه کمک کرد. پیچیدگی رو به افزایش بازرگانی، محاسبات تخصصی و مهارت در حسابداری را طلب می کرد. ریاضیدانان در «چرتکه خانه ها» مورد مشورت مراجعان قرار می گرفتند، قراردادهای محاسبات را به زبان عامی طرح و تنظیم می کردند، و مسائل بانکی مربوط به نرخ بهره، تسعیر، گردش و ارزش پول، و توزیع سود را حل می کردند.

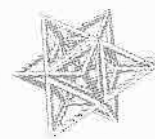
این افراد برای اینکه کارشان رونق داشته باشد مجبور بودند ارزش خودشان را در برابر رقبا اثبات کنند و استخدام کنندگان یا مشتریان خود را قانع کنند که مهارتهای آنها مفید است. تسلط آنها بر روشهای جبری که از تمدن اسلامی وام گرفته شده بود یکی از دلایل موفقیت حرفه ای آنان بود. در ابتدا، جبر به صورت امروزی آن فرمولبندی نشده بود یعنی از غلام برای بیان کردن رابطه های بین اعداد استفاده



L'Academie des

Gottfried Stein 'Sculpsit

آکادمی علوم و هنرهای زیبا
حکاکی از گوتفرد اشتاین (۱۷۴۷-۱۶۸۷)
از روی یک تابلو نقاشی اثر سباستین لکلرک.



نمی‌کردند بلکه روابط ممکن بین مقادیر مجهول را رده‌بندی می‌کردند و روشهای کلی تعیین آنها را شرح می‌دادند. این روشها معمولاً در مقاله‌ها به عنوان مثالهای عملی مورد بحث قرار می‌گرفتند. پذیرش دستگاه نمادگذاری اعشاری در اروپا هم قسمتی از پیشرفت ریاضیات و هم محرک بزرگی برای این پیشرفت بود. منتهایی که در آنها تقریبهای ریشه‌ها و کسره‌های پیچیده آمده بود، انتشار می‌یافت و پیدایش صنعت چاپ باعث تسهیل این گونه انتشارات شد. بنابراین، رشد ریاضیات به صورت یک حرفه تخصصی که اعتبار آن از اعتبار مشتریان عمده‌اش، یعنی بازرگانان، ناشی می‌شد، نتیجه فرعی تغییر اولویتهای اقتصادی و اجتماعی بود.

چشم‌اندازهای جدید

تحول جهش‌وار محدود به عرصه مالی و اقتصادی نبود. در اواخر قرون وسطی چندین اختراع، از قبیل اختراع قطب‌نما و دوربین صورت گرفت، و توصیف ابزارهای اندازه‌گیری و نحوه کار آنها گاه همراه با مستونی در زمینه جبر انتشار می‌یافت. سفرهای اکتشافی دریایی، و به‌طور کلی رفت و آمدهای دریایی تجاری، استفاده از اسطرلاب و ارتفاع سنج را عمومیت بخشید. هنرمندان، نقشه‌کشها، و معماران مقالاتی نیمه نظری و نیمه کاربردی درباره تصاویر منظری (پرسپکتیو) می‌نوشتند که با آنچه امروز نورشناخت هندسی نامیده می‌شود همراه بود. تمایز واضح و قاطعی بین نظریه و کاربرد ریاضی وجود نداشت.

در اواخر قرن پانزدهم جنبش اومانیستی اوج گرفت. توجه این جنبش معطوف به مطالعه و انتشار متنهای کلاسیک [یونان و روم] بود. در آغاز، این جنبش واقعاً التفاتی به تکنیکهای ریاضی نداشت. اگر دانشمندان اومانیست توجهی به حساب نشان می‌دادند، به خاطر مطالعه آثار افلاطون و فیثاغورس بود و گرنه به‌طور کلی محاسبات حسابی را خوار می‌شمردند.

فعالیتهای روشنفکری، که جنبش اصلاح مذهبی یکی از بارزترین جلوه‌های آن بود، بیشتر معطوف به مطالعه متنها بود تا تماس با اهل کار و کسب. دانشمندان اومانیست، رشته‌ای از ترجمه‌های آثار اساسی دوران قدیم، نخست از عربی و سپس مستقیماً از یونانی، پدید آوردند. آنها با بازنگری آثار هندسه‌دانان یونانی باعث تجدید علاقه به ریاضیات شدند. میراث ریاضی تمدنهای قدیم نشر و نما کرد زیرا زمینه مساعدی برای رشد آن فراهم آمده بوه حکمرانان اروپا

به‌طور روزافزون خواستار خدمات دانشمندان بودند، دانشمندانی چون تیکو براهه و یوهان کپلر اخترشناس که جذب دربار رودولف دوم در پراگ شدند. کار اینان فقط طالع بینی نبود بلکه با توجه روزافزونی که به کاربرد مهارتهای ریاضی در امور جنگی پدید آمده بود، ساختن استحکامات یا حل مسائل مربوط به پرتاب گلوله را نیز از آنها می‌خواستند. ریاضیات به تدریج جایی در آموزش اشراف پیدا کرد، و حتی برخی از مهندسان نظامی، به عنوان پاداش خدمتشان رتبه اشرافیت می‌گرفتند. علاقه فزاینده به ریاضیات در قرن شانزدهم، در کارهای جان دی کیمیاگر و منجم انگلیسی که بر نخستین ترجمه انگلیسی کتاب اقلیدس مقدمه‌ای نوشت، جیرو لامو کاردانو پزشک و منجم ایتالیایی که کتابش در باب «هنر بزرگ» یکی از پایه‌های تاریخ جبر است، یا فرانسواویت حقوق‌دان فرانسوی که تخصصش در رمزنگاری بود و اولین بار علائم جبری را به‌طور منظم و اصولی به کار برد، دیده می‌شود. بی‌اعتنایی نسبت به ریاضیات کاربردی، که تا حد خصومت هم پیش می‌رفت، با حمایت برخی از اصلاحگران نظام آموزشی از قبیل فیلسوف فرانسوی پیردولا رامه (پتروس راموس) رو به ضعف نهاد. وی کرسی تدریس خود در کالج سلطنتی پاریس را به ریاضیات و کاربردهایش اختصاص داد. یکی از شاگردانش، ویلرود اسنل منجم و ریاضیدان هلندی، برای دایر کردن درسهای ریاضی دانشگاهی در هلند فعالیت کرد و در این



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شده بود. این نظریه که در قرن بعد شرح و تفسیرهای بسیاری بر آن نوشتند به درک وسیعتری از پدیده‌های طبیعی انجامید. در دهه ۱۷۳۰ ریاضیدان فرانسوی آلكسی كلود كلرو پس از مطالعه اثر نیوتن، تناوبی بودن برخی از پدیده‌های سیاره‌ای، از جمله ستاره دنباله‌دار مشهور هالی، را كشف كرد (این ستاره به نام هالی اخترشناس انگلیسی که اولین بار مدار آن را محاسبه کرد، نامیده شده است).

عصر روشنگری

سنتی که در انتهای قرن هفدهم برقرار شده بود در قرن هجدهم نیز ادامه یافت. ولی سپاهیان، دیپلماتها، شوالیه‌ها و نجیب‌زاده‌ها که همچنان علاقه‌ای به ریاضیات نشان می‌دادند به تدریج تحت‌الشعاع ریاضیدانان حرفه‌ای قرار گرفتند که در جستجوی کار تمام وقت بودند. در بعضی کشورها، ریاضیدانها به مؤسسات آموزشی وابستگی داشتند و در بعضی دیگر، به آکادمیهای علمی یا دربارهای سلطنتی وابسته بودند. اولویت به کاربردهای عملی ریاضیات و کمک ریاضیدانها به پیشرفت تکنولوژی و رفاه جامعه داده می‌شد. به خصوص در فرانسه، عصر روشنگری مشوق بخش و گسترش ایده‌های علمی بود که «جریان پیشرفت» و «ذهنهای آزاد از پیشداوری مذهبی» را تأمین می‌کرد. ریاضیدان و دایرةالمعارف نویس فرانسوی رون‌دالامبر مقالاتی چند برای دایرةالمعارف نوشت. افراد نیز مانند ایده‌ها در نقاط مختلف اروپا بخش وپراکنده می‌شدند. وقتی فیزیكدان سوئسی لئونهارت اویلر از آكادمی علوم پروس در برلین به آكادمی سن پترزبورگ رفت، ریاضیدان ایتالیایی - فرانسوی، ژوزف لویی لاگرانژ، تورین را ترک کرد تا به دعوت فردریک دوم کبیر جای خالی اویلر را پر کند، و پس

از مرگ لاگرانژ به دربار لویی چهاردهم در فرانسه رفت. در این قرن، ریاضیدانان به صورتی سیستماتیک‌تر از قرن هفدهم به نوشتن، تبادل نظرها و مسئله‌ها، و انتشار مقالاتی درباره تحقیقات در دست انجام و تحقیقات انجام یافته می‌پرداختند. آنها قلمرو حساب دیفرانسیل و انتگرال را گسترش می‌دادند و سعی می‌کردند کاربردهای بیشتری برای آن بیابند. رساله اویلر تحت عنوان درآمدی به آنالیز بینهایت کوچکها (۱۷۴۸) نمونه‌ای از منتهای آموزشی است که ریاضیدانان پیشرو می‌نوشتند تا شیوه‌های جدید تفکر را به محصلان بیاموزند. در این متنها روشهایی برای نمادگذاری پیشنهاد می‌شد و مسئله‌های مورد توجه به صورت استاندارد درمی‌آمد. اعتماد به جبر، به عنوان یک ابزار، افزایش می‌یافت. حساب دیفرانسیل و انتگرال دیگر در جستجوی توجیه هندسی نبود و سرانجام به صورت رشته مستقلی درآمد. به این ترتیب، كشف و اشاعه میراث یونانی - اسلامی و پیشی گرفتن از آن، در طول چندین دوره از تحولات اجتماعی و آزاد سازی فکری ادامه یافت و به وسیله افرادی انجام شد که علائق متفاوتی از روشهای زهکشی یا ساختمان سازی تا آفرینش‌شناسی و روشهای محاسبه مساحت داشتند.

ترجمه سیامک کاظمی

کاترین گلدستاین

ریاضیدان فرانسوی، پژوهشگر مرکز ملی تحقیقات علمی (CNRS). تحقیقات او بیشتر درباره نظریه منحنیهای بیضی و تاریخ نظریه اعداد در قرن هفدهم است. او در نوشتن مبانی تاریخ علم (انتشارات بودا، پاریس، ۱۹۸۹) که تحت مدیریت مشیل سر تهیه شده، سهم بوده است.

جرمی گری

از بریتانیای کبیر، مدرس ریاضیات در دانشگاه آزاد بریتانیاست. او آثار متعددی در زمینه تاریخ ریاضیات جدید نوشته که از آن جمله است مفاهیم فضا انتشارات دانشگاه اکسفرده، ویرایش دوم، ۱۹۸۹) و اخیراً مجموعه‌ای را با عنوان تاریخ ریاضیات و خوانندگان (مک میلن، لندن، ۱۹۸۷) با همکاری جان فاول ویراستاری کرده است.



در این حکاکی قرن ۱۶ منظومه شمسی طبق دیدگاه گالیله تصویر شده است. نام حکاک معلوم نیست.



در این کنده کاری روی چوب که متعلق به سال ۱۵۰۳ است، به نظر می‌رسد که حساب (وسط) دعوای بین «جرتکه کاران» و «الگوریتم کاران» (که از نمادهای نوشتنی استفاده می‌کردند) را به نفع گروه دوم فیصله می‌دهد.

زبان عالم است، وی نوشت «کتاب طبیعت با الفبای ریاضی نوشته شده... مثلثها، دایره‌ها، و سایر اشکال هندسی، که بدون آنها نمی‌توان حتی یک کلمه از این کتاب را فهمید.» آکادمیهای علمی نیز طبق الگوی انجمنهای قدیمی ایتالیا در اروپا شکل می‌گرفتند. بعضی از آنها، نظیر آکادمی لینیچی که گالیله به آن وابستگی داشت، به وسیله حامیان هنر و علم پایه‌گذاری شدند و آکادمیهای دیگر، گروههای مستقلی از دانشمندان بودند که برای مبادله کتابهای تازه، اخبار علمی و ادبی، دیدن تشریح یک جسد یا مشاهده ستارگان گرد هم جمع می‌شدند.

کتابها و مجله‌های چاپی، به خصوص در زمینه علمی، هنوز کم شمار بودند و بنابراین، آکادمیها کمک قابل ملاحظه‌ای به اشاعه علم می‌کردند. یکی از معروفترین این گروهها به‌طور منظم با آمارین مرسن در پاریس ملاقات می‌کرد و دانشمندان برجسته‌ای چون بلز پاسکال، رنه دکارت، پیر دو فرما، ژیل پرسون دوروبروال و ژرار دزارگ را به خود جذب کرد.

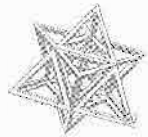
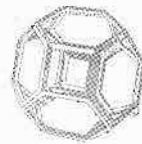
این ریاضیدانان که در دامان مؤلفان بزرگ کلاسیک پرورش یافته بودند، تحت تأثیر سنت اومانیستی قرار داشتند. در عین حال، اهمیتی که در کارهایشان به روشهای جبری می‌دادند نشان می‌دهد که وارثان «ریاضیدانان اهل کار و کسب» نیز بودند. بعضی از آنها فرزندان بازرگانانی بودند که ثروتمند شده و نشانهای اشرافیت را خریده بودند. ریاضیدانان قرن هفدهم دیگر به حامیان علم وابستگی نداشتند و نیز از طریق توشن یا حتی تدریس امرار معاش نمی‌کردند. آنها حرفه خود را با حرفه‌های دیگری درمی‌آمیختند و در عین ریاضیدان بودن، مشاور پارلمانی کشیش، دیپلمات، یا نظامی بودند. پیش از این قرن، افراد مسلط به ریاضیات می‌توانستند با دفاع از شهرت و اعتبار خود درآمدشان را افزایش دهند. پیشی گرفتن از رقیب در یک مسئله ریاضی، باعث می‌شد ریاضیدان پیروزمند مراجعان بیشتری داشته باشد. گرچه ریاضیدانها در این قرن هم گاه مسائل دشواری را برای مخاطبان خود مطرح می‌کردند که فقط خودشان جواب آنها را می‌دانستند، به نظر می‌رسد این کار بیشتر برای نمایش مهارت یا تشویق دیگران به مطالعه موضوع بود. این افراد به رهبری دکارت تمایز واضحی بین «هندسه» که مبتنی بر استدلال صرف بود و «مکانیک» که نیازهای عملی را برآورده می‌ساخت، قائل می‌شدند.

ولی هندسه آنان مانند هندسه یونانیان نبود. دکارت و فرما هندسه را به دانشی تحلیلی تبدیل کردند. مکاتبات و مقالات این افراد مملو از اشاراتی است به تحقیقات دربارهٔ مراسمها و منحیها، محاسبات مساحت رویه، برآورد احتمال در بازیهای شانسی، و مسائل اعداد صحیح. آنها به اپتیک و در واقع به تمام پدیده‌های طبیعی نیز که فکر می‌کردند قوانین ریاضی بر آنها حاکم است علاقه‌مند بودند. الگوی این دقت علمی،

راه، تأسیس یک مدرسه مهندسی نظامی در لیدن نیز مؤثر واقع شد. ریاضیات، جغرافیا و هیدرولیک در دانشگاههای اروپا با نجوم رقابت می‌کردند و به تدریج جانشین آن شدند.

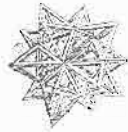
ظهور آکادمیها

در اوایل قرن هفدهم، جریان کشف آثار ریاضیدانان یونانی در اوج خود بود. در حالی که ترجمه و تجدید انتشار متنها به وفور انجام می‌گرفت، تلاشهای زیادی نیز برای بازسازی متنها گمشده یا ناقص به عمل می‌آمد که نشان دهنده فرهنگ ریاضی گسترده‌ای است که در حال پدید آمدن بود. پیشامدهایی از قبیل کشف قمرهای مشتری به وسیله گالیله، برای ریاضیات اعتبار فراهم می‌کرد. گالیله این قمرها را به نام مدیچی‌ها که نشان خانوادگیشان ستاره مشتری بود، سیدرامدیچی نامید. او اعتقاد داشت که ریاضیات، کلید فهم



دروس چهارگانه فیثاغورسی

نوشته‌های افلاطون (و سقراط) حاکی از تقسیم بندی علوم ریاضی به چهار درس است که این تقسیم بندی مورد پذیرش عام بوده و در دوره تمدن یونانی رواج داشته است. در نظام آموزشی قرون وسطی، این دروسها را دروس چهارگانه فیثاغورسی می‌نامیدند. دروس چهارگانه عبارت بودند از حساب، هندسه، نجوم، و موسیقی. منظور از نجوم هم می‌توانست مفاهیم مقدماتی در زمینه طلوع و غروب ستارگان، تقویم، و فصلها باشد و هم مفاهیم ریاضی پیچیده تری در بساطه حرکتهای حقیقی و ظاهری خورشید، ماه، و سیارات. جنبه‌های کاملاً ریاضی این موضوع را گاه ریاضیات اجسام کروی می‌نامیدند و این نامگذاری مبتنی بود بر فرضیهایی در مورد شکل کروی زمین و کیهان که از قرن پنجم پیش از میلاد رایج بودند. به همین نحو، منظور از موسیقی، نظریه فاصله‌های موسیقی و به خصوص محاسبه عددی فاصله‌های همنانگ بود. این را کانون (canonic) نیز می‌نامیدند. به نظر می‌رسد که این تقسیم بندی از قرن پنجم پیش از میلاد - شاید در ارتباط با مکتب فیثاغوری - برقرار بوده است.



«ایزک نیوتن، بزرگ مکتب اما بی‌آفاده» عنوان این کنده کاری ژاپنی است که منسوب به هوسو (حدود ۱۸۹۰) می‌باشد.

هندسهٔ تحلیلی بود. فیزیکدان انگلیسی ایزک نیوتون و فیلسوف آلمانی گوتفرد ویلهلم لایب نیتس، مستقل از یکدیگر، با ترکیب اکتشافات ریاضیدانان دیگر در مورد روشهای محاسبهٔ مساحت و مماسها، نظریه‌های متفاوت ولی منسجمی دربارهٔ حساب دیفرانسیل و انتگرال پرداختند. هیچ یک از این دو نظریه به طور کامل مورد پذیرش معاصران آنها قرار نگرفت، و بر سر اینکه تقدم یا برتری با کدام یک از این دو است، جنجالی در گرفت که سالها ادامه داشت.

این پیشرفتها مرحله تازه‌ای در ارتباط بین ریاضیات و دنیای فیزیکی بودند. نیوتن در شاهکار خود به نام اصول ریاضی فلسفه طبیعی که در ۱۶۸۷ انتشار یافت نظریهٔ یکپارچه‌ای در باب حرکت سیارات عرضه کرد که به زبانی هندسی، شبیه زبانی که در اصول اقلیدس به کار رفته، بیان

گرایشی که در قرن چهاردهم در اکسفرد شروع شد، مکانیک بود.

در اواسط قرن هفدهم، دولتها، لاقبل تا حدی، جای افراد را در حمایت از پیشرفت علم گرفتند. در ۱۶۶۲ جای تعدادی از آکادمیها در انگلستان طبق فرمان سلطنتی در انجمن سلطنتی لندن ادغام شدند و آکادمی علوم فرانسه که ژان بابتیست کلیر وزیر فرانسوی آن را در ۱۶۶۶ بنیان نهاد، در میان نخستین اعضای خود افرادی را که با مرسن کار کرده بودند به عضویت پذیرفت. نشریات ادواری از قبیل زورنال دوساوان (مجله دانشمندان) و فیلازو فیکال تراتز کشنز (تبادلات فلسفی) انجمن سلطنتی، آخرین اکتشافات علمی را به همهٔ علاقه‌مندان می‌شناساندند.

نیمهٔ دوم قرن هفدهم شاهد افزایش مطالعات در زمینهٔ