قدم اول

# نیوتون
## و فیزیک کلاسیک

ویلیام رانکین/ مجتبی سلطانی

# نیوتون
# و فیزیک کلاسیک

## قدم اول

این کتاب ترجمه‌ای است از:

***Newton and Classical Physics***

For Beginners

William Rankin

Published in 2000 by Icon Books Ltd.

رانکین، ویلیام Rankin, William

**نیوتون و فیزیک کلاسیک (قدم اول)** / ویلیام رانکین؛ مترجم مجتبی سلطانی.

ـ تهران: نشر و پژوهش شیرازه، ۱۳۸۰.

۱۷۶ ص.: مصور. ISBN 964-6578-77-2: ۱۲۰۰۰ ریال

فهرستنویسی براساس اطلاعات فیپا.

عنوان اصلی: Introducting Newton and classical physics.

۱. نیوتون، آیزاک، ۱۶۴۲ ـ ۱۷۲۷. ۲. فیزیک ـ تاریخ. الف. سلطانی، مجتبی، ۱۳۵۸ ـ ، مترجم. ب. عنوان. ج. عنوان: فیزیک کلاسیک.

۵۳۰/۰۹۲ QC ۱۶ / ۲ ر ۹ ن

۱۳۸۰

کتابخانه ملی ایران

محل نگهداری: ۱۸۵۷۳ - ۸۰ م

**نیوتون و فیزیک کلاسیک**

قدم اول

نویسنده و طراح: ویلیام رانکین

مترجم: مجتبی سلطانی

طراح جلد: حمید خانی

حروفچینی و صفحه‌آرایی: مؤسسهٔ جهان کتاب

لیتوگرافی: کوثر

چاپ و صحافی: فاروس

چاپ جلد: نفیس

چاپ اول: ۱۳۸۰

تعداد: ۲۲۰۰

حق چاپ و نشر محفوظ است.

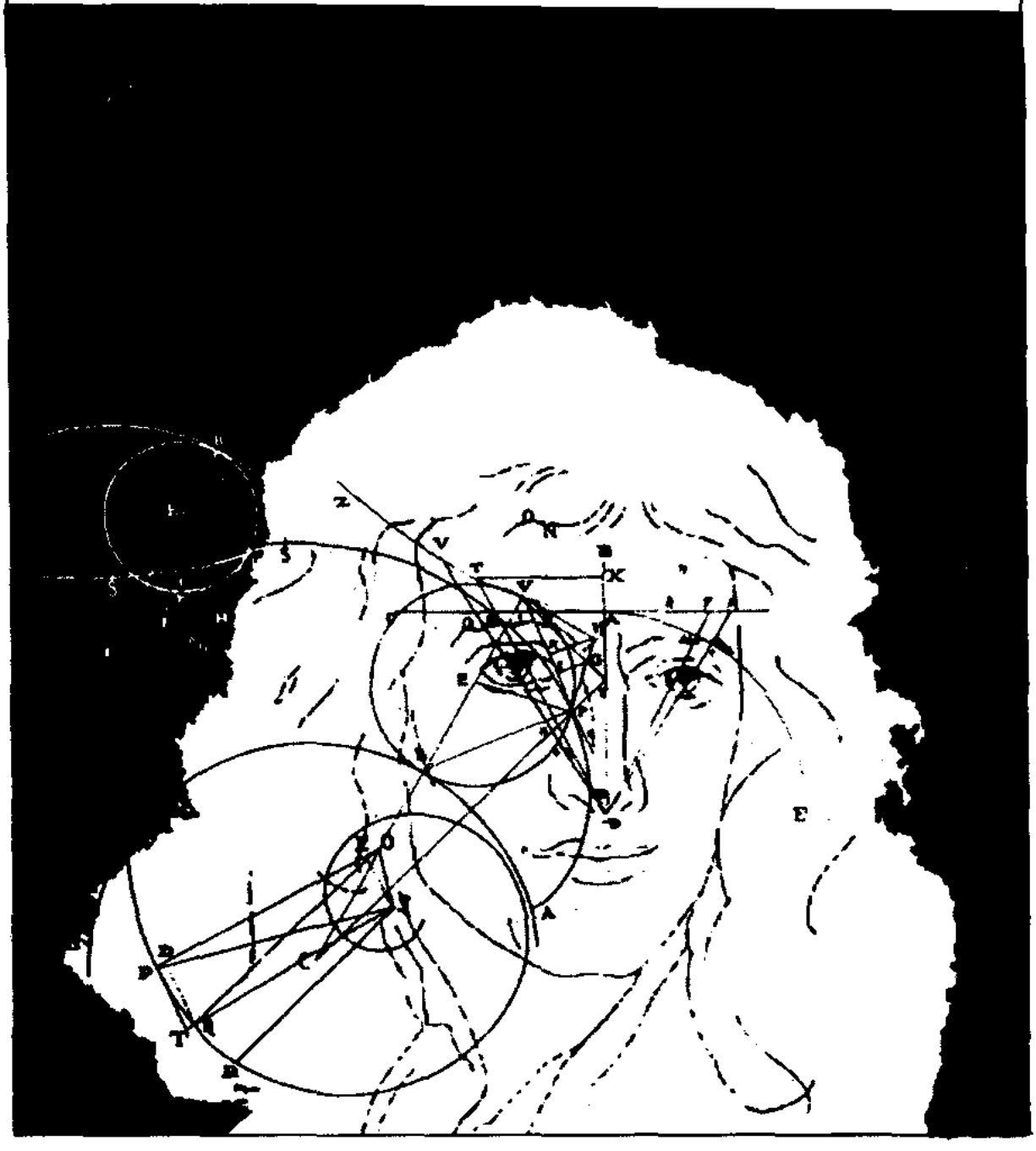
تهران. صندوق‌پستی: ۱۱۳۸ / ۱۹۳۹۵

تلفن: ۲۵۶۰۹۸۳

ISBN 964 - 6578 - 77 - 2 ۹۶۴ - ۶۴۷۸ - ۷۷ - ۲

# نیوتون
## و فیزیک کلاسیک
## قدم اول

نویسنده و طراح: ویلیام رانکین
مترجم: مجتبی سلطانی



*«کسی که در نبوغ از همهٔ انسان‌ها پیشی گرفت.»*

این مجسمه ایزاک نیوتون در بیرون صومعهٔ ترینیتی کالج است. وردزورثِ شاعر، وقتی که از روی بالش خود غرق در احساسات به این مجسمه نگریست گفت:

*«چهرهٔ بلورین و آرامِ نیوتون، نشانی مرمرین از روحی است که تا ابد در بحر مهیب تفکر به تنهایی سیر می‌کند.»*

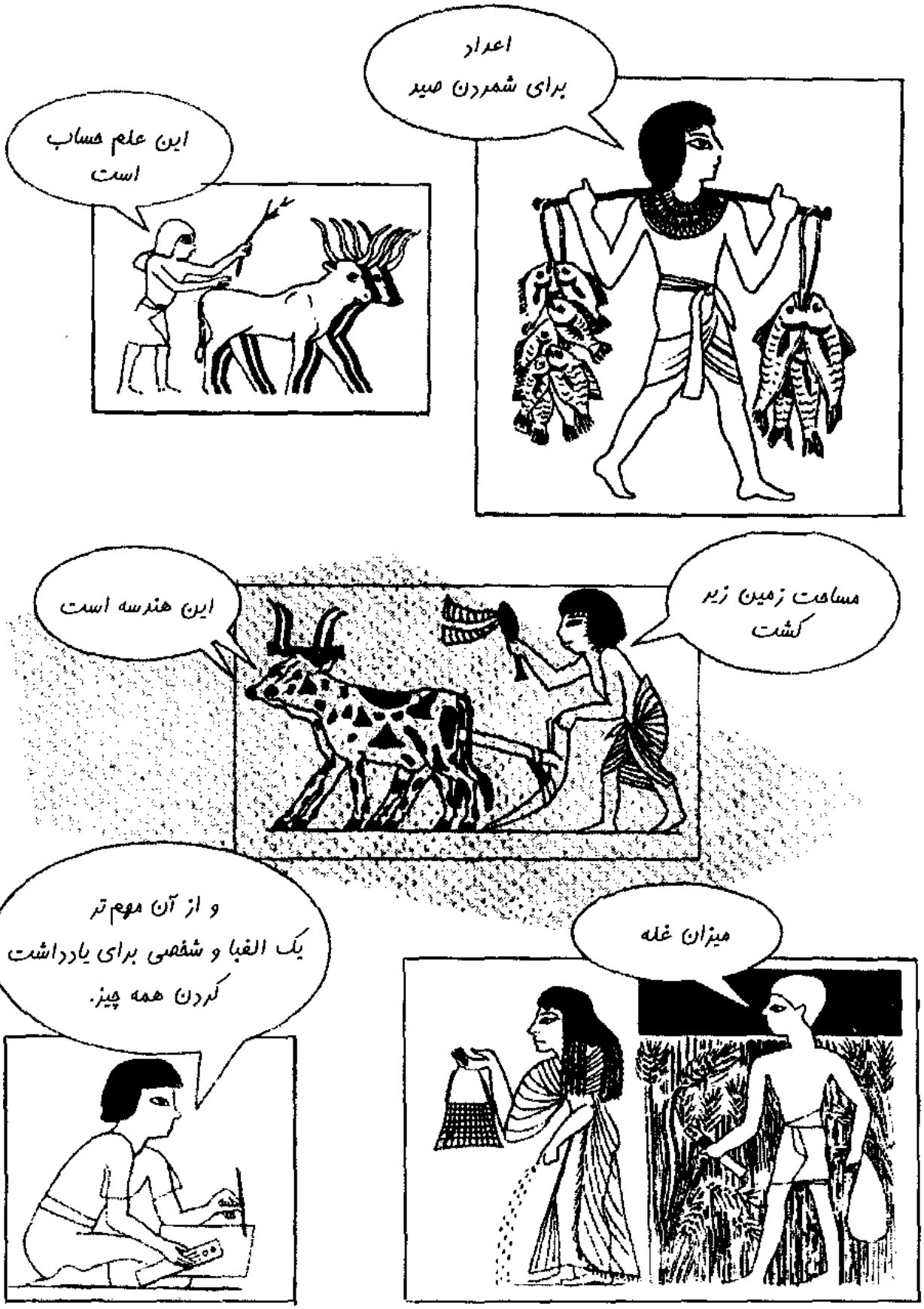
از زمان وردزورث، نیوتون دیگر از شکل یک مخلوقِ گوشت و پوستی به نیمه خدایی بی‌روح تبدیل شده که بر تمام انقلاب صنعتی ریاست می‌کند.

*مجموعهٔ پیوسته‌ای از تلاش، بردباری، فروتنی، خویشتن‌داری، مهربانی، رادمردی، نیکوکاری و پارسایی عاری از زنگار پلیدی.* «جان کاندیت»

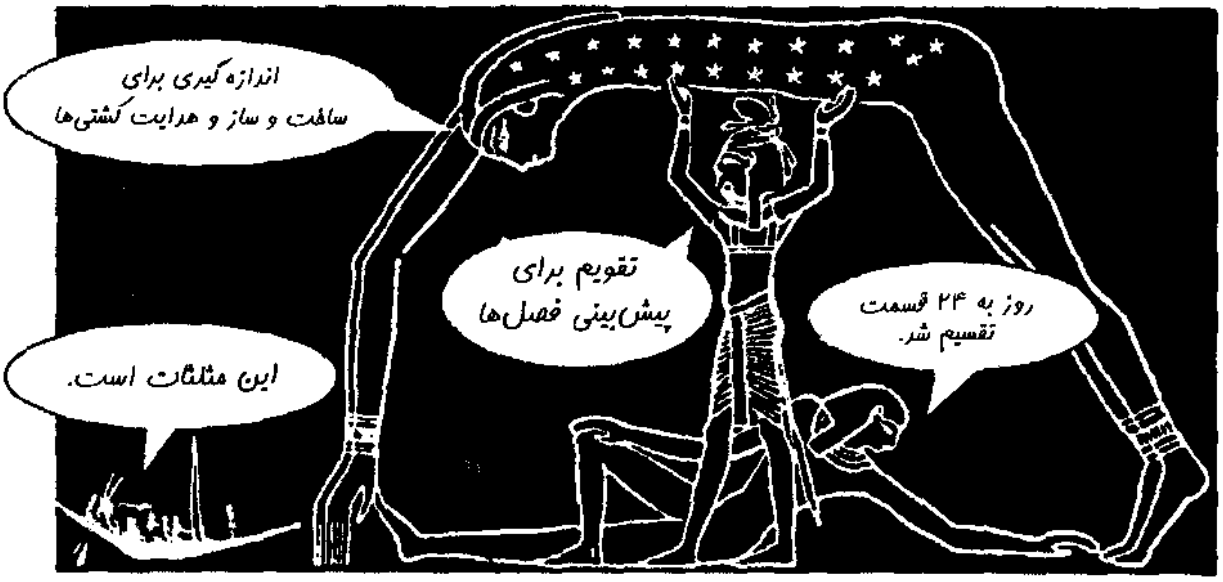
میان پسر بچه گوشه‌گیری که نامش را بر لبه پنجره حک کرد و مردی که تأثیر محونشدنی خود را بر قرن آینده نهاد فاصله زیادی است. برای دست یافتن به سرچشمه انقلاب علمی‌ای که جهان را دگرگون کرد ما باید به سرآغاز تمدن بازگردیم.

## این اندیشه است که می‌شمارد

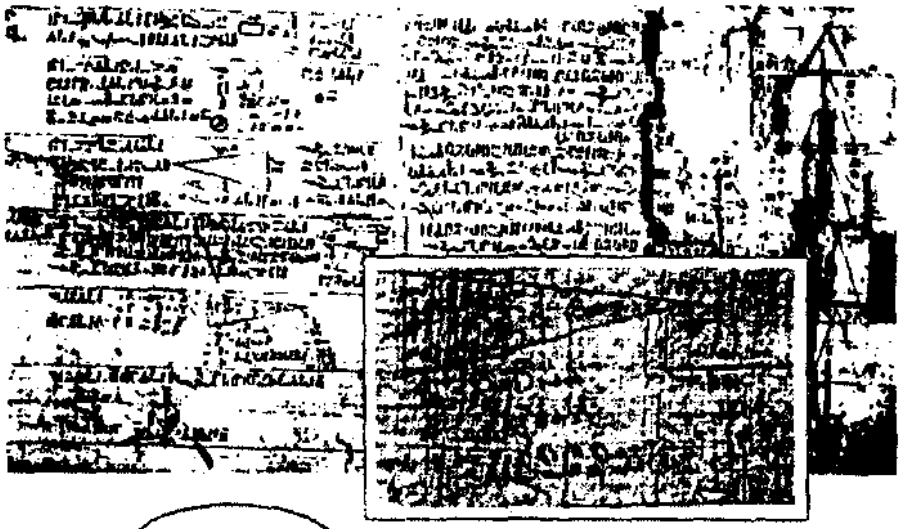
سرآغاز داستان ما به فعالیت‌های علمی روزمره برمی‌گردد.



# در ساحل رود نیل




مصری‌ها رابطهٔ دوستانه‌ای با افلاک داشتند و در ضمن خیلی هم به طغیان فصلی رود نیل که کشت‌زارهاشان را حاصل‌خیز می‌کرد وابسته بودند. این مزارع به نسبت مساحت‌های‌شان خراج می‌پرداختند. برای ارزیابی صحیح مالیات، هر سال باید بررسی می‌کردند که چه مقدار از زمین را آب برده است.

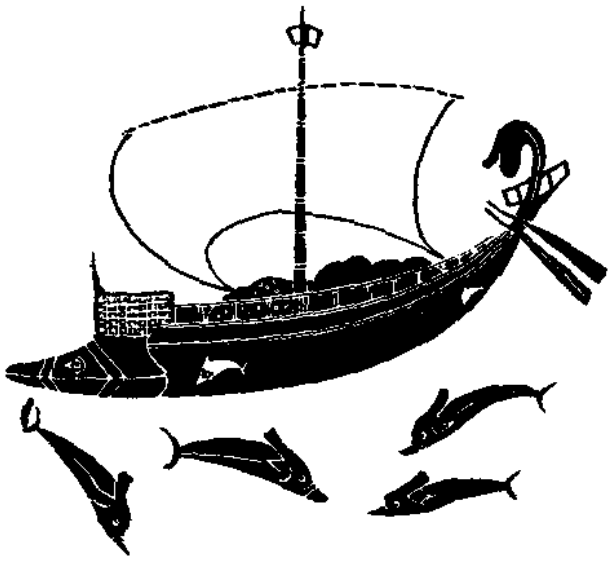


پاپیروس رینـد (بالا) راه‌حل این‌گونه مسائل ریاضی را شرح می‌دهد و شامل عددی برای نسبت محیط دایره به قطر آن است.

## نزدیک آب‌های بابل

در سرزمین‌های حاصل‌خیزی که توسط دجله و فرات آبیاری می‌شدند تمدنی پا گرفت که برای هزاران سال حرکت افلاک را ثبت کرد. بابلی‌ها سیستمی از اعداد بر مبنای شصت داشتند که محاسبه اعداد بسیار بزرگ را ممکن می‌ساخت. ردپای سیستم آنها هنوز در ۶۰ ثانیه‌ای که دقیقه را می‌سازد و ۳۶۰ درجه دایره باقی مانده است.

مسلماً محاسبات بابلیان بسیار پیشرفته‌تر از مصری‌ها بود. اما این قواعد باز هم به صورت مجموعه‌ای از قواعدِ راهنمایِ بدون اثبات برای محاسبه مساحت بودند. روشی منطقی برای اعمال این قواعد به مسائل جدیدی که پیش می‌آمدند وجود نداشت.



برای یک سیستم استدلالیِ مبتنی بر اثبات ما باید چشم به راه مردی از جزیره یونانی ساموس می‌ماندیم که سی و چهار سال در میان کاهنان و مغ‌ها به سیر پرداخته بود. او اعداد را از ابزاری مفید، تبدیل به اصل اساسی زندگی کرد. او فلسفه جدیدش را $\mu\alpha\theta\eta\mu\alpha\tau\iota\kappa\eta$ (ریاضیات)نامید. هنگامی که او اولین بار اندیشه‌هایش را چون موعظه‌ای به رستگاری بیان کرد هشتصد نفر برای پیروی از او خانه و خانواده‌شان را رها کردند.

# همه چیز عدد است

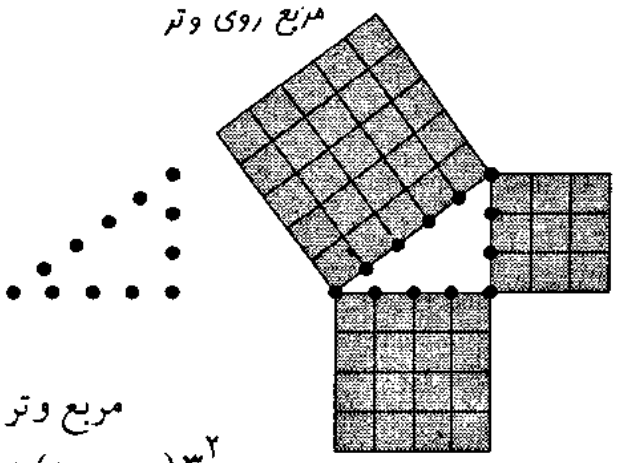
فیثاغورث آمیزه‌ای از اینشتین و مرشد اعظم بود. او هوادار مذهبی بود بر پایه تناسخ ارواح و منع خوردن حبوبات. او برای حیوانات موعظه می‌کرد.

در جامعه‌ای که او پایه‌گذاری کرد مردان و زنان برابر بودند. دارایی‌ها نیز اشتراکی بودند و حتی کشفیات ریاضی نیز گروهی بود.

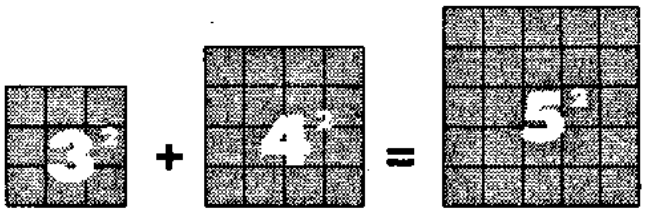
فیثاغورث ارتباط میان اعداد و موسیقی را کشف کرد: ارتفاع یک نُت به طول سیمی که آن را تولید می‌کند بستگی دارد.

اصواتی که توسط سیارات ضمن طی مسیرشان در فضا تولید می‌شوند، تلفیق می‌شوند تا «موسیقی آسمانی» را تولید کنند. این آهنگ خیلی زود از درون فرو پاشید.

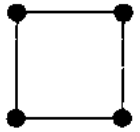
تحت تأثیر فیثاغورث است که ما هنوز اعداد را زوج و فرد می‌نامیم یا از اعداد مربع و مکعب سخن می‌گوییم. اما او بیشتر به واسطه قضیه فیثاغورث مشهور است، و این همان چیزی بود که مسلک او را نابود کرد.

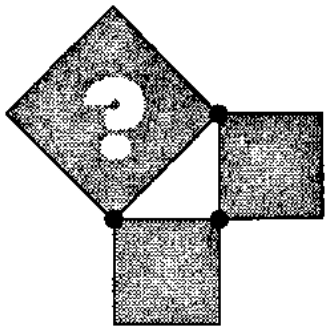



مربع وتر برابر مجموع مربعات دو ضلع دیگر است.
$۳^۲$ (مربع سه) + $۴^۲$ (مربع چهار) = ۹+۱۶=۲۵ وتر = $\sqrt{۲۵}$
بنابراین وتر = ۵

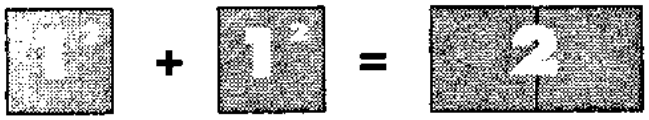



ضمن سفری دریایی، یک فیثاغورثی که هیپاسوس نامیده می‌شد فکر کرد محاسبه قطرمربع می‌تواند سرگرمی بی‌ضرری باشد.





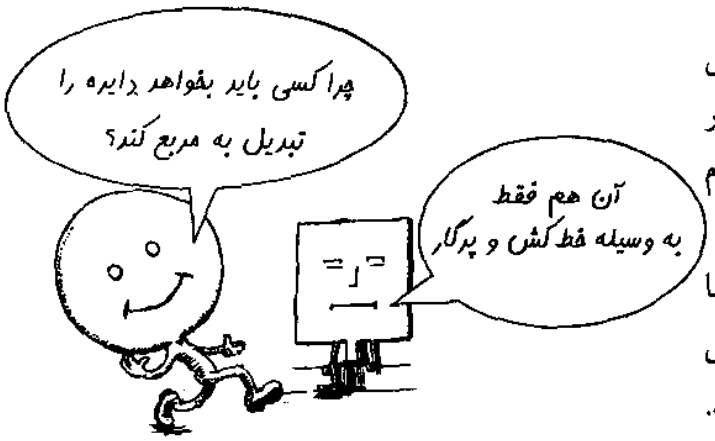

$۱^۲$ (مربع یک) + $۱^۲$ (مربع یک) = ۲، قطر $\sqrt{۲}$ (ریشه دوم ۲)، اما ریشه دوم دو چیست؟




تمام تلاش‌ها برای بیان ریشه دوم دو به صورت یک کسر (نسبت دو عدد صحیح) ناکام ماند. چنین نسبتی وجود نداشت. ریشهٔ دوم دو گنگ بود. این‌جا چیزی وجود داشت که باید عدد می‌بود چون طول داشت اما با این وجود قابل نوشتن نبود.

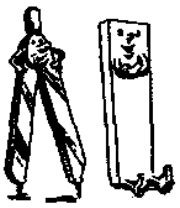
هیپاسوس از انجمن رانده شد و برادران سوگند رازداری خوردند. اما ضربه وارد شده بود. همه چیز عدد بود اما همه اعداد، عدد نبودند. اعداد گنگ، اعدادی که همزمان هم فرد و هم زوج بودند، هارمونی کیهانی را نابود کردند.

## تربیع دایره




اعداد گنگ، اندازه‌هایی را معرفی می‌کردند اما با این حال مانند سایر اعداد او رفتار نمی‌کردند. اما ریشه دوم تنها مسئله‌ای نبود که یونانیان داشتند.

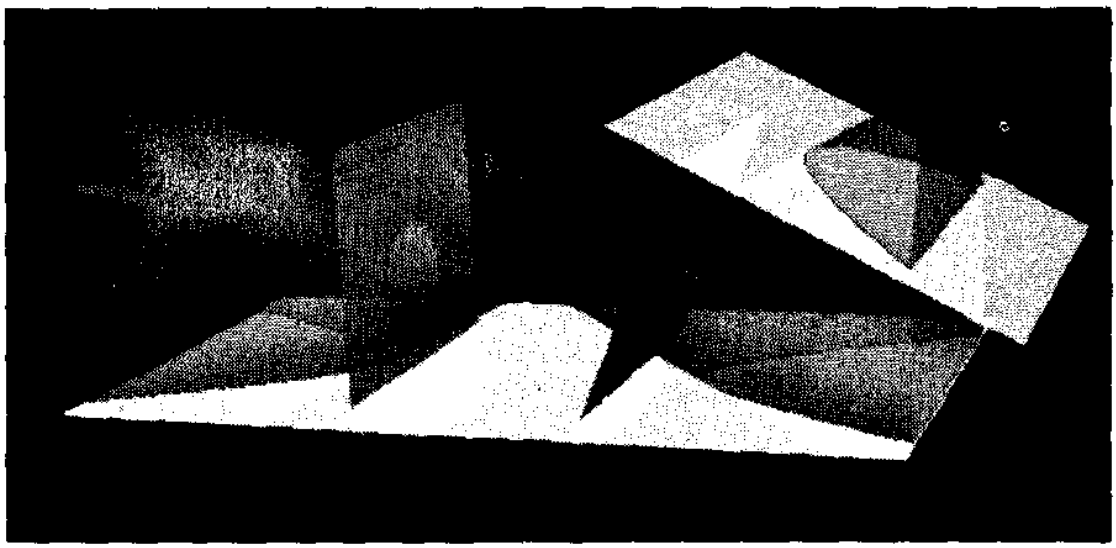
نخبگان تفکر یونانی صدها سال گرفتار کوشش برای تربیع دایره بودند.



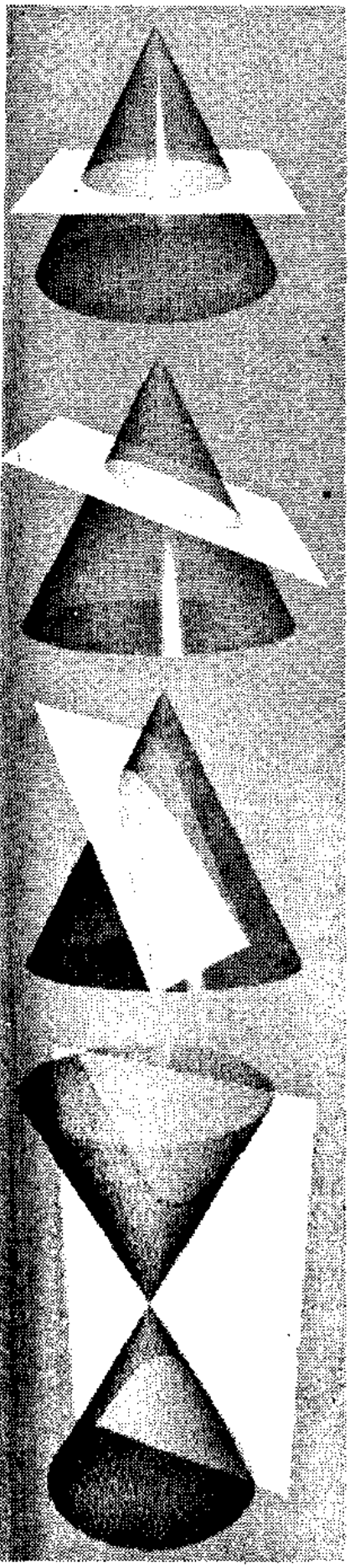
این مسئله به تعیین نسبت محیط دایره به قطرش منجر می‌شود. نام این نسبت $\pi$ است.

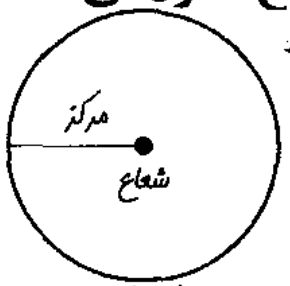
علی‌رغم کوشش‌های پی‌گیر بهترین ریاضی‌دانان یونانی و سایر ریاضی‌دانان در دو هزار سال بعد نیز دایره هرگز تربیع نشد. بالاخره حدود صد سال پیش ثابت شد این کار غیرممکن است.

یونانیان کارهای عملی را خوار می‌شمردند، درواقع افلاطون پیشهٔ موهن بازرگانی را به مثابهٔ جنایتی قابل کیفر می‌دانست. یونانیان به طور خاص از غور در مسائل غیرممکن کوتاهی نمی‌کردند. یکی از نتایج فرعی کارهای آن‌ها مجموعه‌ای از منحنی‌های بی‌فایده بود که از بریدن یک مخروط تحت زوایای گوناگون حاصل می‌شدند.



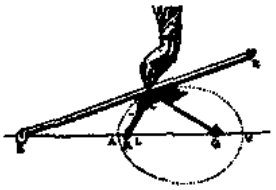
# مقاطع مخروطی

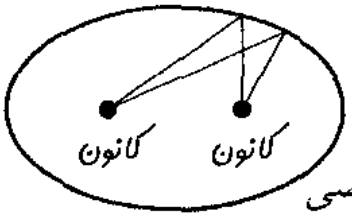





دایره

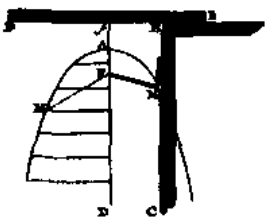
محدود به خطی است (محیط) که نقاط آن از نقطه ثابتی (مرکز) فاصله یکسان (شعاع) دارند.

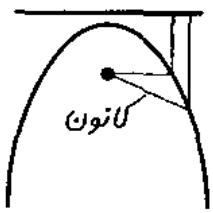





بیضی

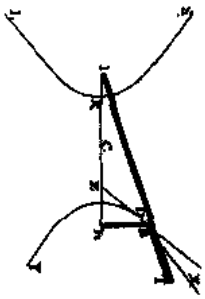
منحنی‌ای است که با حرکت نقطه‌ای رسم می‌شود که مجموعِ فواصلش از دو نقطه معین (کانون) ثابت باشد.

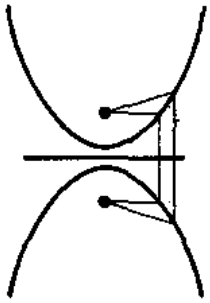





سهمی

منحنی‌ای است که حرکت نقطه‌ای آن را رسم می‌کند که فاصله‌اش از نقطه‌ای ثابت (کانون) برابر فاصله‌اش از خطی مفروض (خط هادی) است.





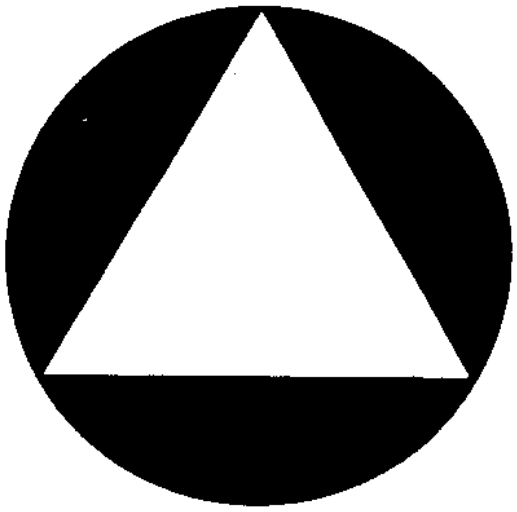
هذلولی

منحنی‌ای است که با حرکت نقطه‌ای رسم می‌شود که فاصله‌اش از نقطه‌ای ثابت همیشه به یک اندازهٔ مشخص بزرگ‌تر از فاصله‌اش از خطی معین (خط هادی) است.

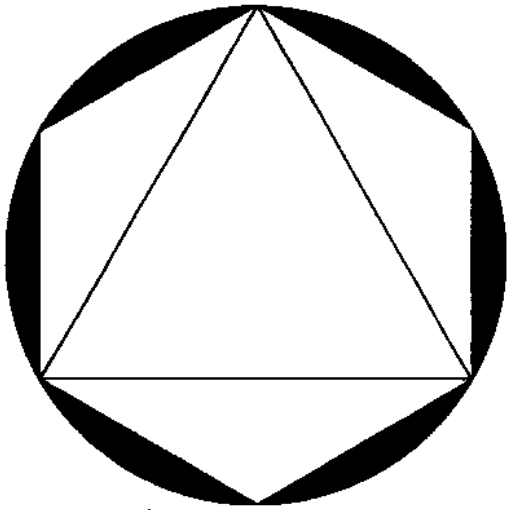
## اِفنا

بحث دربارهٔ مسائل حاشیه‌ای به موضوعات حادتری انجامید.

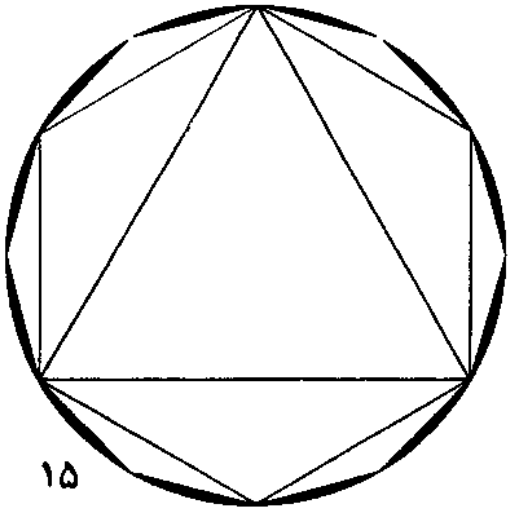
آنتی فونِ سوفیست (حدود ۴۳۰ قبل از میلاد) سعی کرد مساحت دایره را با گنجاندن مثلث‌هایی در درون آن تعیین کند. به این ترتیب او می‌توانست با جمع‌کردن مساحت مثلث‌ها [باهم] مساحت دایره را به دست آورد. سپس او فضای باقی‌مانده را با تعداد بی‌شماری مثلث کوچک که همواره کوچک‌تر می‌شدند پر کرد. تنها یک مشکل وجود داشت:



اول مثلثی داخل دایره محاط کرد.



سپس فضاهای باقی‌مانده را تا زمانی که پر شوند با مثلث‌های کوچکتر پر کرد.

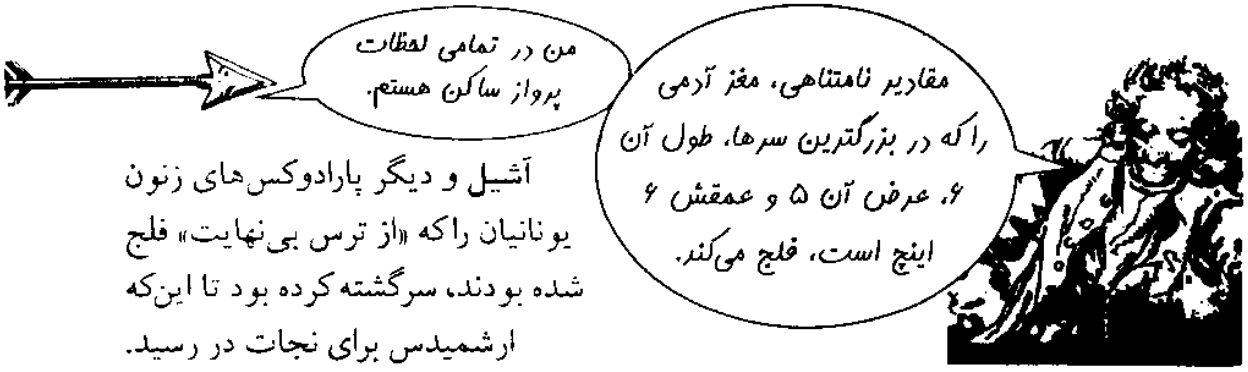


## اصلاً تغییر نمی‌کند

زنون ایلیایی
(۴۳۵ـ ۴۹۵ قبل از میلاد)

زنون که یکی از پیروان پارمنیدس بود آیین یگانه‌انگارانه و اثباتی برای عدم وجود کثرت فراهم کرد. او به اتهام خیانت سرش را از دست داد. اما قبل از آن طرح چندین پارادوکس جاودانی را ریخت، یکی از آنها پارادوکس آشیل است.

آشیل، سریع‌ترین دونده روزگارش، می‌کوشد از لاک‌پشتی پیشی بگیرد. اما وقتی آشیل به مکانی می‌رسد که لاک‌پشت از آنجا شروع به حرکت کرده است، لاک‌پشت باز هم جلوتر رفته است. لاک‌پشت در طول زمانی که اشیل برای رسیدن به نقطه پیشین صرف کرده باز هم جلوتر می‌رود، و این روند تا ابد ادامه می‌یابد. فاصله‌ای که آشیل را از لاک‌پشت جدا می‌کند پیوسته کم می‌شود اما هرگز کاملاً از میان نمی‌رود. کندتر هرگز مغلوب سریع‌تر نمی‌شود.

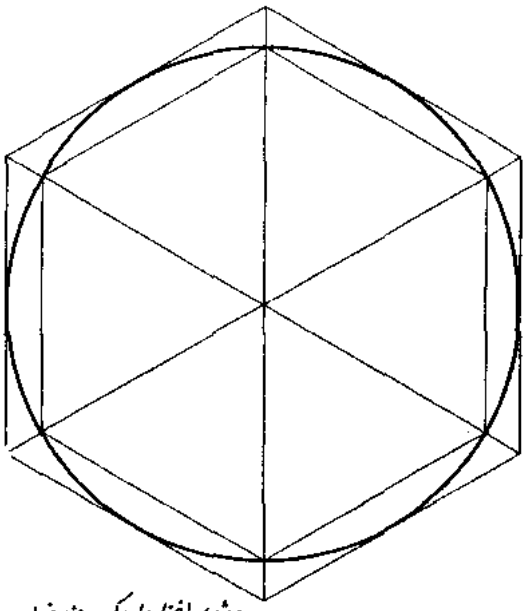



ولتر ۱۷۷۸ ـ ۱۶۹۴

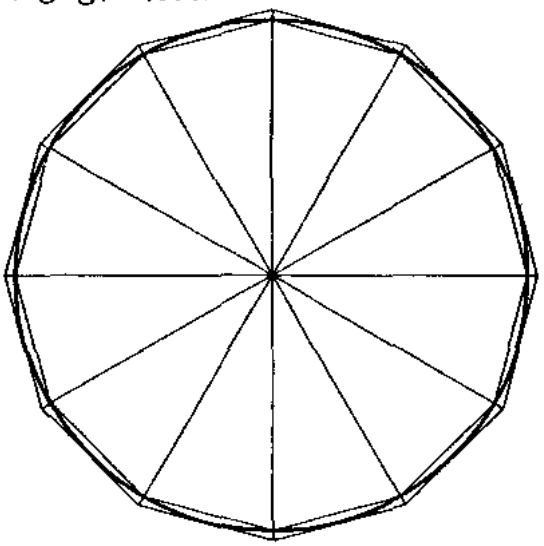
آشیل و دیگر پارادوکس‌های زنون یونانیان راکه «از ترس بی‌نهایت» فلج شده بودند، سرگشته کرده بود تا این‌که ارشمیدس برای نجات در رسید.

ارشمیدس ۲۱۲ ـ ۲۸۷ قبل از میلاد

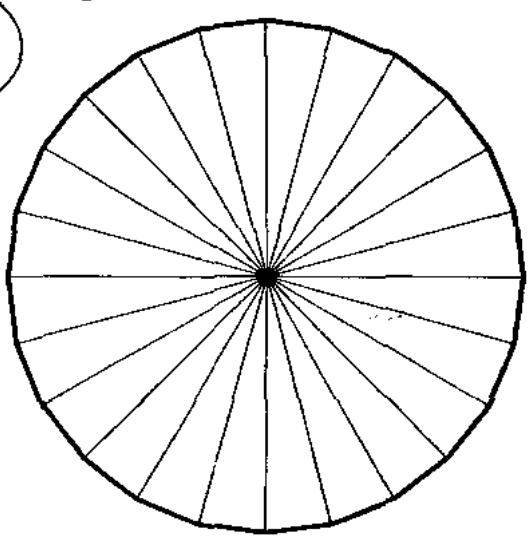
ارشمیدس به دلیل این‌که با کشف قانون اجسام شناور برهنه به خیابان دوید مشهور شده است. او مسألهٔ بی‌نهایت را نه با به کار بردن اعداد بی‌نهایت کوچک بلکه با توقف در حدی که اعداد «به اندازه دلخواه» کوچک شده باشند، دور زد. او افنا و فشردگی را با یکدیگر آمیخت. و با دو برابر کردن پیوسته اضلاع چندضلعی‌ها مقدار $\pi$ را بین $3\frac{1}{7}$ و $3\frac{10}{17}$ برآورد کرد.



روش افنا با یک چندضلعی محاط در دایره شروع می‌کند.



فشردگی یک چندضلعی را بر دایره محیط می‌کند.



ارشمیدس فرزند فیدیاس منجم و همدم میرون، شاه سیراکوز، بود. او در زمان خود به سبب اختراعات شگفت‌انگیزش چون اهرم‌ها و قرقره‌ها بلند آوازه بود.

پلوتارک

*گرچه او هیچ نوشته‌ای دربارهٔ این موضوع‌ها بر جای نگذاشت و ما را رهین منت خودنکرد، اما باتوجه به زشت و نفرت‌انگیز بودن حرفه مکانیک و همه هنرهایی که فایده و کاربردی داشت، او هم بلندپروازی خود را به گمانه‌پردازی‌هایی معطوف کرد که زیبایی و ظرافت‌شان با هیچ آمیزه‌ای از نیازهای روزمره آلوده نشده بود.*

ارتش روم در سال ۲۱۲ قبل از میلاد به فرماندهی مارسلوس سیراکوز را محاصره کرد. رومی‌ها پشت دیوارهای شهر به وسیله دستگاه‌های ابتکاری ارشمیدس ناکام شدند. او از یک آینه سهموی بزرگ برای تمرکز نور خورشید به روی ناوگان دشمن و به اتش کشیدن ان استفاده کرد.

مارسلوس

*او با انبوهی از پیکان‌ها که در یک لحظه بر ما افکند از غولِ صد سرِ اساطیری پیشی گرفت.*

## مرگ تفکر اصیل

ناوگان روم ظاهراً عقب‌نشینی کرد. اما در طول جشن‌های الهه دیانا مخفیانه بازگشتند و دیوار ساحلی را شکستند. در این روز اهالی سیراکوز همگی به ورزش و باده‌نوشی مشغول بودند.

*ارشمیدس اغلب غذا خوردن را فراموش می‌کرد و از جسم خود غافل بود، تا جایی که هر از گاهی با خشونت تمام به حمام‌اش می‌بردند یا بدنش را روغن مالی می‌کردند، او عادت داشت اشکال هندسه را روی خاکستر آتش ترسیم کند و در حالی که به تأمل عمیقی فرورفته بود روی روغن بدنش نمودار می‌کشید.* ــ پلوتارک

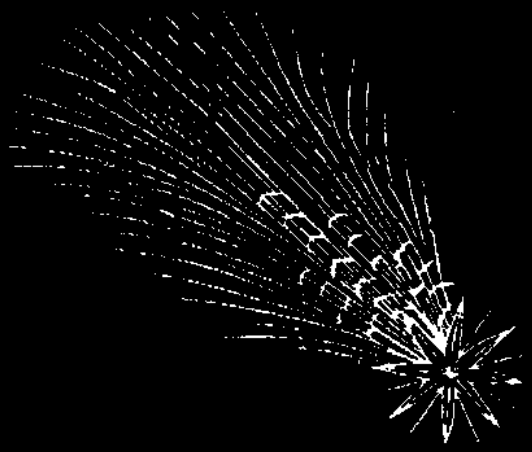
در حالی که شهر غافلگیرانه تصرف شده بود ارشمیدس در حال نوشتن بود که سایه‌ای بر طرحش افتاد.

معروف‌ترین کلام
دم مرگ

این تنها تأثیر رومی‌ها بر تاریخ ریاضیات است. نظریه‌پردازی یونانیان و علاقه‌شان به علوم محض در رهبری اروپا با عمل‌گرایی رومیان جایگزین شد.

هیچ رومی‌ای هرگز سرش را به‌این دلیل که مجذوب یک ایدهٔ ریاضی بود از دست نداد. ــ وایتهد

برتراند راسل



طبیعت و قوانین طبیعت در تاریکی پنهان بود:
خدا گفت «نیوتون باشد» و همه جا روشن شد.

الکساندر پوپ ۱۷۴۴ ـ ۱۶۸۸

## زاده بسیار کوچک

اندکی از نیمهٔ شب کریسمس ۱۶۴۲ گذشته بود که نیوتون پیش از موعد در خانه اشرافی دولستروپ در لینکلن شایر به دنیا آمد.

فیزیک‌دان جنجالی ایتالیا گالیله در همین سال درگذشت.

آن روز در ایتالیای پیشرو، چهارم ژانویه ۱۶۴۲ بود! پاپ به تازگی تقویمی دقیق‌تر را عرضه کرده بود که انگلیسی‌ها از آن بی‌بهره بودند.

# امروز چه روزی است؟

مشکل این بود که سال در تقویم ژولین ۱۱ دقیقه و ۱۲ ثانیه طولانی‌تر بود. در هر ۱۵۰۰ سال، اعتدال بهاری ۱۰ روز جلوتر می‌رفت و عید پاک نیز به سوی تابستان پیش می‌رفت.

ژولیوس سزار ۴۴ ـ ۱۰۵
قبل از میلاد

یک دکتر ناپلی جوابی داشت.

لویجی لیلیو، وفات ۱۵۷۶

پاپ گرگوری سیزدهم

تقویم جدید گریگورین تا سال ۱۷۰۰ در آلمان، دانمارک و نروژ تا سال ۱۷۴۳ و در انگلستان و سوئد، تا سال ۱۸۷۳ در ژاپن و تا ۱۹۱۲ در چین و ۱۹۱۸ در روسیه و ۱۹۲۳ در یونان پذیرفته نشد.

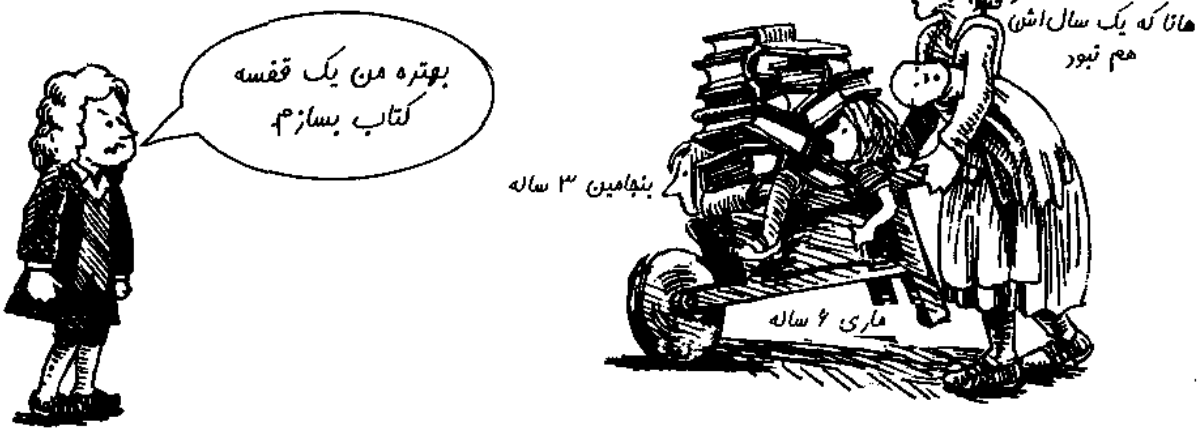
## کودکی نیوتون

کودکی نیوتون با بیماری قرین بود. پدرش، ایزاک، یک دهقان ناتوان، هرزه و ژولیده بود که قبل از تولد او از دنیا رفت.

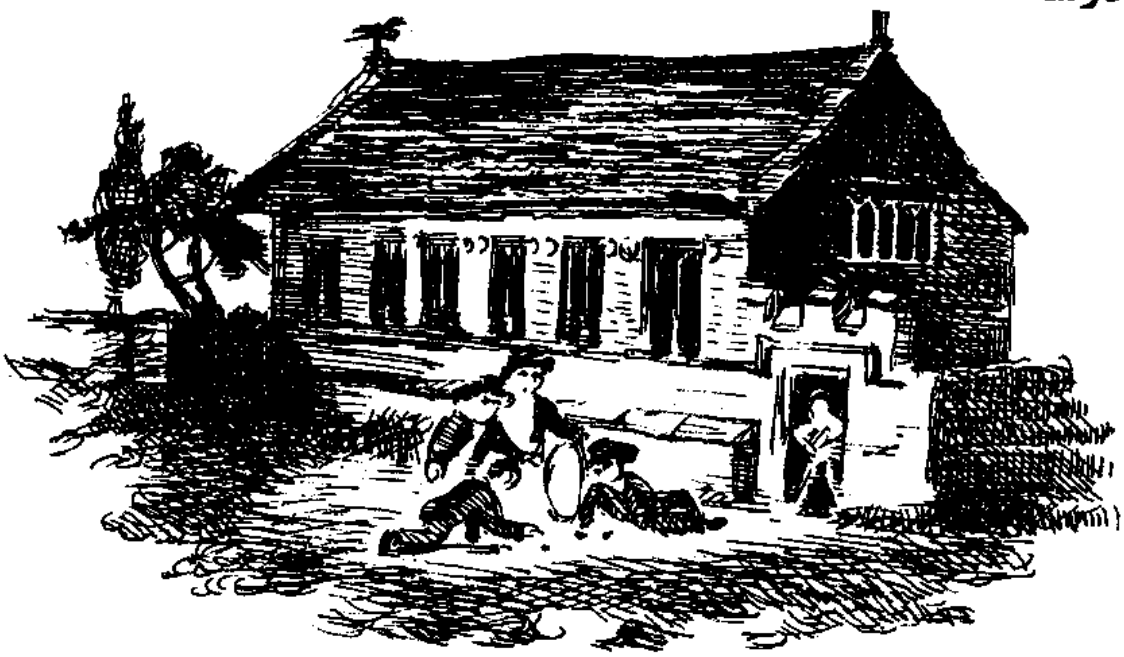
وقتی نیوتون سه ساله بود مادرش هانا دوباره ازدواج کرد. همسر جدیدش، بارناباس اسمیت، کشیش ۶۳ ساله اهل نورث ویتهام بود. هانا به کلیسای او نقل مکان کرد.

ایزاک را در دولستورپ جا گذاشتند تا نزد مادربزرگ مادری‌اش پرورش یابد. اگر پدرش زنده مانده بود او هرگز امکان تحصیل کردن نمی‌یافت.

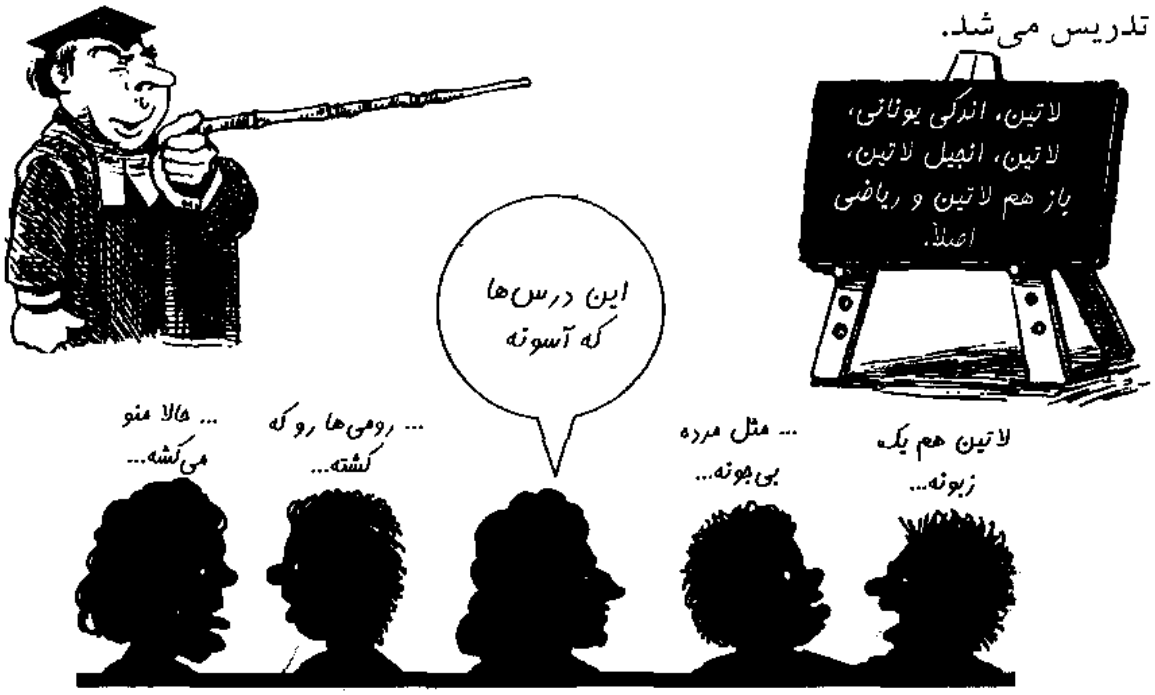
وقتی ایزاک ۱۰ ساله بود اسمیت مرد.



## مدرسه



نیوتون ۱۲ ساله به مدرسه‌ای در گرانتهام فرستاده شد. مدارسِ بدون دستور (Free grammer) شاه ادوارد ششم در قرن چهاردهم بنیان نهاده شده بودند. مدارس دستوری (grammar school) اصطلاحاً آن‌هایی بودند که در آنها غالباً زبان لاتین تدریس می‌شد.

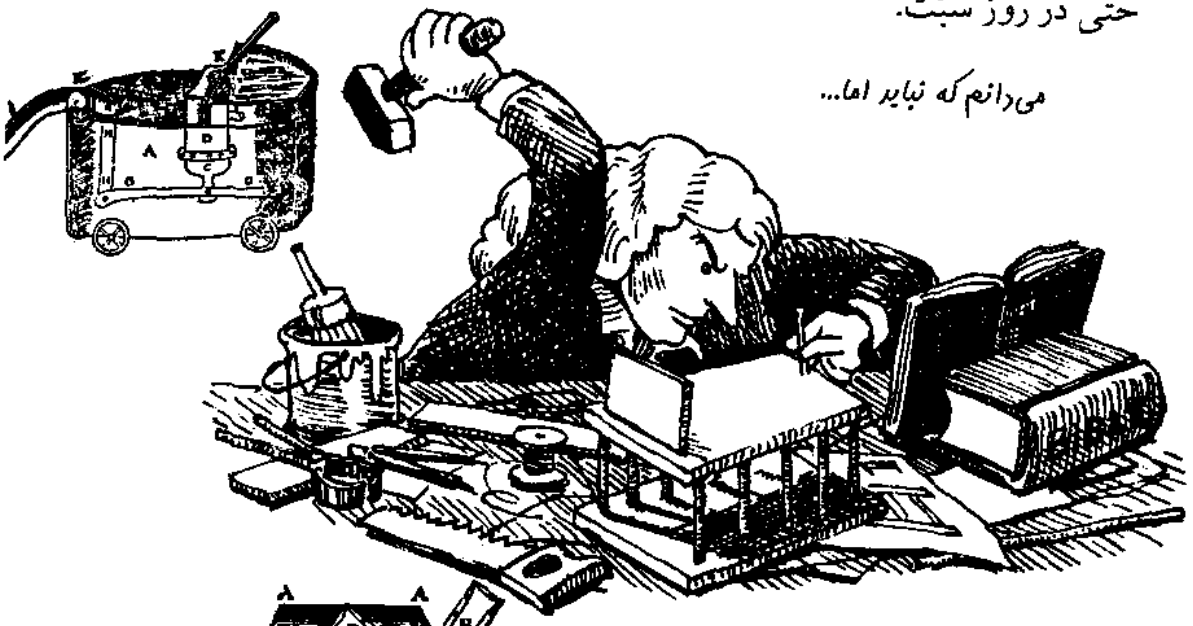


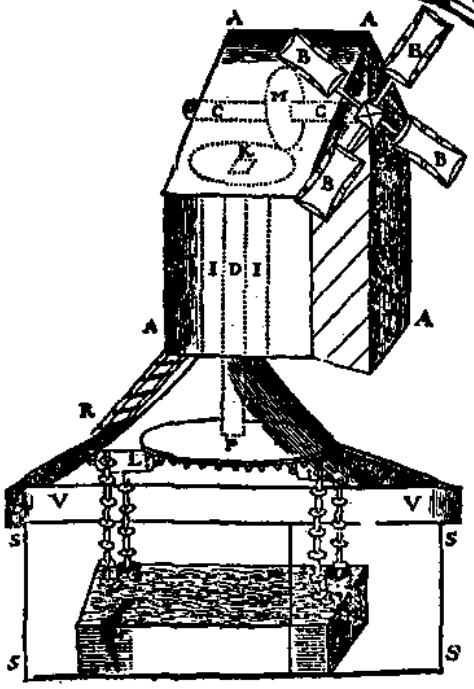

نیوتون ثابت کرد که خودش می‌تواند در ریاضیات پیشرفت کند. اما بدون آموختن لاتین او برای همیشه ناتوان می‌ماند. لاتین زبان بین‌المللی علمی اروپا بود. همهٔ آثار مهم به این زبان نوشته می‌شد. احاطه نیوتون به زبان لاتین، آن‌قدر که می‌توانست آن را به شیوایی انگلیسی بخواند و بنویسد، او را قادر کرد که به موقع خود این کتاب‌ها را بخواند و بعد هم بتواند دستاوردهای خود را با اروپا مبادله کند.

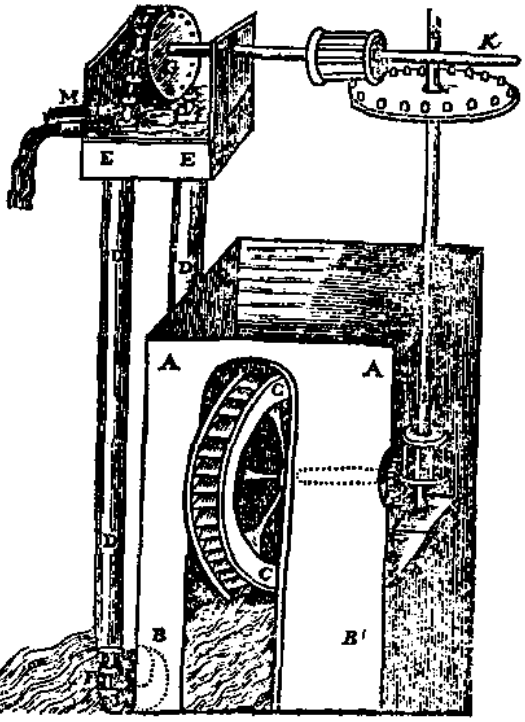
## آسیاب‌های بادی

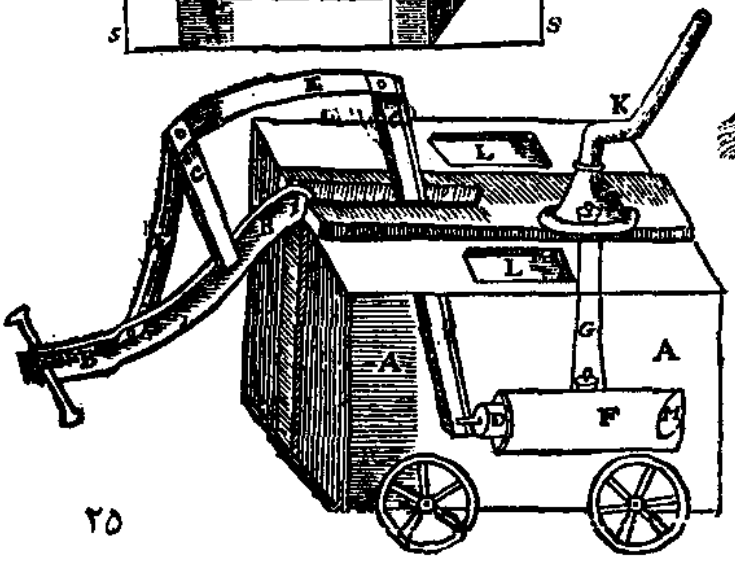
در مدرسه هرگاه نیوتون ذهنش را مشغول درس‌هایش می‌کرد پیشرفت می‌کرد. اما او اغلب از آن‌ها غفلت می‌کرد و «گرایشی افراطی به کارهای مکانیکی» نشان می‌داد، حتی در روز سَبَت.

*می‌دانم که نباید اما...*



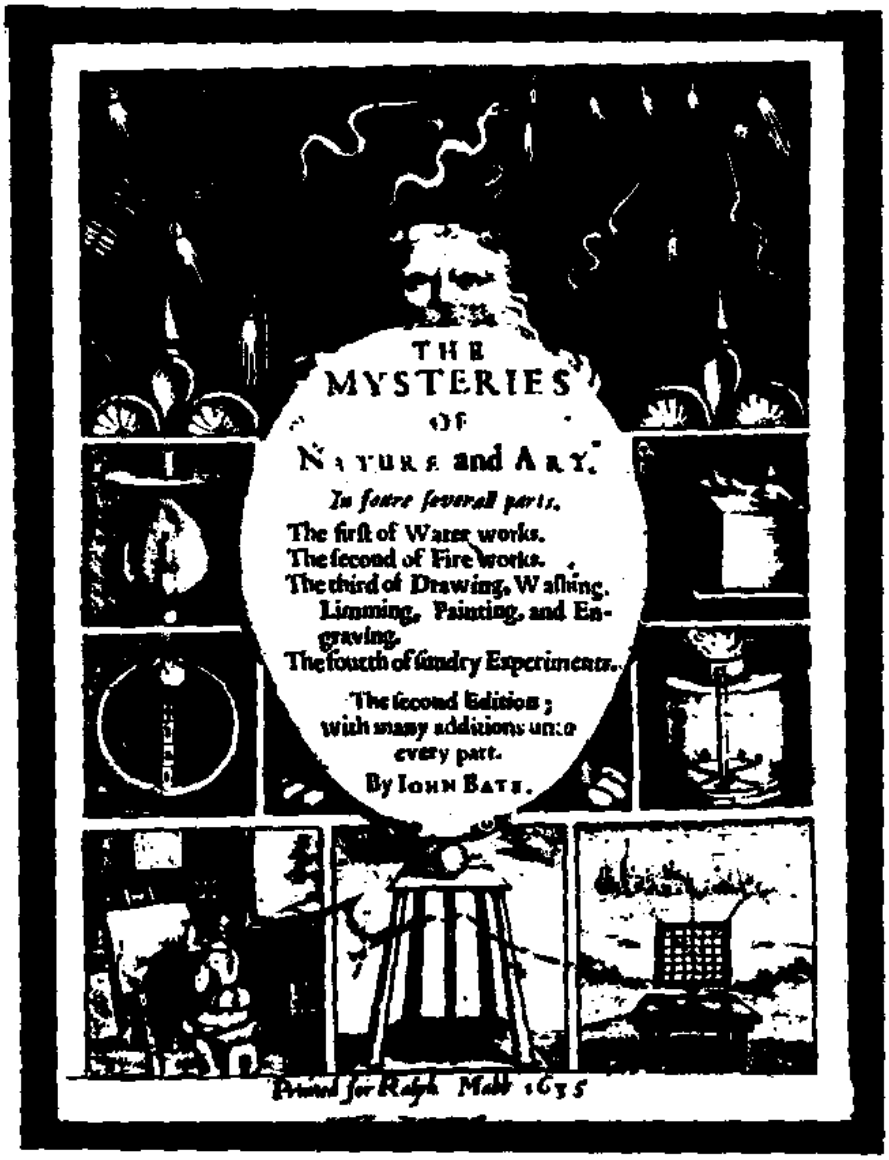






*«او جعبه ابزار کاملی شامل اره، تبر، چکش و غیره داشت و با مهارت بسیار از آن‌ها استفاده می‌کرد».*

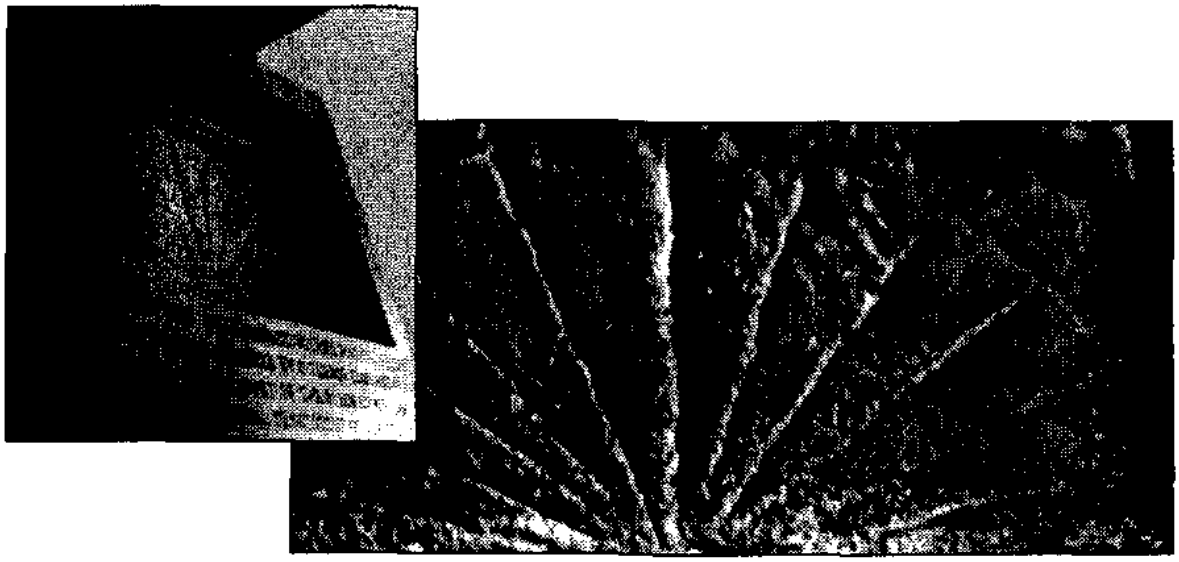
دو کتاب الهام‌بخش نیوتون بودند و بر تمام زندگی او اثری ماندگار گذاشتند. اولین کتاب، *اسرار طبیعت و هنر* نوشتهٔ جان بیت بود. رهیافتی که این کتاب برای او به ارمغان آورد تمام عمر با او ماند: آزمون تجربی، صنعت‌گری، شیمی، تحلیل‌گری و سامان‌دهی مقولات.




دومی کتابی خالی بود، یک دفترچه یادداشت که دو و نیم پنی خریداری شده بود. نیوتون از یک طرف خلاصه‌ای از کتاب بیت و از طرف دیگر فهرست الفبایی از کلمات تحت عناوین مختلف، هنرها، پرنده‌ها، لباس‌ها و غیره را جمع کرد. این نوع سامان‌دهی و طبقه‌بندی منظّم اطلاعات، بعدها در زمرهٔ عادات نیوتون شد. این کتابچه که چون مشتی نمونه خروار است به همراه هزاران چیز دیگر، نحوه ساخت یک ساعت آفتابی را شرح می‌دهد.

## ساعت چند است؟

پشت ارگ کلیسای کلاستورث درون دیوار سنگی قرار دارد.

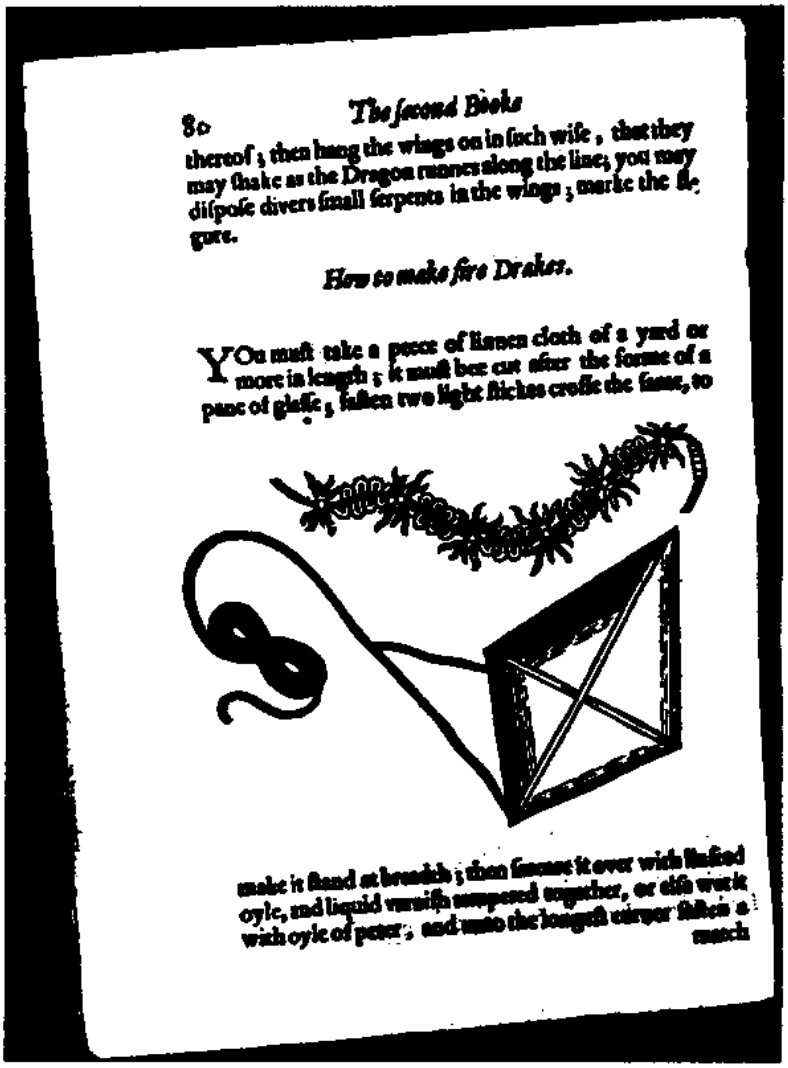


***«نیوتن در سن نُه سالگی با چاقوی جیبی‌اش این ساعت آفتابی را روی سنگ کند.»***

در گرانتهام، نیوتون با آقای کلارکِ عطار همخانه شد. او خانه را از ساعت‌های آفتابی پر کرد.

*او در حیاط خانه برای مشخص کردن «ساعت» و «نیم‌ساعت» که با سایه ساخته می‌شدند میخ‌هایی فرو کرد و پس از سال‌ها مشاهده، سنجه‌های بسیار دقیق به دست آورد.*

شیفتگی نیوتون به حرکت خورشید هرگز از او جدا نشد. در سال‌های کهولت، اگر از او ساعت می‌پرسیدند به جای نگاه کردن به ساعت به سایه رجوع می‌کرد.



80 *The second Books*

thereof ; then hang the wings on in such wise , that they may shake as the Dragon runneth along the line; you may dispose divers small serpents in the wings ; marke the figure.

***How to make fire Drakes.***

YOu must take a peece of linnen cloth of a yard or more in length ; it must bee cut after the forme of a paire of glasse ; fasten two light sticks crosse the same, to

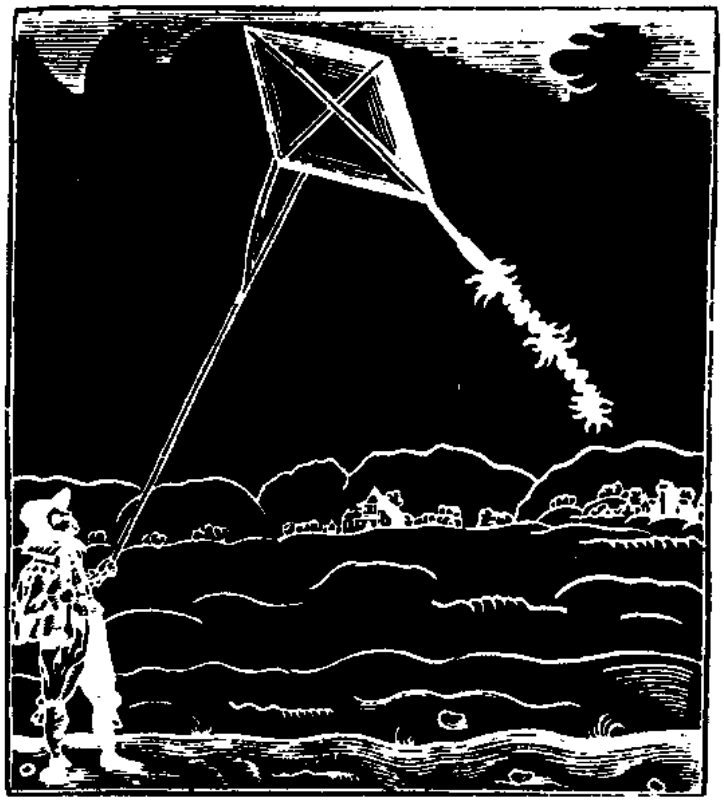
make it stand at breadth ; then smeare it over with linsed oyle, and liquid varnish tempered together, or else wet it with oyle of peter , and unto the length thereof fasten a

much

شما باید یک پارچه کتانی به اندازهٔ یک یارد یا بیشتر، بردارید؛ سپس باید این پارچه را مانند شیشهٔ یک قاب ببرید؛ دو چوب سبک را مانند یک صلیب ببندید، تا بادبادک به صورت افقی قرار بگیرد؛ سپس آن را به مخلوطی از روغن برزک و روغن جلا آغشته کنید، و یا اگر میسر نبود آن را با روغن پتاسیم مرطوب کنید. و به بلندترین زاویه گبریتی را با محلول نیترات پتاسیم تهیه شده، ببندید. شما می‌توانید بر روی آن چندین ترقه و فشفشه ببندید؛ در بین هر کدام از ترقه‌ها و فشفشه‌ها یک دسته تراشه‌های کاغذی ببندید. این تراشه‌ها موجب می‌شود بادبادک بهتر پرواز کند؛ سپس یک طناب نازک با طول کافی به بادبادک ببندید که تا ارتفاع دلخواه شما آن را بالا ببرد و هدایت کند...

# اختراع عجیب

*... سپس کبریت را روشن کنید، و بادبادک را در فضای باز در مقابل باد به پرواز درآورید. هنگامی که کبریت بسوزد ترقه‌ها و فشفشه‌ها آتش خواهد گرفت و انفجارهای متعددی را در هوا به نمایش خواهد گذاشت و به محض این‌که آتش به فیوز برسد پارچه آتش خواهد گرفت که این بسیار عجیب و ترسناک به نظر خواهد رسید.*



هنگامی که تاریکی فرا می‌رسید ایزاک پنهانی بیرون می‌آمد و بادبادک انفجاری‌اش را بر فراز دهکده به پرواز در می‌آورد...

*... بادبادک همه ساکنین مجاور آن منطقه را برای مدتی به شدت می‌ترساند و موجب می‌شد در بازارهای روز و در قهوه‌خانه‌ها مردم دائماً راجع به آن صحبت کنند.*

## نوجوان ساکت و جدی

بعدها دوشیزه استورر نادختری عطارکه نیوتون برای او و دوستانش عروسک می‌ساخت، مدعی ماجرایی عاشقانه با نیوتون نوجوان شد.

با این وجود او نازک نارنجی نبود. خانم استورر دعوایی بین برادر خود، آرتور، و ایزاک جوان را به یاد می‌آورد.

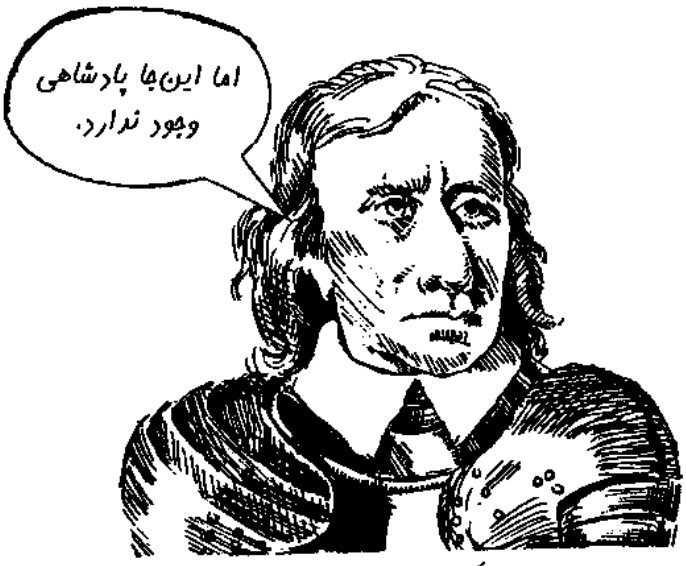
گرچه او به اندازه حریفش نیرومند نبود اما صیانت و اراده‌اش بسیار بیشتر بود به طوری که او راکتک زد. ایزاک مثل انسان‌های بزدل، گوش‌های حریف را گرفت و در مقابل کلیسا صورتش را به خاک مالید و بینی‌اش را به دیوار کوبید.

پیگیری مشاجرات تا به آخر و کوبیدن بینیِ رقبا به دیوار یکی دیگر از مشخصه جاودانی او شد.

اما رفتار معمول او با دیوار، نقاشی کردن رویِ آن بود: پرنده، انسان، کشتی، جان دان، مدیر مدرسهٔ، ستاکس، دایره و مثلث و پادشاه چارلز اول.

## نخستین آزمایش

کودکی نیوتون در دوران سلطهٔ دیکتاتوری نظامی ــ یعنی حکومت ارتش جدید پیوریتن کرامول ــ سپری شد که تحت عنوان جنگ‌های داخلی شناخته می‌شود. آنها بر این نظر بودند که حاکمیت در انگلستان باید از آن پارلمان باشد و نه پادشاه. اما وقتی سلطنت‌طلبان را در جنگ شکست دادند، کرامول پارلمان را منحل کرد.




اولیور کرامول ۱۶۵۸ ـ ۱۵۹۹

روز مرگ کرامول طوفانی سهمگین انگلستان را درنوردید. مردم روستایی گفتند ابلیس بر طوفان سوار شده است تا روح کرامول را باز گرداند. ایزاک از جا پرید اما نه از خوشحالی. او با جست زدن‌های گوناگون در طوفان و مقابل آن نیروی آن را اندازه‌گیری کرد.

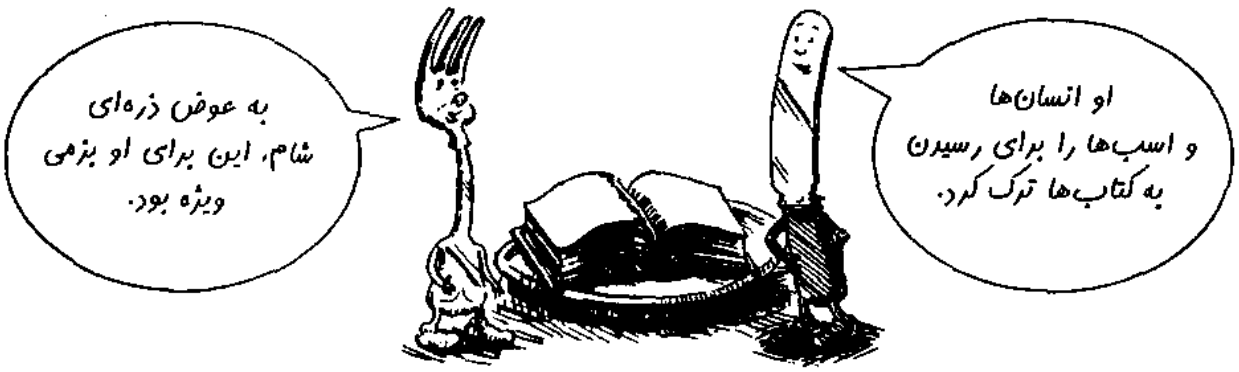
*همکلاسی‌هایش عموماً چندان با او مهربان نبودند، او در همه چیز از آنها چیره‌دست‌تر بود. هر چه بیشتر می‌فهمید کمتر احترام می‌یافت.*

و از همه بدتر، مادرش بود که بالاخره او را از مدرسه بیرون آورد.

## کارگر دون پایه

وقتی نیوتون ۱۷ ساله بود، خانواده‌اش سعی کرد از او یک کشاورز بسازد.

در روزهایی که به بازار روز می‌رفتند او خدمتکارش را متقاعد می‌کرد که کارها را انجام دهد و خود به خانه داروفروش جایی که مقدار زیادی کتاب بود پناه می‌برد. کتاب‌ها را برادر عطار، دکتر کلارک، یکی از شاگردان هنری مور در ترینیتی کالج کمبریج جای گذاشته بود.




او حتی پرونده‌ای هم پیدا کرد.

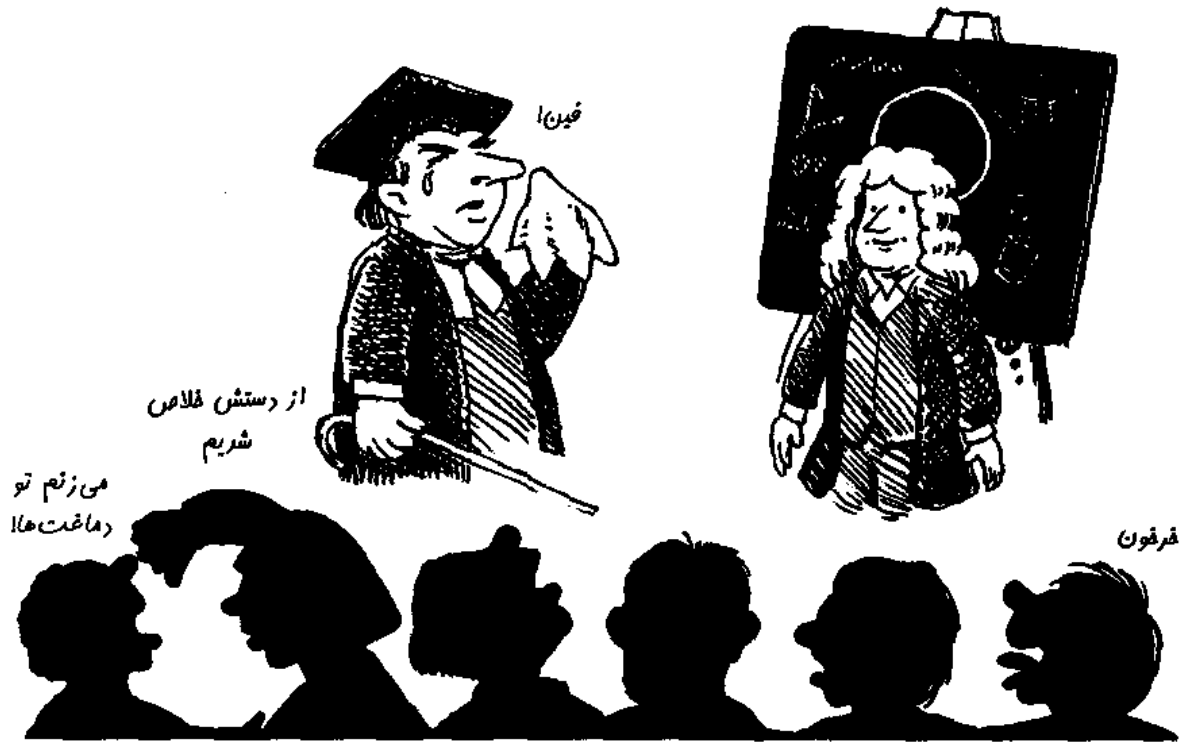
شما ۳ شلینگ و ۴ پنی برای ۲۳ مورد خسارت که گوسفندان با شکستن نرده‌هایی به طول ۲۰۰ متر وارد کرده‌اند جریمه می‌شوید. به علاوه دو تا یک شلینگ دیگر هم جریمه می‌شوید یکی به خاطر ورود غیرمجاز گرازهای‌تان به مزرعهٔ ذرت و دیگری برای خسارت غیرقابل جبرانی که به حصار آن وارد کرده‌اند.

## عزیزدردانهٔ معلم

ایزاک به طور فزاینده‌ای حواس‌پرت، کج‌خلق و جنجال‌برانگیز می‌شد. سرانجام عمویش ویلیام و آقای ستاکس مدیر مدرسه، مادرش را متقاعد کردند او را دوباره به مدرسه‌ای در گرانتهام باز گرداند. تا برای رفتن به دانشگاه آماده شود.

در آخرین روز مدرسه او را چون الگویی درخشان برای سرمشق سایرین معرفی کردند.

*اکنون خلاقیت او به سرعت رشد می‌کرد و با بیشترین قدرت نمایان می‌شد. او خصوصاً در به نظم کشیدن جملات سرآمد بود. در هر کاری که انجام می‌داد در حد استعداد بارور خود کار جدید کشف می‌کرد و حتی از حد انتظاری که من از او دارم فراتر می‌رفت...*



## بازگشت

در طول آخرین ماه اقامت نیوتون در لینکلن‌شایر، ناقوس‌های کلیسا بازگشت سلطنت را اعلام کردند. سیاست‌های جمهوری‌خواهانه به همراه کرامول مرده بود. قراردادی میان بازرگانان شهری و مالکان منعقد شده و سلطنت در جامهٔ فرزند چارلز اول، کسی که او را چارلز دوم نامیدند، اعاده شد. اما قدرت پادشاه اکنون به شدت محدود شده بود. به عنوان مثال شاه دیگر نمی‌توانست مالیات را خود وضع کند یا خودسرانه کسی را توقیف کند.

چارلز اول، پادشاهی با قدرت خدایی

چارلز دوم، با نوعی رفعت از مالکان و تجار

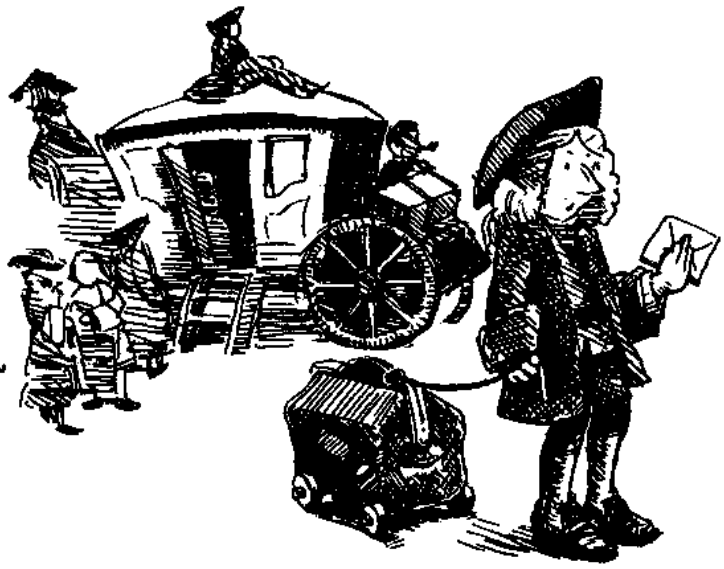
همه مردم از پایان قوانین پیورتین‌ها شاد شدند.

## کمبریج در هرج و مرج

ایزاک صلح و صفای روستایی لینکلن‌شایر را به قصد ترینیتی کالج کمبریج ترک گفت. او تا از راه رسید دانشگاه را در جنجال یافت. این جا کمبریج‌خانه پروتستانیسم بود درست مثل آکسفورد که خانه سلطنت‌طلبان بود. در زمان کرامول همه سران و پیروان سلطنت‌طلبان بیرون رانده شده بودند. اکنون آنها با احترام باز می‌گشتند و ناگهان کلاه‌های گرد پروتستانی با کلاه‌های سنتی تخت‌چسبان جایگزین شدند.

۱۹۵۹

۱۶۶۰



دانشگاه چگونه با جوانک ۱۸ ساله‌ای مواجه شد که درخشان‌ترین دانشجو در تاریخ دانشگاه بود.

## بورسیه

از ایزاک به عنوان بورسیه هنری بابینگتون ثبت نام شد. بابینگتون برادر خانم کلارک، همسر عطار، بود. او مردی قدرتمند و یکی از هشت عضو فرهنگستان بود که ترینیتی کالج را اداره می‌کردند.

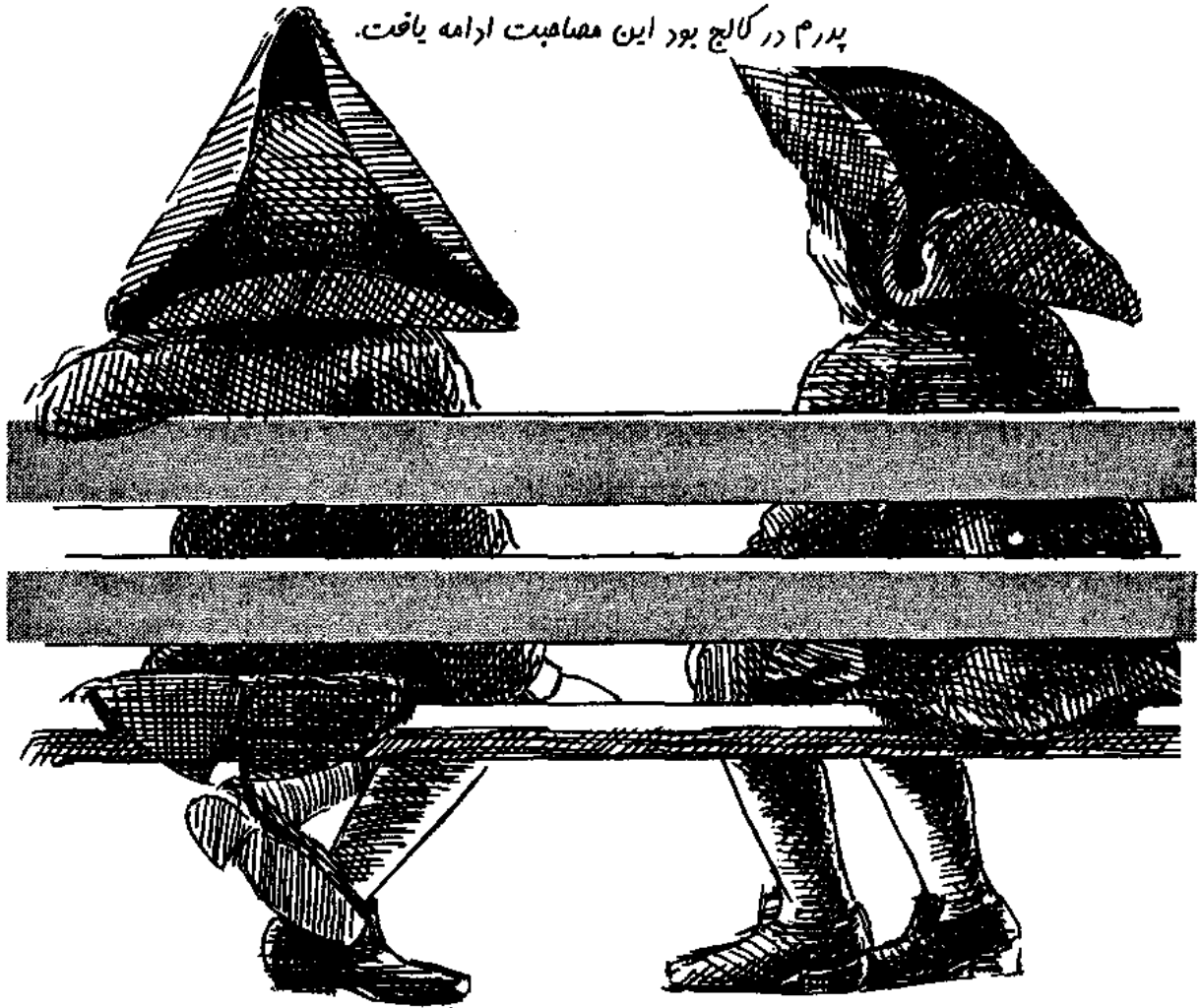
بورسیه‌ها، دانشجویان فقیری بودند که دون‌پایه‌ترین سطح زندگی دانشگاهی را داشتند. آنان چون پیشخدمت‌ها انجام وظیفه می‌کردند. دانشجویان دیگر ترجیح می‌دادند جز برای خرده‌فرمایش‌های‌شان کاری به کار آنها نداشته باشند. در سالن غذاخوری آنها تنها اجازه داشتند ته‌مانده‌ها را بخورند.

خوشبختانه بابینگتون تنها پنج هفته در سال در کالج اقامت داشت و نیوتون وقت زیادی برای پیشرفت کردن داشت. هرچند که گاهی مطالعاتش توسط هم‌اتاقی شیطانش آشفته می‌شد. در ۱۸ سالگی سن نیوتون چهار سال از سن متوسط سایر دانشجویان که غالباً وقت خود را به میگساری می‌گذراندند، بیشتر بود.

## رفقا

در اینجا نیکلاس ویکنس اولین روزهای اقامت پدرش در ترینیتی کالج و یک ملاقات مهم را شرح می‌دهد.

*اولین هم‌اتاقی پدرم نسبت به او بسیار بداخلاق بود، او روزی برای قدم زدن به جای خلوتی رفته بود که آقای نیوتون را تنها و محزون یافت. پس از شروع گفتگو آنها دلیل خلوت‌گزینی‌شان را یکسان دیدند و بی‌درنگ قرارگذاشتند از مصاحب‌های دمدمی مزاج کنونی خود، خلاص شوند و با یکدیگر هم‌اتاقی شوند و به محض اینکه توانستند این کارِ رضایت‌بخش را انجام دادند و تا زمانی‌که پدرم در کالج بود این مصاحبت ادامه یافت.*

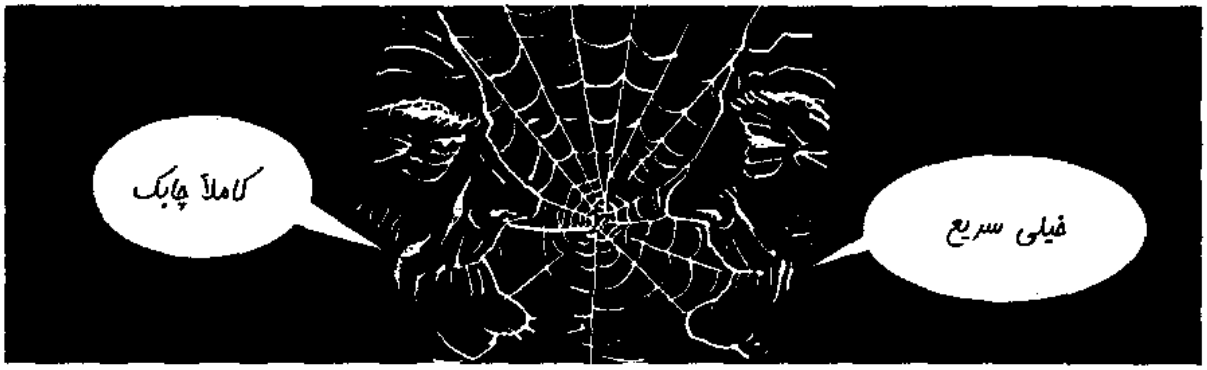


آن دو کاشانه‌شان را برای مدت بیست سال با یکدیگر تقسیم کردند. ما دربارهٔ ویکنس چیز زیادی نمی‌دانیم جز این که او برای نیوتون یک دوست بسیار با ارزش بود. او نه تنها کارهای روزمره را انجام می‌داد که در آزمایش‌ها و نوشتن روتوشت‌ها نیز نیوتون را یاری می‌داد. به هر حال در ۲۸ سالی که نیوتون در ترینیتی کالج زندگی کرد، ویکنس تنها دوست واقعی‌اش بود. با آرام گرفتن خانه، زمان پیشرفت در مطالعه فرارسیده بود.

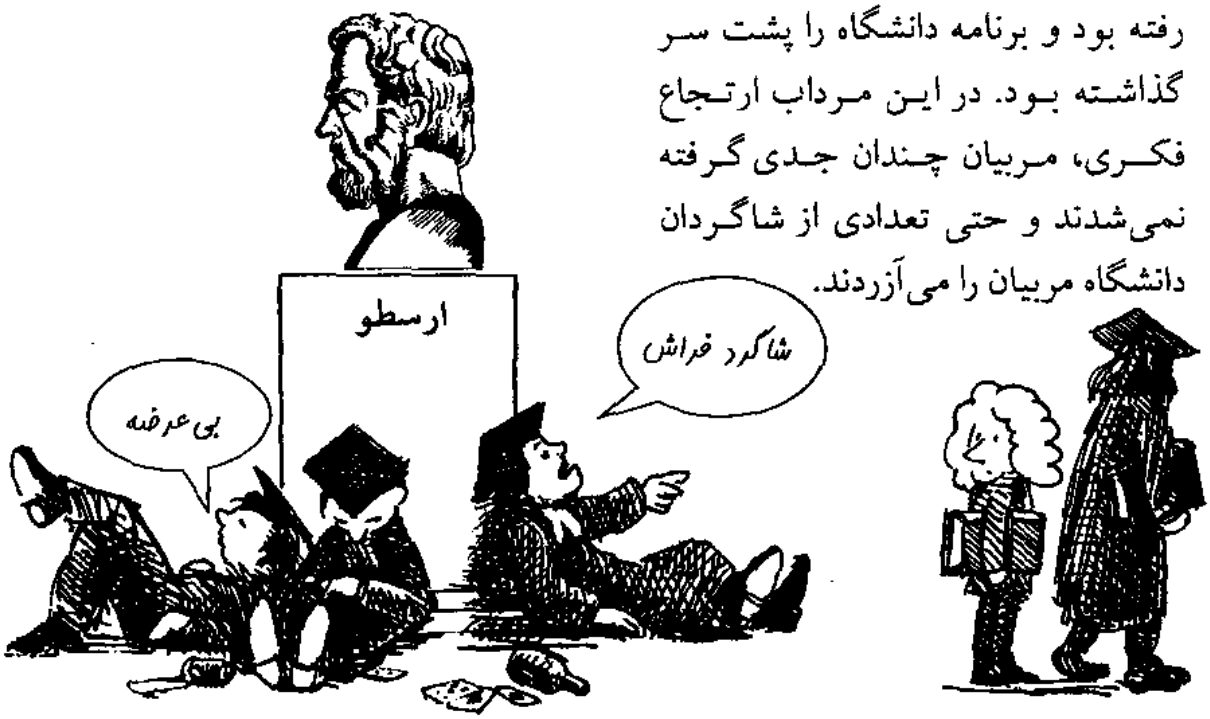
## برنامه آموزشی

جدیدترین برنامه رسمی آموزش کمبریج، براساس قانونی تنظیم شده بود که از یک قرن پیشتر ابلاغ شده بود. این برنامه با منطق (ارسطویی)، اخلاق (ارسطویی)، و معانی و بیان (ارسطویی) به عنوان پایه‌ای برای مطالعه فلسفه ارسطویی شروع می‌شد و مباحثه ارسطویی ترجیحاً با نقل قول از ارسطو به زبان خود او خاتمه می‌یافت.

ارسطو اهل استاگیرا ۳۲۲ ـ ۳۸۴ قبل از میلاد




اما در سال ۱۶۶۱ کمبریج دیگر جای پیشرفته‌ای نبود. فلسفه اروپایی پیش رفته بود و برنامه دانشگاه را پشت سر گذاشته بود. در این مرداب ارتجاع فکری، مربیان چندان جدی گرفته نمی‌شدند و حتی تعدادی از شاگردان دانشگاه مربیان را می‌آزردند.



## عقل سلیم

چشم‌انداز جهانی که توسط ارسطو ارائه شده بود ۲۰۰۰ سال قدمت داشت ــ و نادرست بود. این نظریه به آن علت بیش از اندیشه‌های دیگر یونانیان باستان که به واقعیت نزدیکت‌تر بودند به حیات خویش ادامه داد یافت که با معناتر از آنها به نظر می‌رسید.

ارسطو

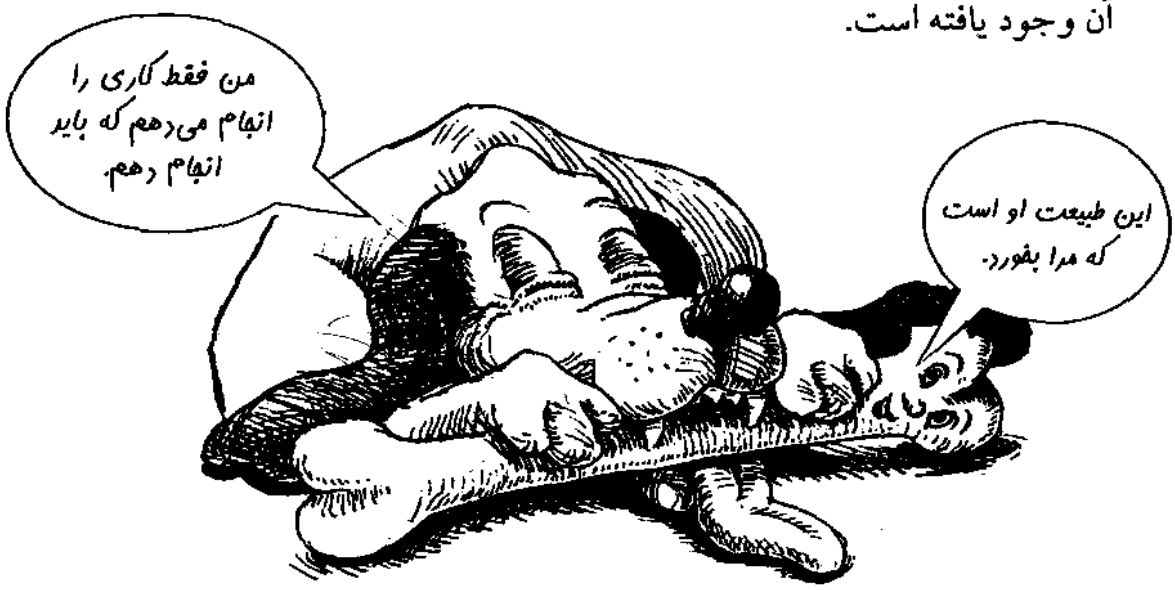
آریستارخوس معتقد به خورشید مرکزی، ۲۳۰ ـ ۳۱۰ قبل از میلاد

چون هیچ‌کس به فضا پرتاب نمی‌شد مردم فکر کردند ارسطو باید محق باشد، مخصوصاً هنگامی که او از افکارش با نظریه پیچیده حرکت پشتیبانی کرد. او می‌گفت آنچه اجسام را به حرکت وامی‌دارد میل آن‌ها به بازگشت به «مکان طبیعی» خود است.

فرانسیس بیکن، ویکنت سنت آلبان و متفکر در این زمینه‌ها

## فیزیک

لغت فیزیک از **فیزیس** یونانی گرفته شده که به معنای **طبیعت** است ــ اما نه بدان‌گونه که ما آن را درک می‌کنیم؛ طبیعتِ یک شیء، غایت و دلیلی است که شیئی به خاطر آن وجود یافته است.




وقتی که یک سگ استخوانی را می‌قاپد، سگ حرکت می‌کند در حالی‌که استخوان ساکن می‌ماند و حرکت هدفی دارد: ارضای فیزیس یا طبیعت سگ.

جهان به دو حوزه مجزا تقسیم می‌شود. در جهان زیرین که به اصطلاح عالم تحت‌القعر نامیده می‌شود **حرکت طبیعی** به صورت خطی مستقیم به سوی مرکز زمین است به عنوان مثال هنگامی که گلوله توپ شلیک می‌شود تا وقتی که هرز برود خطی مستقیم (**حرکت قسری**) را طی می‌کند و آن‌گاه به صورت عمودی به مکان طبیعی‌اش پناه می‌برد. (**حرکت طبیعی**).

## کره‌های بلورین

سیارات، ستاره‌ها، خورشید و ماه در آسمان هستند. حرکت طبیعی آن‌ها دایره‌ای، کامل، ممتد و نامتناهی است. هر سیاره به کره‌ای چرخان و بلورین که گرد زمین ساکن است متصل شده تلفیق کره‌ها درون کره‌های چرخان در جهت‌های مختلف، مسیرهای پیچیده سیارات در آسمان را می‌سازد.

آلفونسو دهم ۸۴ ـ ۱۲۲۱

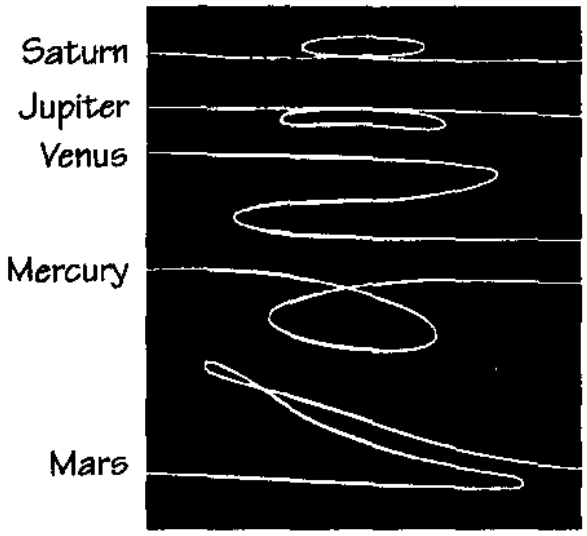
آتن در زمان ارسطو یک دموکراسی بود اما این وضع پایدار نماند. شهروندان می‌توانستند وقت‌شان را صرف تفکر کنند زیرا بردگان سایر کارها را انجام می‌دادند. این امر ضررهایی به همراه داشت. طرد مشاهدات دقیق و اندازه‌گیری، «فلاسفه طبیعی» باستانی را از «دانشمندان طبیعی» جدا می‌کرد؛ همان‌هایی که هرچند عقایدشان رسماً تدریس نمی‌شد اما هنگام ورود نیوتون به کالج، دیدگاه‌های‌شان بر جو علمی آن غالب بود.

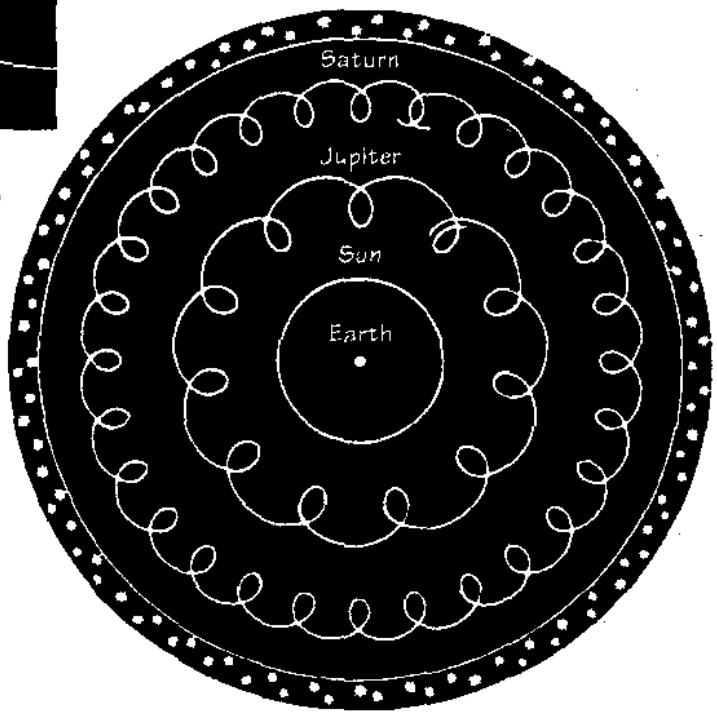
کوپرنیک که حرکت جدیدی را آغاز کرد خود یک مدرسی قدیمی بود.

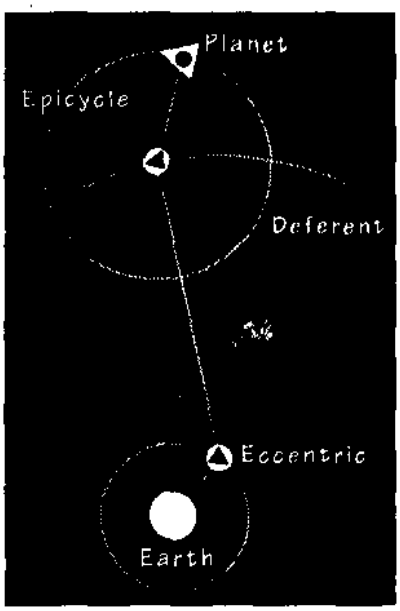
# ستاره‌های سرگردان

کلودیوس بطلمیوس ۱۹۰ـ۱۲۰ بعد از میلاد

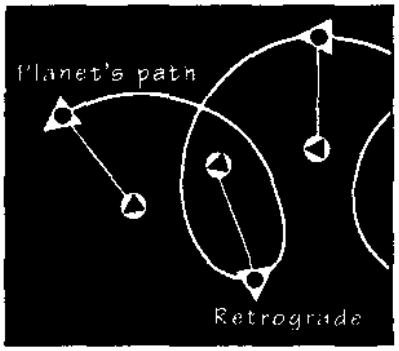
لغت سیاره (Planet) از زبان یونانی می‌آید در معنای «سرگردان‌بودن» است. و سرگردانی‌اش به این صورت است که گاهی در مسیر عادی رو به شرق به صورت ساکن معلق می‌ماند و یا حتی در مسیرهای عجیب حلقوی به عقب باز می‌گردد. (حرکت قهقرایی).




بطلمیوس در اسکندریه با الگویی که ستاره‌شناسان را قادر می‌ساخت «حفظ ظاهر» کنند، کیهان‌شناسی یونانی را کامل کرد. و با نظامی پیچیده از مدارهایی درون مدارها، مسیرهای نامنظم سیارات را منحصراً به صورت مسیرهایی دایره‌ای بازسازی کرد.



## آرایش مناسب

*من اغلب می‌خواستم*
*بدانم که آیا ممکن*
*است آرایش مناسب‌تری برای*
*این مدارها یافت یا نه.*

نیکلاس کوپرنیک از اینکه سیاراتِ الگوی بطلمیوس با سرعت متفاوتی حرکت می‌کردند ناخشنود بود. او با ارسطو در این مورد موافق بود که سیارات باید با سرعت ثابت در دایره‌های کامل حرکت کنند.

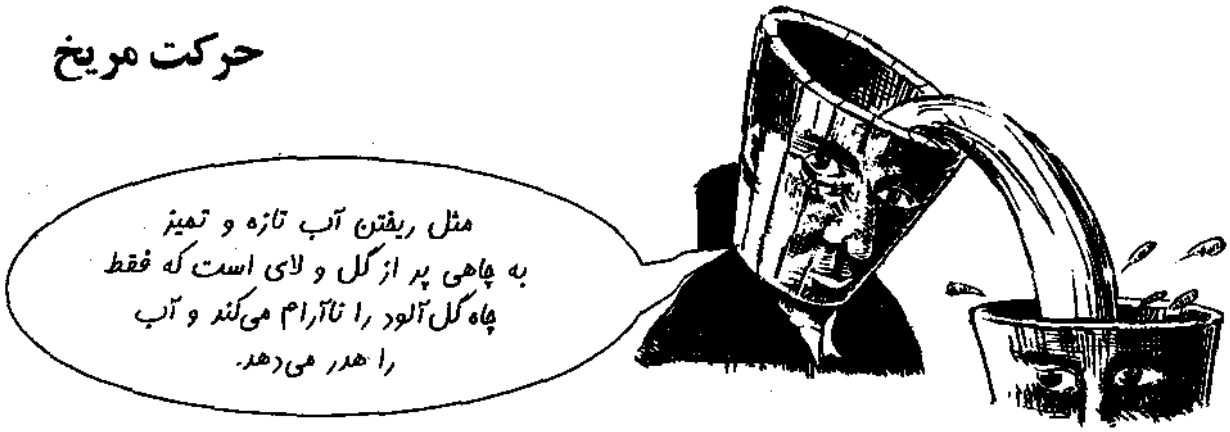
*نیکلاس کوپرنیک ۱۵۴۳ ـ ۱۷۴۳*

منجم لهستانی بیش از یک طالع‌بین نبود و به طور متوسط در سال حتی یک رصد هم انجام نمی‌داد. زمانی‌که در دانشگاه بولونیا بود از نظریه آریستا خورس دربارهٔ حرکت زمین به دور خورشید مطلع شد. همهٔ نوشته‌های آریستاخورس از میان رفته بود. اما ایده او بدان سبب که ارسطو زمانی را صرفِ نظریه‌اش کرده بود، باقی‌مانده بود.

اگر سیارات بجای زمین گرد خورشید می‌چرخیدند حرکت قهقرایی آنان به سادگی قابل توضیح بود. اما برای سازگار کردن این سیستم با مشاهدات، کوپرنیک مجبور به استفاده فراوان از افلاک تدویر و حامل بطلمیوس بود.

سیستم او برای توضیح رقص سیارات به ۴۶ مدار تدویر نیاز داشت که در مقایسه با ۲۷ مدار بطلمیوس، نمی‌توان آن را ساده نامید. علاوه بر اینکه خورشیدْمرکز هم نبود. مرکز کیهان در الگوی او در مرکز مدار زمین به نقطه‌ای در اندک فاصله‌ای از خورشید، قرار داشت. اما او الهام‌بخش دیگران برای یافتن جواب واقعی بود.

# حرکت مریخ




کوپرنیک از ترس مناقشه احتمالی برای مدت ۳۰ سال کتابش را مخفی کرد. اما شایعات منتشر می‌شوند. در سال ۱۵۳۹ یک پروفسور جوان ریاضی و نجوم به نام رتیکوس در خانه کوپرنیک در فرائبورگ حضور یافت تا شخصاً کتاب او را ببیند.

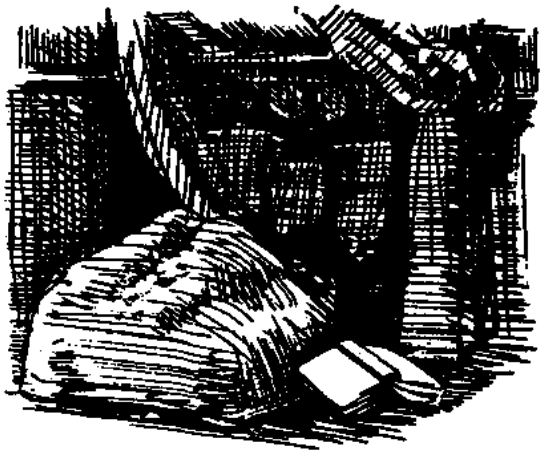
جورج جاکیم رتیکوس، ۷۶-۱۵۱۴

رتیکوس اجازه یافت دست‌نوشته را بخواند. ۱۰ هفته برای «مطالعه کامل آن» زحمت کشید. مریخ فوق‌العاده بغرنج بود. رتیکوس طلب کمک کرد. فرشته‌ای ظاهر شد موهایش را محکم چنگ زد و سرش را متناوباً به سقف و زمین کوبید و گفت حرکت مریخ این‌گونه است. رتیکوس ترسان اما مصمم چاپ کتاب را در نورمبرگ بر عهده گرفت. اما در نیمه راه سربازان او را دستگیر کردند.

## دربارهٔ گردش

انتشار کتاب را اوزیاندر، کسی که مشترکاً لوتریانیسم را بنیان گذاشت، عهده‌دار شد. و خود مقدمه‌ای به آن افزود...

*«اجازه ندهید کسی از نجوم چیزی قطعی انتظار داشته باشد مبادا که احمق‌تر از زمانیکه به این مطالعه وارد شده است از آن جدا شود.»*



کوپرنیک اولین نسخه کتاب را از ناشرش در بستر مرگ دریافت کرد. مقدمه به سلامتی او کمکی نکرد و او نه تنها مطالعات نجوم که دنیا را نیز ترک گفت. ترس کوپرنیک از انتشار کتاب و مناقشات بی‌مورد بود زیرا اولین چاپ کتاب هرگز فروخته نشد. نظریه او پاپ را حتی اندکی ناراحت نکرد اما عقل سلیم لوتر را رنجاند.

یک منجم جدید می‌خواهد ثابت کند که به جای آسمان، خورشید و ماه، زمین حرکت می‌کند و می‌چرخد. درست مثل کسی که در کالسکه حرکت می‌کند و می‌پندارد او هنوز نشسته و ساکن است در حالیکه زمین و درختان حرکت می‌کنند. مسخره است.

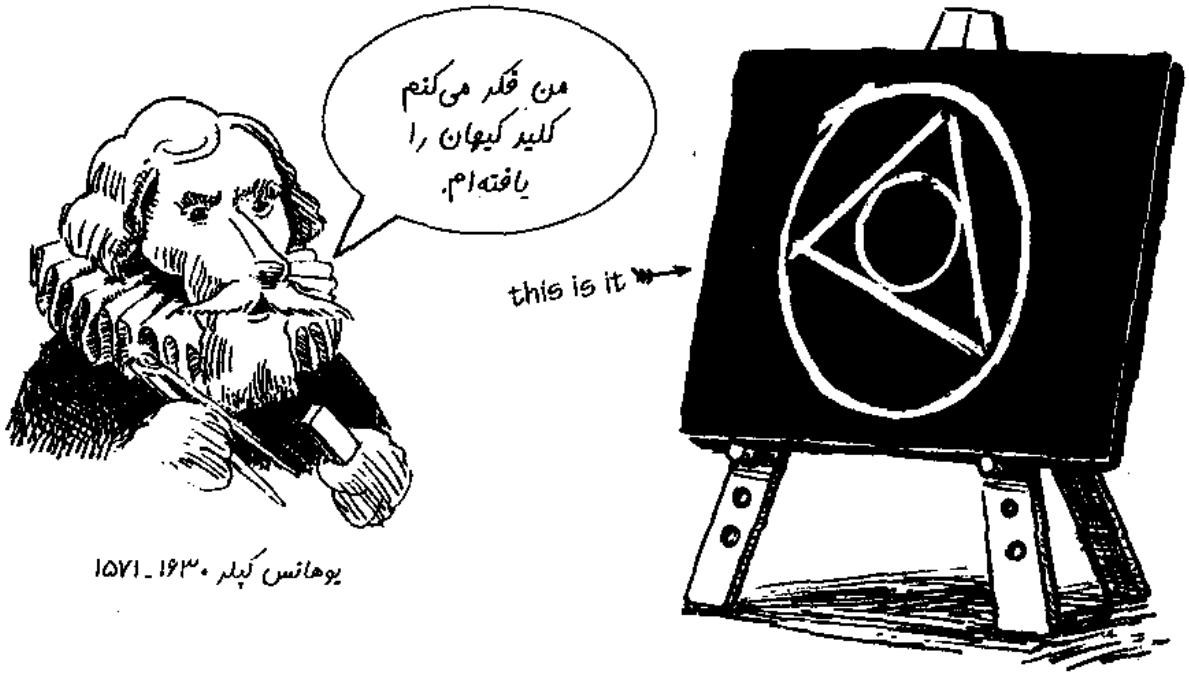
مارتین لوتر ۱۵۴۶ ـ ۱۴۸۳

او دقیقاً نظریه نسبیت را تبیین و سپس رد کرد.

کتاب کوپرنیک، یعنی دربارهٔ گردش کره‌های افلاکی، کتابی انقلابی نبود. کوپرنیک ابداً سعی در ردِّ ارسطو و بطلمیوس نکرد، بلکه تلاش نمود آنها را نجات دهد. اما اهمیت کار او در این بود که برای اولین بار الگویی ارائه داد که در آن زمین در حرکت بود؛ نظریه اشتباه بود، اما این از اهمیت آن نمی‌کاست.

## کلید

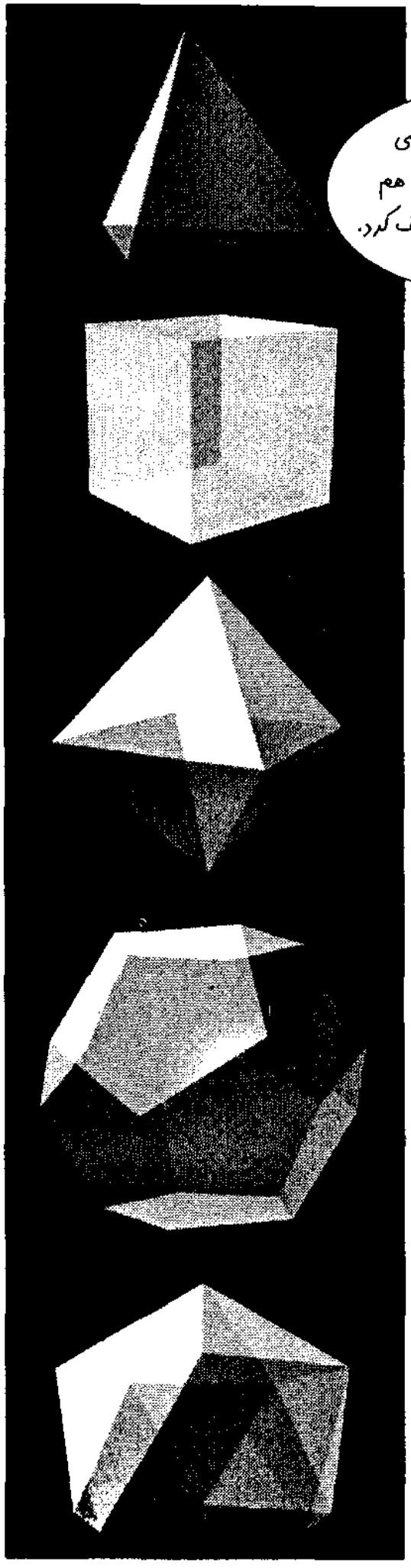
در میان معدود کسانی که دقیقاً کتاب کوپرنیک را خواندند یک منجم آلمانی بود.




یوهانس کپلر زودتر از موعد متولد شده بود و کودکی بود رنجور، نزدیک‌بین و آستیگمات. او از دل‌درد دائم و مشکلات کبد، بواسیر، کهیر، گری و کرمک در عذاب بود. او فکر می‌کرد یک سگ است.

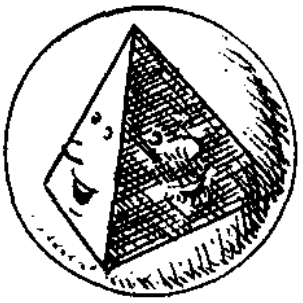
علاقه کپلر به کیهان خیلی زود نمایان شد. قبل از این‌که ۹ ساله شود یک ستاره دنباله‌دار و یک ماه‌گرفتگی را دید. او اغلب از این‌که تنها ۶ سیاره وجود دارد شگفت‌زده بود و در ۹ جولای ۱۵۹۵ دلیل آن را یافت.

# اجسام کامل

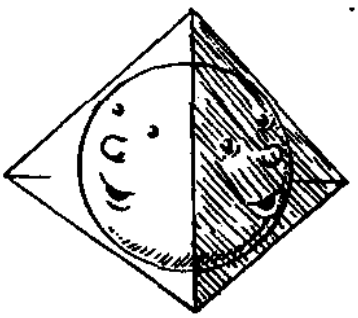


فیثاغورث حجم‌های
خفایی را که در کنار هم
فضا را پر می‌کردند کشف کرد.

این‌ها اجسام کاملی بودند که وجودشان هم‌سان و منظم بود. قوانین هندسی تعداد این اجسام را به ۵ تا محدود می‌کند.



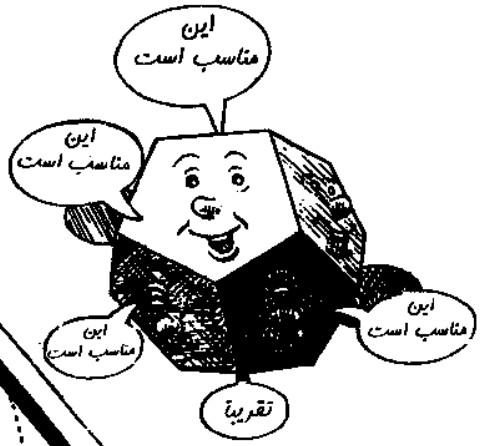
یک جسم کامل، که کاملاً متقارن است، می‌تواند درون یک کره قرار گیرد در حالی‌که هر گوشه آن روی سطح داخلی کره باشد.

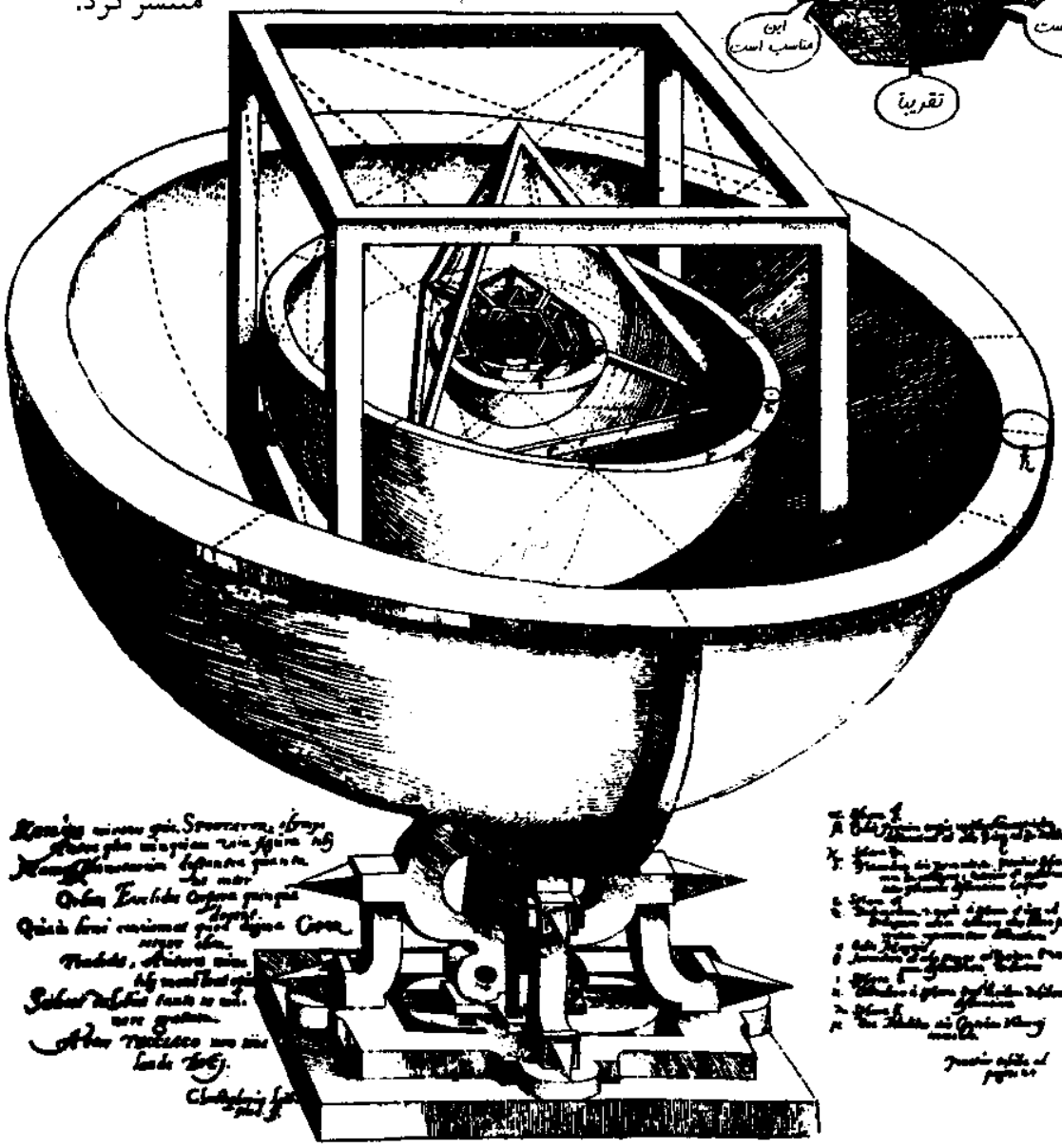


همچنین یک جسم کامل می‌تواند بر کره‌ای محاط شود که مرکز آن در مقابل مرکز هریک از وجوه جسم قرار دارد.
کپلر به این اندیشه دست یافت که می‌تواند پنج جسم کامل را بین ۶ مدار سیارات قرار داد.

## این مناسب است

در سن ۲۶ سالگی کپلر معمای کیهانی را حل کرد و یافته‌هایش را در کتاب *راز کیهانی* (Mysterium Cosmoyraphicum) منتشر کرد.



منجمی پیرو مکتب قدیمی بر چنین تخیل زیبا و موفقی تکیه می‌کرد، اما کپلر می‌خواست روشی کاملاً مدرن را با مشاهدات دقیق برای سنجش نظریه‌اش با واقعیت، دنبال کند.

در سال ۱۵۹۸ کپلر، هنگام تصفیه پروتستان‌ها، از پراگ اخراج شد. او که بی‌کار بود با اشتیاق دعوت منجم برجسته دانمارکی، تیکو براهه را برای زندگی در قلعهٔ بناتک خارج از پراگ را پذیرفت. به ویژه که او برای تکمیل کتابِ خود به رصدهای دقیق تیکو نیاز داشت.

خانم باربارا کپلر

ژیه، کوژیشت غیب‌گو

تیکو بهترین رصدها و بنابراین بهترین داده‌ها را برای ساختن ساختاری نو در اختیار داشت. او فقط به معماری برای کشف حقایق نهان در آن‌ها نیاز داشت.

حل کردن مسئلهٔ مریخ، دشوارترین سیاره، که بطلمیوس برای آن به هفت فلک تدویر نیاز داشت به کپلر سپرده شد. او قول داده بود که در مدت هشت روز راه‌حلی ارائه کند، حتی روی آن شرط بسته بود. اما مقدر بود که او هشت سال با مریخ درگیر باشد.

## سوپر نُوا

تیکو به عنوان یک منجم جوان به دنبال یافتن توصیفی مطلوب درباره حرکت سیارات بود. جداول (زیج‌های) آلفونسین یک ماه تمام و جداول کوپرنیک چند روز خطا داشتند. او تصمیم گرفت رصدهایی دقیق، به روز و پیوسته را جمع‌آوری کند.

تیکو براهه ۱۶۵۱ ـ ۱۵۴۶

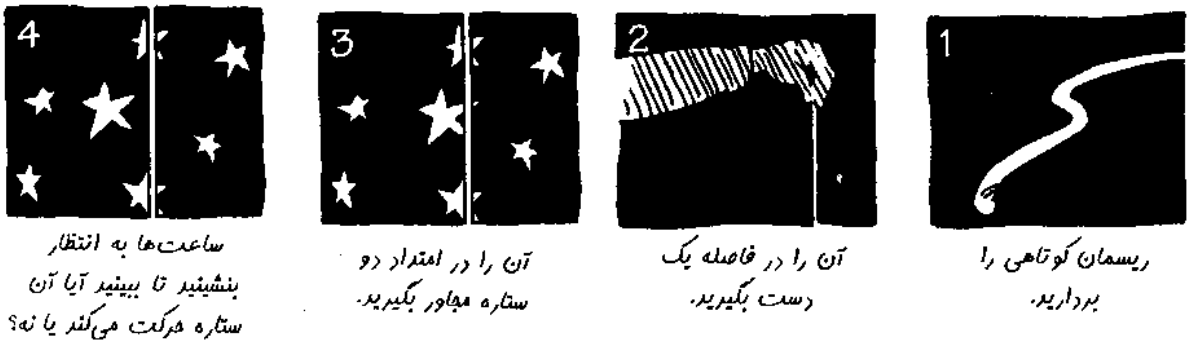
او نمی خود را در مشاجره‌ای با یک ریاضی‌دان مسلح از دست داده بود. بنابراین از دماغی استفاده می‌کرد که از فلز ساخته شده بود.

اورسوس رقیب اصلی او

در سال ۱۵۷۲ تیکو ستاره جدیدی را در صورت فلکی ذات‌الکرسی دید که به قدری درشت بود که در نور روز نیز دیده می‌شد. او نمی‌توانست به چشمهایش اعتماد کند.

## ستاره‌های به دقت مشاهده شده

در سراسر اروپا منجمان پیشگام دقیق‌ترین تکنیک‌های موجود را به کارگرفته...



ارسطو گمان می‌کرد ستاره‌های ثابت، کامل هستند و بنابراین تغییرناپذیر. به باور او، رشد و زوال تنها در این سوی ماه در درون کره تحت‌القمر ممکن است روی دهد. چرا تیکو چنین هیجان‌زده شده بود؟ به این دلیل که اگر می‌شد ثابت کرد این ستاره‌ها در میان ستاره‌های ثابت قرار گرفته‌اند، کیهان تغییر می‌یافت؛ و این با عقاید جزمی ارسطو در تضاد بود. سال بعد او کتابی منتشر کرد به نامِ ستارهٔ نو. در هریک از صفحات این کتاب، داده‌های «غیرقابل تردید»، وجود ستاره‌های جدیدی را نوید می‌داد.

## بدون نقص و تغییرناپذیر

در سال ۱۵۷۷ او با اثبات اینکه ستاره دنباله‌دار آن سال یک پدیده تحت‌القمر نیست و در فاصله، حداقل ۶ برابر، فاصله ماه قرار دارد ضربه دیگری به ارسطو زد.

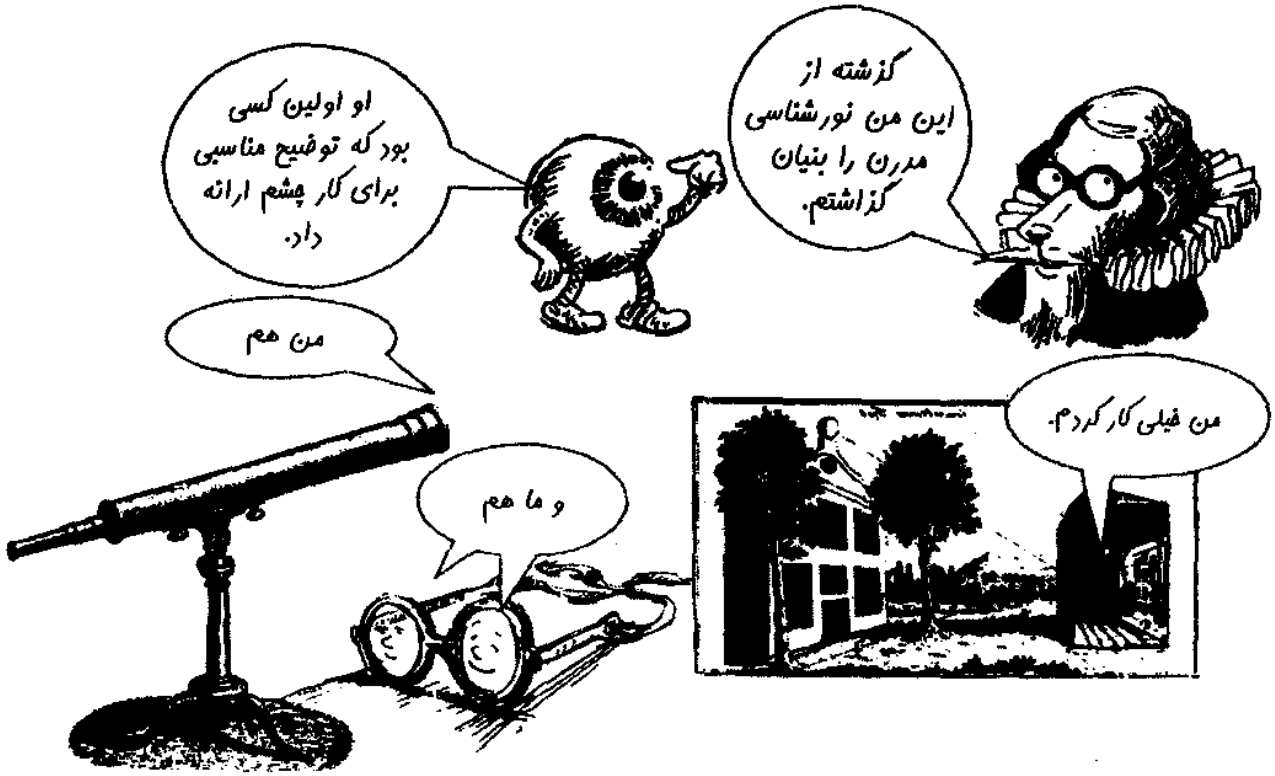
*تنها چیز ثابت هم تغییر کرد.*

جانِ تیکو قوی بود اما جسمش ضعیف. در یک میهمانی باشکوه در سال ۱۶۰۱ مثانه او ترکید. او در تمام شب می‌گفت: «نگذارید به نظر رسد که در پوچی زندگی کرده‌ام» و در حال هذیان درگذشت.

به جز وقفه‌های گاه و بی‌گاه که طالع‌بینی برای اشراف پراگ پیش می‌آورد کپلر حالا می‌توانست همهٔ وقت خود را صرف بسط سه قانون حرکت سیارات کند که بعدها پایه قوانین نیوتون شد.

کپلر بی‌درنگ بخش عمده‌ای از رصدهای تیکو را به تملک خود درآورد.

همچنین، او به عنوان ریاضی‌دان سلطنتی امپراتور مقدس روم رودولف دوم وارث شارلمانی، منصوب شد.




او قانون عکس مجذور را برای نور تدوین کرد. اما به هر حال این مریخ بود که او را تسخیر کرده بود...

# خوابگرد

محاسبات مدار مریخ با خط ریز به تنهایی ۹۰۰ صفحه از دستنویس‌های کپلر را به خود اختصاص داد. کپلر به مخمصه وحشتناکی افتاده بود: خطاهایی که یکدیگر را تصحیح می‌کردند، توجیه نادرست خطاها و جان کندن در کوچه‌های بن‌بست و یافتن اتفاقی حقیقت. آرتور کوستلر آن را این‌گونه توصیف می‌کند: «عجیب‌ترین خوابگردی تاریخ علم».

## محاسبات آسان‌تر شد

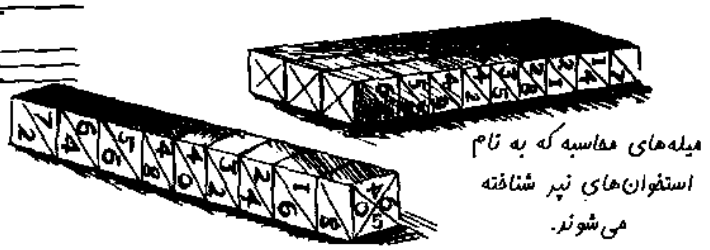
برای این محاسبات نجومی راه‌حلی در دست بود.

لگاریتم ترفندی بود که این کار با آن میسر شد. این ابزار ریاضی توسط مالِکِ مرچیستون در طول انزوای ۲۰ ساله درون قلعه‌اش نزدیک ادینبورگ ابداع شده بود. اصول لگاریتم این است که یک سریِ حسابی (خط بالا) را با یک سریِ هندسی (خط پایین) متناظر می‌کند.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ |
| ۱ | ۲ | ۴ | ۸ | ۱۶ | ۳۲ | ۶۴ | ۱۲۸ | ۲۵۶ |

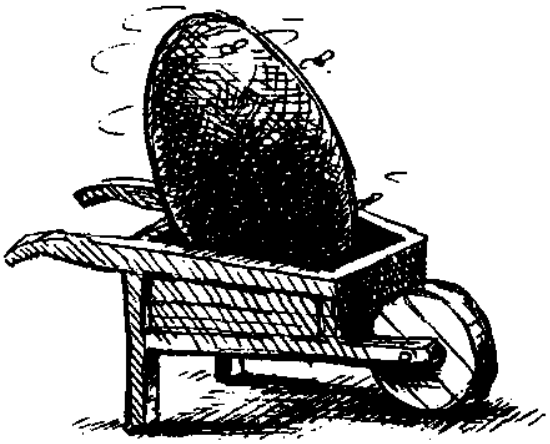
*برای ضرب کردن ۸ در ۳۲ اعداد سطر زیرین را به اعداد متناظرشان در سطر بالا تبدیل کنید: ۸ به ۳ و ۳۲ به ۵ تبدیل می‌شود. ۳ و ۵ را جمع کنید جواب ۸ است. حال دوباره ۸ را از سطر بالایی به متناظر آن در سطر پایین منتقل کنید. جواب ۲۵۶ است.*

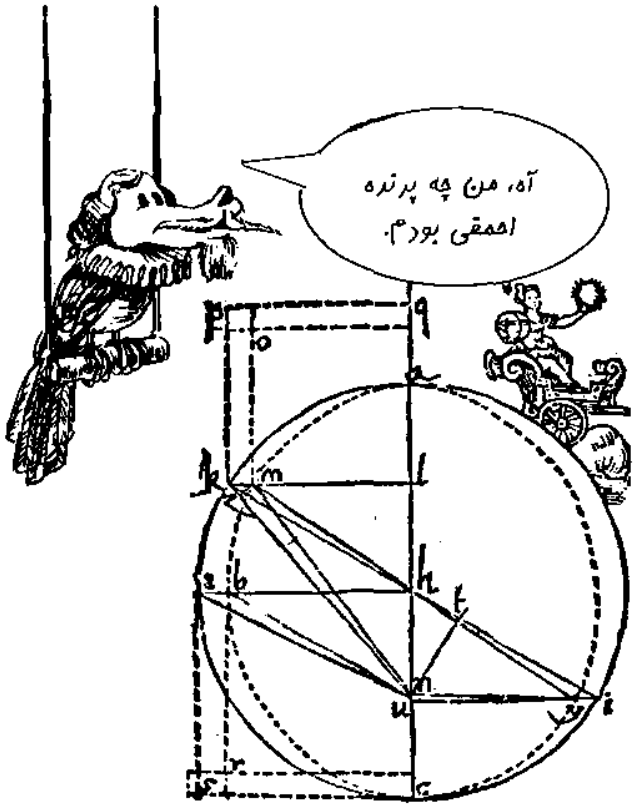
خود نپر می‌پنداشت که مهم‌ترین اثرِ او کتاب ایضاحِ مکاشفات یوحنا است.


میله‌های محاسبه که به نام استخوان‌های نپر شناخته می‌شوند.

## شکل کائنات

سرانجام پس از هشت سال محاسبه، کپلر دریافت که مدار مریخ، دایره‌ای نیست.

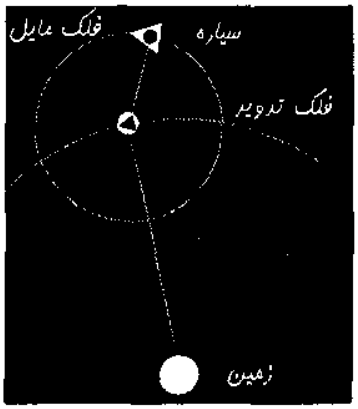




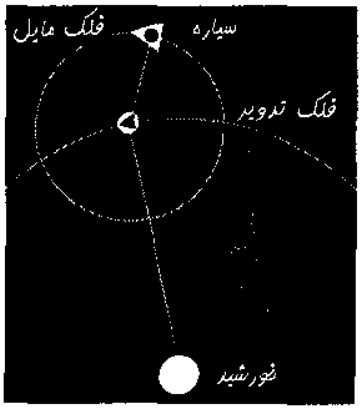

کپلر خلاص شدن از نجوم فلک‌های تدویر را به تمیز کردن اصطبلِ اوجیان به دست هرکول تشبیه می‌کند. «او تنها یک گاری کود بر جای گذاشت»: یک بیضی.

مدار مریخ تخم‌مرغی شکل است، یک بیضی که خورشید در یکی از کانون‌هایش قرار دارد کپلر با یک ضربه ۸ فلک تدویر بطلمیوس را به یک منحنی برازنده، کاهش داد.

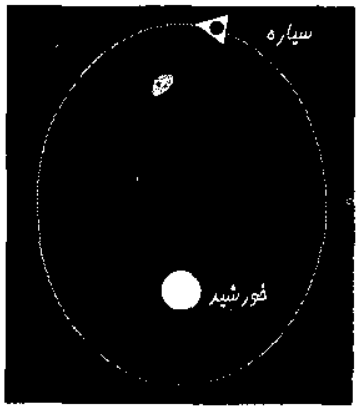
کوپرنیک زمین را از مکان مرکزی‌اش رانده بود و در میان سیاره‌های دیگر سرگردان کرده بود. اما کپلر به تنهایی با این باور ارسطویی که، سیارات **کامل** فقط می‌توانند در دوایر کامل حرکت کنند درافتاده بود. کپلر شکل کائنات را تغییر داد.




جهان بطلمیوس



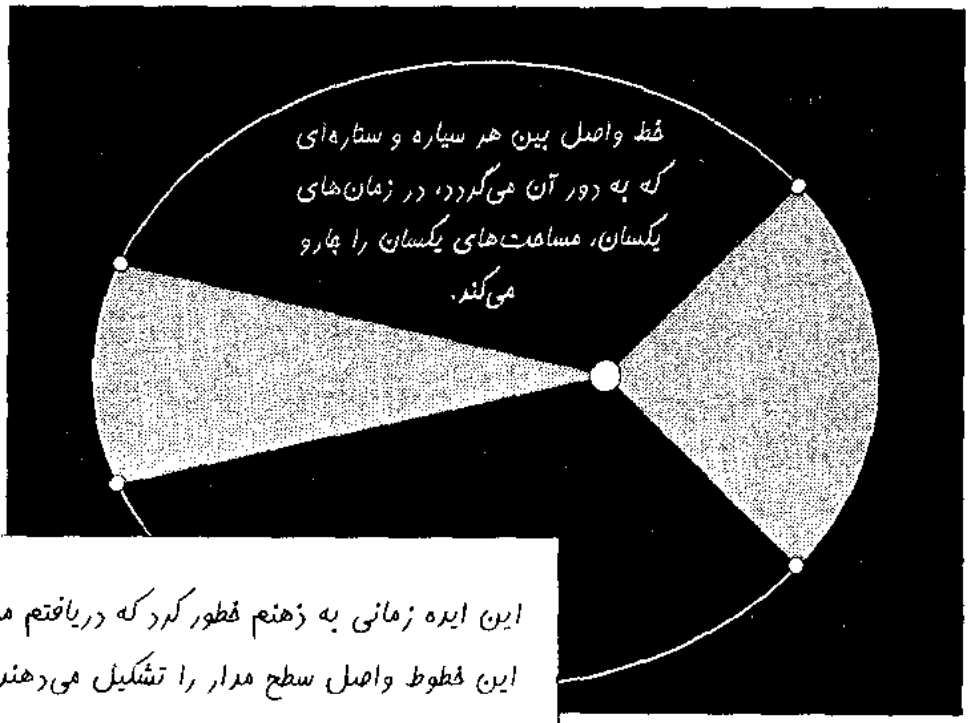

جهان کوپرنیک




جهان کپلر

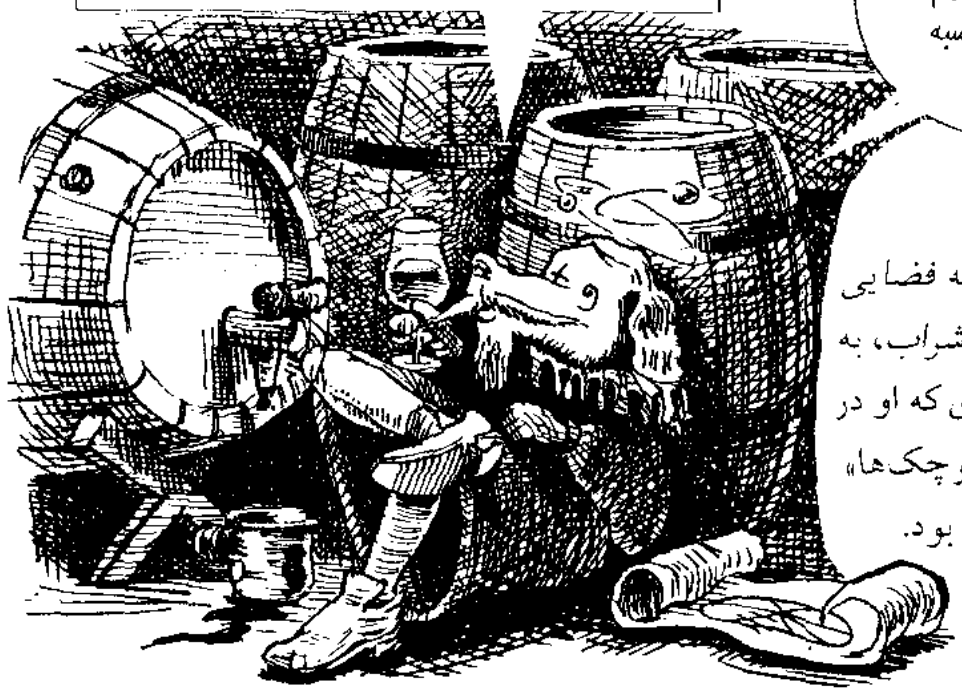
## قانون دوم کپلر

کپلر یک اصل اساسی دیگر کوپرنیک را ــ اینکه سیارات با سرعت ثابت حرکت می‌کنند ــ دور ریخت. او دریافت که سرعت یک سیاره زمانی که از خورشید دور می‌شود، کمتر و هنگامی که به آن نزدیک‌تر می‌شود بیشتر می‌شود. کپلر، با اطمینان به وجود یک رابطه موزون، سرانجام دریافت که به جای این‌که تغییرات سرعت ثابت باشد، مساحتی که توسط سیاره در یک زمان ثابت جارو می‌شود ثابت است.




این ایده زمانی به ذهنم خطور کرد که دریافتم مجموع این خطوط واصل سطح مدار را تشکیل می‌دهند من به یاد آوردم ارشمیدس نیز به همین روش سطح دایره را به مثلث‌های بی‌شماری تقسیم کرده بود.

این همان روشی است که با آن حجم خم شرابم را محاسبه کردم.



کتاب کپلر، هندسه فضایی جدید بشکه‌های شراب، به دلیل استفادهٔ آزادی که او در آن از «بی‌نهایت کوچک‌ها» کرده بود، بی‌نظیر بود.

کپلر برای به صدا درآوردن «موسیقی کرات» از هیچ کوششی برای مقایسه ویژگی‌ها و جستجو برای یافتن رابطه‌ای موزون بین ۵ سیاره فروگذار نکرد.

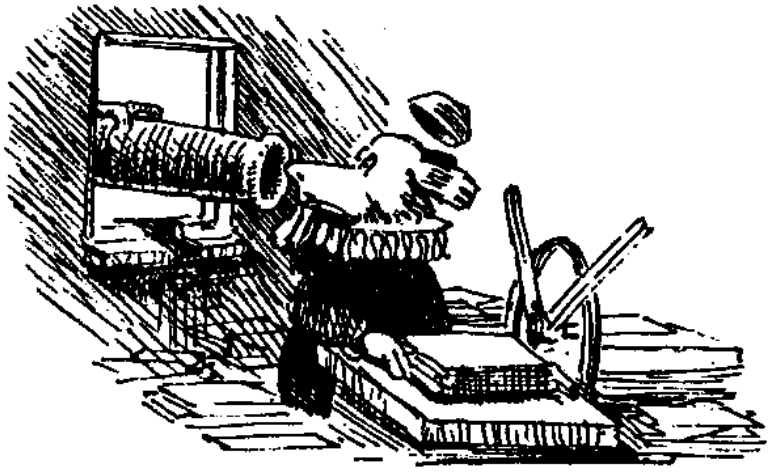
غرق شدن در میان انبوه نت‌های موسیقی کنجکاوی بی‌حاصلی نبود؛ به نظر می‌رسید مربع دورهٔ تناوبِ زمانِ گردشِ (t) هر سیاره برابر با مکعب فاصلهٔ (r) متوسط آن‌ها از خورشید است.

| | Year (T) | T squared | Orbit (r) | r cubed |
|---|---|---|---|---|
| Mercury | 0.2408 | 0.0580 | 0.388 | 0.0584 |
| Venus | 0.6152 | 0.3785 | 0.724 | 0.3795 |
| Earth | 1.0000 | 1.0000 | 1.000 | 1.0000 |
| Mars | 1.881 | 3.5378 | 1.524 | 3.5396 |
| Jupiter | 11.862 | 140.71 | 5.200 | 140.61 |
| Saturn | 29.457 | 867.72 | 9.510 | 860.09 |

این قانون ــ بی‌آن‌که خود او بداند ــ مبدل به قانون سوم کپلر شد. این قانون رمز پایداری منظومه شمسی است زیرا روابط ریاضی حرکت این ۵ سیاره را بیان می‌کند. کتابی که شامل این قانون‌ها بود عموماً مورد بی‌توجهی واقع شد. سه روز پس از اتمام کتابِ *موسیقی کائنات* جنگ سی‌ساله پایان یافت.

کپلر بعد از بسط قانون خود برای مریخ و بقیه سیارات و اقمارشان و طراحی الگویی برای منظومهٔ شمسی از همین راه، کمابیش به همان شکلی که امروزه می‌شناسیم، کار دیگری نیز انجام می‌داد: نمایش دادن رصدهای تیکو براهه به صورت یک جدول.

کارکردن روی جداول رودلفی که به افتخار امپراطور رودلف II نام‌گذاری شده بود به کاری خسته‌کننده تبدیل شد. کپلر در این زمان در لینز، در حالی‌که کاتولیک‌ها و پروتستان‌ها روی بام چاپخانه‌اش در جنگ بودند، می‌کوشید ثمره زندگی‌اش را تکمیل کند.



او مجبور شد برای نجات مادر پیر ۷۳ ساله‌اش از سوزانده شدن به اتهام جادوگری، مدتی از کار دست بکشد و وکیل مدافعی را نیز برای این کار استخدام کند.

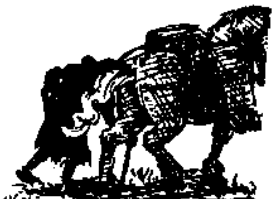
## کپلر درگذشت

چاپخانه آتش گرفت و کتاب از بین رفت. اما کپلر با نسخهٔ خطی موفق به فرار شد. او برای کوششی دیگر به اولم رفت. سرانجام **جدول** رودلف به موقع برای نمایشگاه کتاب فرانکفورت در سال ۱۶۲۷ آماده شد. کپلر غرفه‌ای برپا کرد و خود کتابش را فروخت.

در سال ۱۶۲۹، او داستانی علمی تخیلی آفرید. «رؤیا» (Sommium)، داستان سفری به ماه است که در آن قوانین فیزیکی به دقت رعایت شده‌اند. او میزان شتاب لازم برای بلند شدن از زمین را معادل برآیند کشش زمین و ماه در راه پرواز وصف می‌کند... بی‌وزنی

در این زمان، کپلر متوجه شد که در مجموع ۱۱/۸۱۷ فلورَن طلبکاری دارد. او برای گرفتن این پول‌ها کتاب‌هایش را بار اسب کرد و با پای پیاده به همراه آن عازم سفر شد. بعد از هفته‌ها او در راه بیمار شد و سه روز بعد در حالیکه متناوباً با انگشتش به سرش و آسمان اشاره می‌کرد، درگذشت.

*مرز آسمان ذهن ماست، مرز زمین آرامش جسم ماست.*

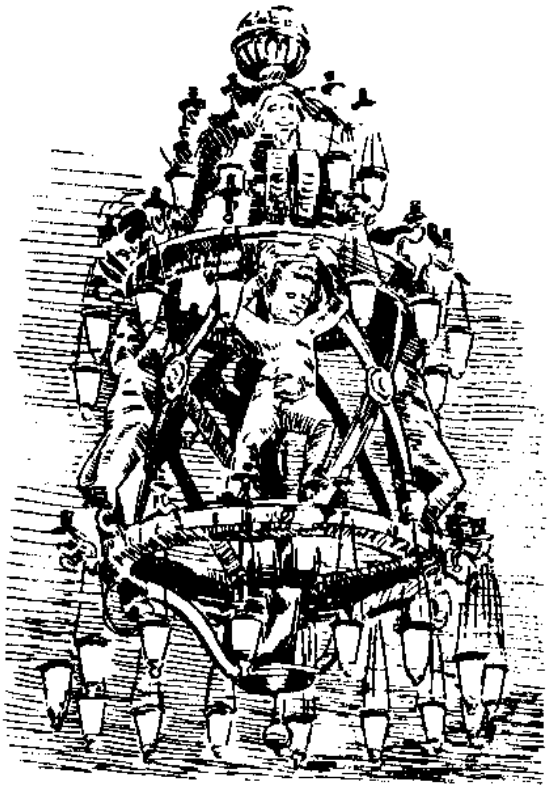


## پرخاشگر

در همین زمان یک معلم ریاضی در ایتالیا مصمم بود که جایگاه خویش را ارتقاء دهد. او دانشوریی بد خلق و لجوج بود که به خود لقب «پرخاشگر» می‌داد. او دانشگاه را بدون دریافت مدرک ترک کرد، و این بیش از آن‌که به دلیل هزینهٔ تحصیل باشد به دلیل شخصیت پرخاشجوی او بود. او حتی مجبور شد، به دلیل درگیری با یکی از اعضای خاندانِ حاکم مدیچی، توسکانی را نیز ترک کند.

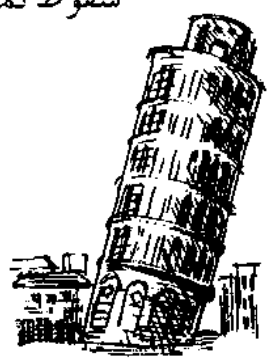
در سن ۱۷ سالگی، در کلیسای جامع پیزا، تصادفاً با اصول کار ساعت پاندولی دست یافت.

گالیلئو گالیله ۱۶۴۲-۱۵۶۴



این چراغی است که در سال ۱۵۸۷ الهام‌بخش گالیله شد. این چراغ در سال ۱۵۸۱ نصب شد.

هنگامی که او هنوز در سنین ۲۰ سالگی بود دریافت که برخلاف تصور ارسطو جسمی که از جسم دیگر ۱۰ بار سنگین‌تر باشد، با سرعت ۱۰ برابر آن سقوط نمی‌کند.



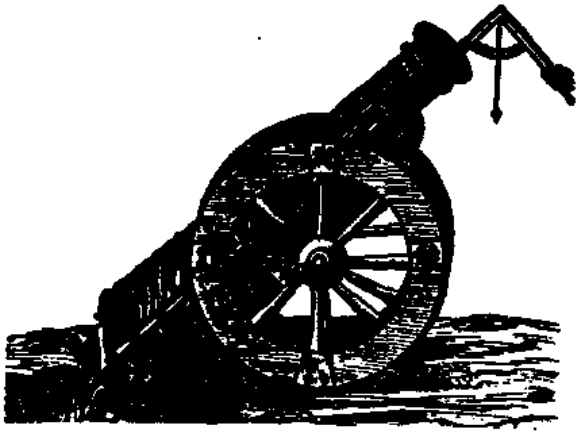
برج کج پیزا که گالیله هرگز از فراز آن گلولهٔ توپی پایین نینداخت.

جان دو گروت

## پدر تلسکوپ

گالیله که شدیداً تحت‌تأثیر دست‌آوردهای جدید علمی قرار گرفته بود، تصمیم گرفت که خود نیز شخصاً به چنین تجربه‌هایی دست بزند.

او با ساختن و فروختنِ یک زاویه‌یاب نظامی ثروت فراوانی به دست آورد.



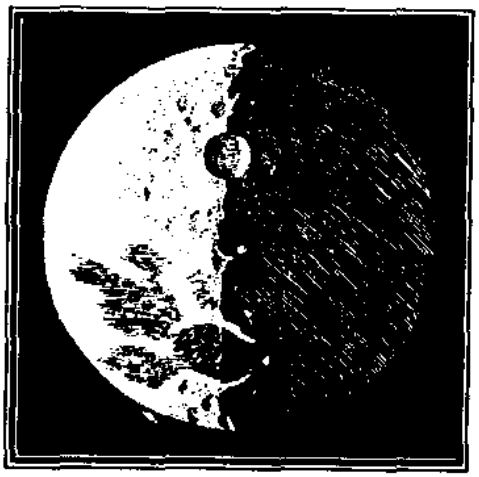
این زاویه‌یاب ۵۰ سال پیش از آن در آلمان اختراع شده بود.

سپس او توجه خود را به تلسکوپ معطوف کرد.

هنگامی که گالیله با مدارکی مواجه شد که نشان می‌داد او تلسکوپ را اختراع نکرده است جواب داد که هر احمقی ممکن بود تصادفاً تلسکوپ را کشف کرده باشد، اما تنها او، گالیله، بود که توانسته بود تلسکوپ را با عقل کشف کند. پس به دلیل این نبوغ برتر شایسته بود که افتخار این اختراع به او تعلق بگیرد.

## پیام‌آور ستارگان

ماه که به‌وسیله این اختراع اخیر، یعنی تلسکوپ، دیده شد، به وضوح پر از حفره بود. این کشف ضربه دیگری به تصور ارسطویی «آراستگی بلورین» کیهان وارد می‌کرد. گالیله پس از ۲۰ سال تدریس کیهان‌شناسی ارسطویی شروع به مخالفت با آن کرد.



نقاشی خود گالیله

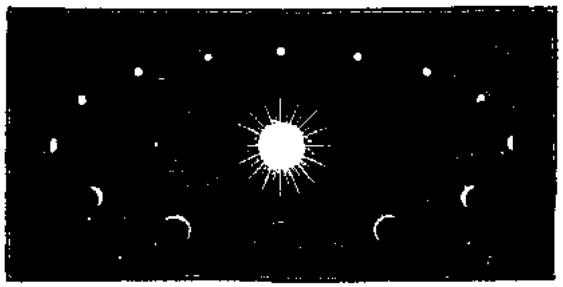
توماس هاریوت (بریتانیایی)

در سال ۱۶۱۰ گالیلئو، مشاهداتش را به صورت کتاب منتشر کرد. این کتابی که به لاتین نوشته شده بود، جذاب، شوخ‌طبعانه، شورانگیز و کوتاه بود. اولین چاپ کتاب *پیام‌آور ستارگان* طی چند روز فروخته شد. نام گالیله، یک شبه، بر سر زبان‌ها افتاد. او حتی نزد کشیشان روشنفکر رُم نیز عزیز شد. کاردینال مافئو باربرینی کسی بود که که او را غرق ستایش کرد.

## نخستین و تنها

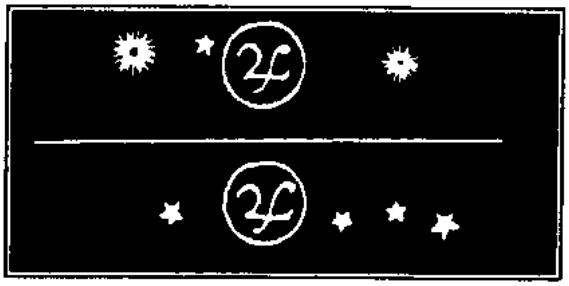
گالیلئو جامعه (و دیگر منجمان) را با ادعای کشف زنجیره‌ای پدیده‌های خیره‌کننده، حیرت‌زده کرد.

### اهله زهره



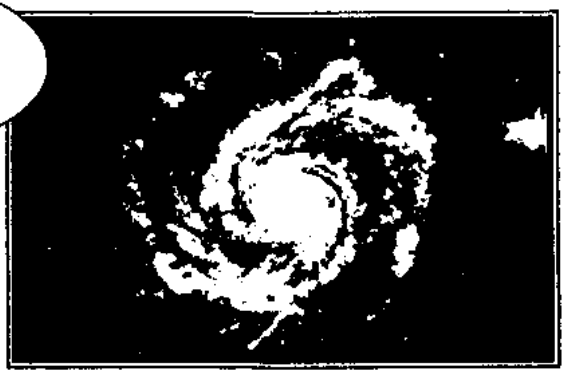
*توسط کاستلی پیش‌بینی شده بودند.*

### چهار قمر مشتری



*اولین بار توسط سیمون مایر مشاهده شدند.*

### کهکشان مارپیچی آندرومدا

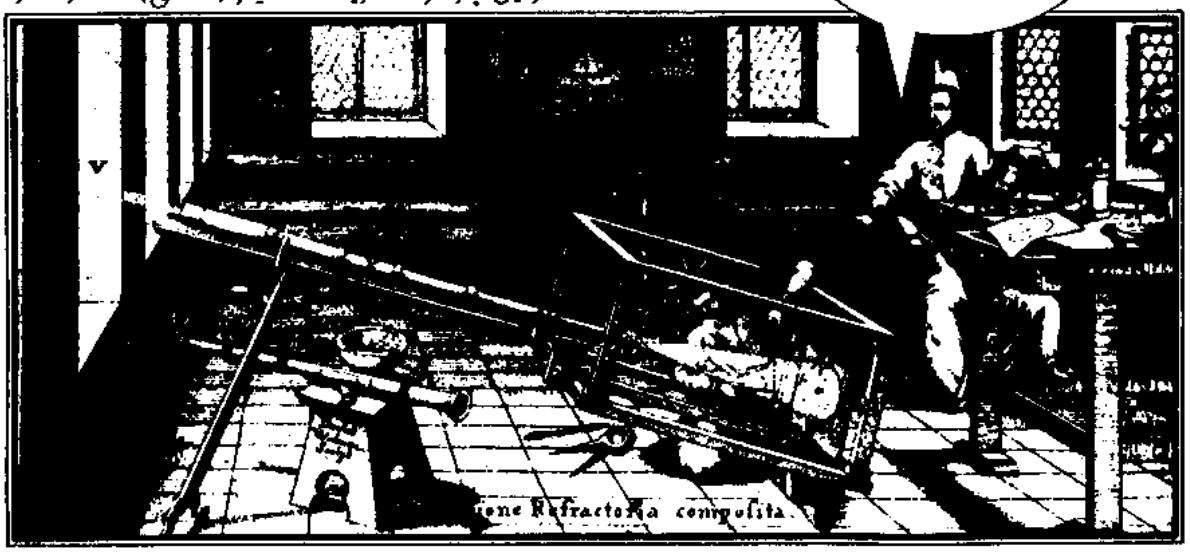


*اولین بار توسط فون گرین‌هاوزن مشاهده شد.*

### اشکال سه‌گانه زحل

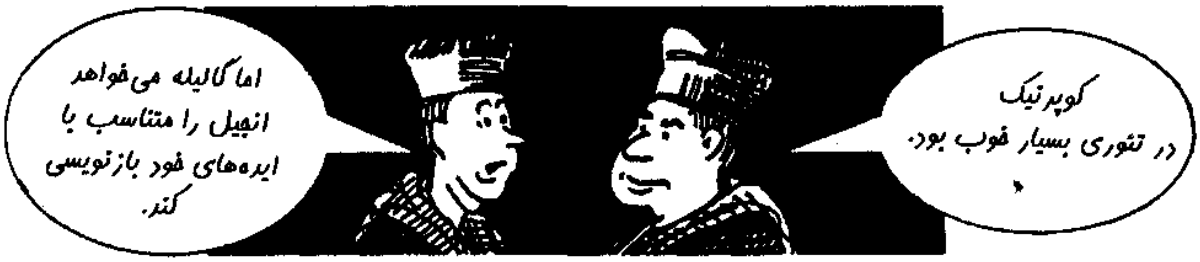
### لکه‌های خورشیدی

*اولین بار توسط کریستف شاینر (آلمانی) مشاهده شد.*



## اولین اخطار

گالیله هر چه بیشتر اهمیت می‌یافت و مورد قبول واقع می‌شد، در میان ژزوئیت‌ها برای خود دشمنان با نفوذی می‌تراشید. تا این‌که سعی کرد سیستم خورشیدْ مرکزی کوپرنیک را به کلیسا تحمیل کند.



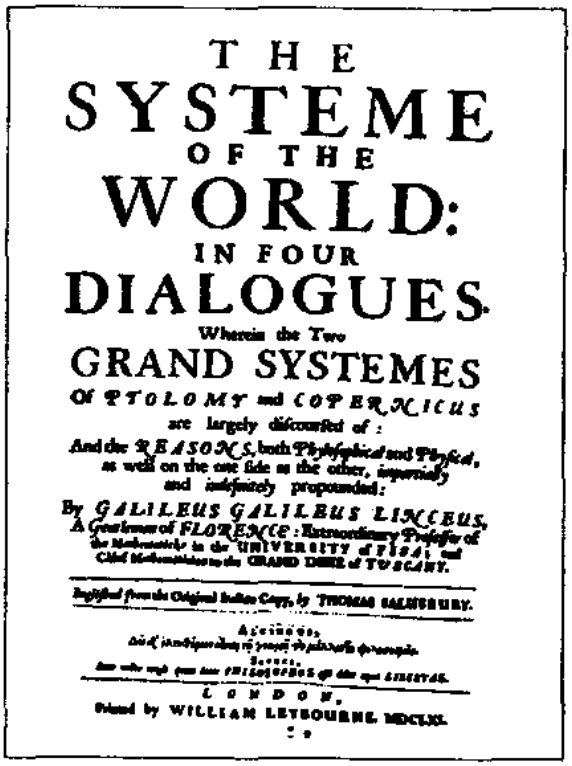

هنگامی که گالیله نتوانست ثابت کند که زمین به گرد خورشید می‌چرخد، کلیسا را به مبارزه طلبید و از آن‌ها خواست که اگر می‌توانند خلاف آن را ثابت کنند.

مفتش بزرگ، کاردینال بالارمین، کسی که جوردانو برونو را در سال ۱۶۰۶ به جرم ارتداد بر چوبهٔ مرگ سوزاند، در این قضیه نیز در صحنه حاضر بود.

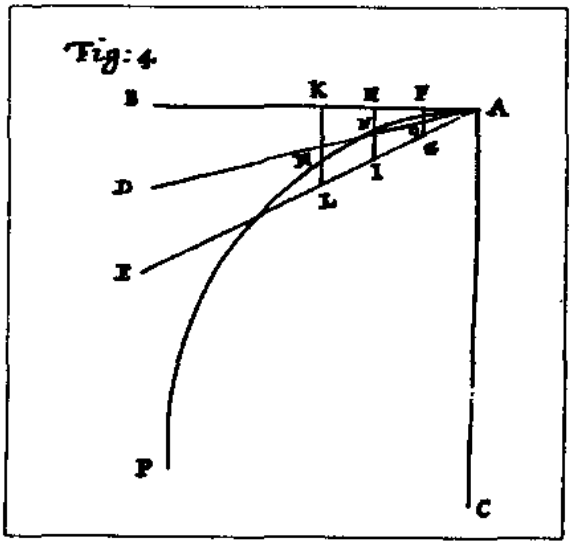
کاردینال رابرت بلامین (وفات ۱۶۲۱)

گالیله رسماً و تا زمانی که صدقِ نظریهٔ کوپرنیک را اثبات نکرده بود، از حقِّ تدریس آن محروم شد.

در سال ۱۶۲۳ کاردینال باربینی که ستایشگر گالیله بود، پاپ اوبانِ هشتم شد. در سراسر روم جو آزادی تازه‌ای حاکم شده بود. گالیله ۶ ملاقات با پاپ جدید داشت و در این ملاقات‌ها برای نوشتن دربارهٔ کوپرنیک تا آنجا که خود را تنها به نظریه‌پردازی محدود کند، تشویق شد. پاپ حتی با عنوان کتاب نیز موافقت کرد. کتاب به زبان ایتالیایی غیررسمی و به شکل محاوره‌ای عامه‌پسند نوشته شده بود؛ همانند کتاب پدرش، *گفتگو درباره موسیقی سنتی و مدرن*.


THE
SYSTEME
OF THE
WORLD:
IN FOUR
DIALOGUES.
Wherein the Two
GRAND SYSTEMES
Of PTOLOMY and COPERNICUS
are largely discoursed of:
And the REASONS, both Philosophical and Physical,
as well on the one side as the other, impartially
and indefinitely propounded:
By GALILEUS GALILEUS LINCEUS,
A Gentleman of FLORENCE: Extraordinary Professor of
the Mathematicks in the UNIVERSITY of PISA; and
Chief Mathematician to the GRAND DUKE of TUSCANY.
Englished from the Original Italian Copy, by THOMAS SALISBURY.
LONDON,
Printed by WILLIAM LEYBOURNE. MDCLXI.

سه شخصیت در کتاب حضور داشتند. **سالویاتی** دانشمندی تیزهوش که نظریات گالیله را ارائه می‌داد. **ساگردو** یک مبتدی خردمند که کاملاً عاقلانه به وسیله بحث‌های سالویاتی متقاعد می‌شد. **سیمپلیکوس** ابلهی ساده که از ارسطو دفاع می‌کرد و براهین او همیشه نادرست از کار درمی‌آمد. گفتگو در چهار روز صورت می‌گرفت.




در **اولین روز** گفتگو تصور ارسطو از کیهان و فسادناپذیری آسمان‌ها رد می‌شد. گفتگوهای **دومین‌روز** صرفِ رد ایرادهایی می‌شد که به حرکت زمین صورت می‌گرفت. نمودار راست، نشان می‌دهد، هیچ جسمی باوجود وزنش به علت حرکت زمین، صرف‌نظر از سرعت آن از سطح زمین به خارج از آن پرتاب نخواهد شد.

# گردش دایره‌ای

در گفتگوی **روز سوم** برتری سیستم کوپرنیکی بر نظام بطلمیوس تبیین می‌شود. اما سیستمی که گالیله ستایشگرانه توصیف می‌کند کوپرنیکی نیست بلکه تحریف آشکار آن است. به نظر می‌رسد او هرگز کتاب *گردش کرات آسمانی* را نخوانده بود.

گالیله نیز همچون کوپرنیک و ارسطو متقاعد شده بود که تنها راه حرکت کردن در مدارها حرکتِ دایره‌ای است. حرکت طبیعی دایره‌ای است زیرا همیشه به نقطه‌ای که از آن شروع شده است برمی‌گردد و بنابراین می‌تواند ادامه بیابد. حرکت مستقیم ذاتاً نامتناهی است. و غیرممکن است که چیزی ذاتاً تمایل به حرکت مستقیم داشته باشد: به عبارت دیگر به سوی جایی برود که رسیدن به آن غیرممکن است. سیارات در مدارهایی کاملاً دایره‌ای باقی می‌مانند زیرا اجسام تنها می‌توانند حرکت دایره‌وار داشته باشند. هر چیزی که دایره‌وار حرکت نکند لزوماً ساکن است و حرکت دایره‌ای است که برای حفظ نظم مناسب است، و این‌که اثرات اسرارآمیزی که از خورشید می‌آیند بتوانند مسیر حرکت سیارات را (آن‌گونه که کپلر تصور می‌کرد) تحت‌تأثیر قرار دهند خرافه‌ای یاوه است. چون ستاره‌های دنباله‌دار که مسیر دایره‌ای را دنبال نمی‌کنند، در این بحث نادیده گرفته می‌شوند، گالیلئو آنها را خطاهای بینایی دانست که معلول اثرات جوی هستند. او آن‌ها را سیارات مضحک تیکو نامید.

گفتگوی روز چهارم مدعی شد که جزر و مد در اثر گردش زمین به وجود می‌آیند و توضیح کپلر که ۷ سال قبل منتشر شده بود و نشان داده بود که جزر و مد معلولِ اثرات ماه هستند، مضحک خوانده شد.

من از کپلر تعجب می‌کنم او موافقت خود را با تأثیر ماه بر آبها ابراز کرده است.

وقتی کسانی که باید قانع شوند خود را در دنبال کردن ساده‌ترین و آسان‌ترین استدلالات ناتوان نشان می‌دهند، من چطور می‌توانم ثابت کنم زمین حرکت می‌کند؟

گالیله دربارهٔ جزر و مد کاملاً اشتباه می‌کرد و منطق او غلط بود. اما این سلاح نهایی او، برهان قاطعی برای حرکت زمین بود. پاپ تلاش کرد ضعف استدلال او را خاطرنشان کند و متذکر شد که برهان او نه درست است و نه قاطع.

## به دور خود چرخیدن

کتاب بر پایه‌های نادرستی استوار شده بود. تصویر اول کتاب که توسط استفان دلابلا گراور شد، سه شخص را در حال بحث دربارهٔ شایستگی سیستم‌هایِ‌شان نشان می‌دهد.

در سمت چپ، استاد پیر، ارسطو، وسط مریدش بطلمیوس که الگویی از کره‌های تودرتو، را با خود به همراه دارد و در سمت راست کوپرنیک است که نشانی از کیهانِ خورشیدْ مرکز خود دارد. اما تصویر کنایه‌آمیزی از این سه تن نیز در پایین پای‌شان قرار دارد. تصویری از سه ماهی که پشت یکدیگر را گاز گرفته‌اند.

این تصویر بی‌درنگ تقلیدی از زنبورِ نشانِ خانوادهٔ باربرینی دانسته شد که طعنهٔ استادانه‌ای به قوم و خویش‌گرایی پاپ بود که با سپردن شغل‌های کلیدی به خویشاوندانش کاملاً راه تبدیل واتیکان را به یک تجارتخانه خانوادگی در پیش گرفته بود.

زنبورهای باربرینی‌ها

مافئو باربرینی، پاپ اوربان VIII

کاردینال آنتونیو ا
باربرینی، برادر پاپ

کاردینال فرانسیسکو
باربرینی، برادرزاده
پاپ

به گالیله اجازه داده شده بود بی‌آن‌که از هیچ‌یک از طرفین بحث طرفداری کند آرای همه را بازگو کند. با این حال هنگامی که کتابِ **گفت‌وگو** منتشر شد کاملاً واضح بود در مورد کسانی است که با گالیله موافق نیستند.

کتاب که با ریشخند آغاز شده بود با ضربه‌ای خاتمه می‌یافت. روز چهارم با نظریه‌ای کاملاً چشمگیر خاتمه می‌یافت که هر شخص فهمیده می‌بایست در مقابل آن سکوت می‌کرد. سیمپلیکوس جانشین شخص گالیله، یعنی سالویاتی را مخاطب قرار می‌دهد.

*من اعتراف می‌کنم فرضیه شما دربارهٔ جزر و مد از همه چیزهایی که تاکنون دربارهٔ آن شنیده‌ام هوشمندانه‌تر است؛ و باوجود این‌که نه صحیح و نه قانع‌کننده است من به آن احترام می‌گذارم. اما من می‌دانم اگر از شما پرسیده شود: آیا ممکن است خداوند با قدرت و دانایی نامحدود خویش توانایی حرکت رفت و برگشتی به عنصر آب را از راه دیگری عطا کند، شما خواهید گفت، او می‌توانست، و از راه‌های بی‌شماری که بعضی از آن‌ها بالاتر از ادراک ما هستند.*

حتی اگر حرکت زمین جزر و مد را توجیه می‌کرد به این معنی نبود که جزر و مد حرکت زمین را ثابت می‌کند. ممکن بود خداوند جزر و مد را به وسیله دیگری که ماورای قدرت ادراک بود تولید کرده باشد. این همان بخشی است که پاپ در طول گفتگویش با گالیله که پیشتر از این در کتاب آمد، مطرح کرده بود. گالیله این حرف را در دهان سیمپلیکوس گذاشت یعنی کسی که در سراسر کتاب، هرگز چهرهٔ برحقی نداشت.

اولین نسخه گفت‌وگو در آگوست ۱۶۳۲ وارد رُم شد. ظرف چند ساعت پاپ دریافت که به صداقت او خیانت شده است. احتمالاً در این هنگام پاپ اوربان هشتم به همراه خود گالیله مغرورترین خودبزرگ‌بین‌های ایتالیا بودند. او مردی بود که برنزهای معبد پانتئون را آب کرد تا از آن‌ها گلولهٔ توپ بسازد. دربارهٔ او گفته‌اند «کارهایی را که بربرها نکردند. باربرینی کرد.» گالیله به شخص او اهانت کرده بود و پاپ قصد نداشت کوتاه بیاید.

## محاکمه

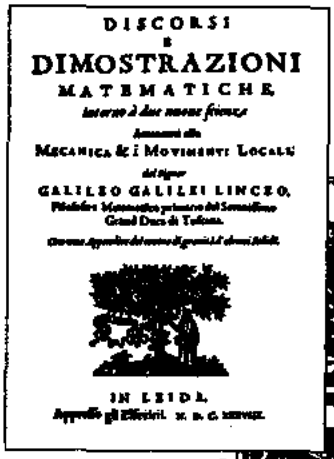
گالیله در ۱۲ آوریل ۱۶۳۳ در دادگاه تفتیش عقاید حاضر شد.

دفاع نافرجام او بیشتر بی‌اعتنایی‌اش را نسبت به قدرت حریف نشان می‌دهد. او چون یک مناظره‌کنندهٔ عامی سعی کرد دادگاه تفتیش عقاید را متقاعد کند که کتاب چیزهایی را بیان می‌کند که درست خلاف مدعیات صریح آن است او ادعا کرد کتاب با نشان دادن اینکه استدلال کوپرنیک ضعیف و بی‌نتیجه است، خلاف عقیده کوپرنیکی را ثابت می‌کند.

بعد از یک عمر فرار از همه چیز، به‌تدریج بر گالیله آشکار شد که کوتوله‌های فکری تحت‌تأثیر بلاغت درخشان او قرار نگرفته‌اند. حس شکست‌ناپذیری او را ترک گفت. او ترسید و سعی کرد کتاب را عملاً بازنویسی کند. او آشکارا، اینکه کوپرنیک را باور داشته است، انکار کرد.

در طول محاکمه با او با عزت و احترام کامل رفتار شد و در آپارتمان پنج اتاقهٔ مجللی با خدمتکارانش سکونت داده شده بود. اما از این‌که مجرم شناخته شود و گفت‌وگو بازنویسی شود گریزی نبود. گالیله محکوم به زندان و هفت بار خواندن سرود پشیمانی در طول هفته شد. با این وجود به او اجازه دادند که برای خواندن سرودها از دخترانش (که هر دو راهبه شدند) کمک بگیرد و به او اجازه داده شد به خانه برود.

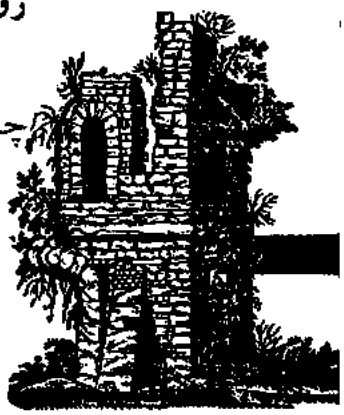
# دو علم جدید


DISCORSI
E
DIMOSTRAZIONI
MATEMATICHE
Mecanica & i Movimenti Locali
GALILEO GALILEI LINCEO,
IN LEIDA.

پس از ۲۰ سال جَدَل انتقادی و بحث‌های ناخوشایند، گالیله سرانجام وادار به سکوت شد و در خانه‌اش زندانی گشت. او سرانجام فراغتی یافت تا کتابی را که همواره قول آن را می‌داد به اتمام برساند. **گفت‌وگو دربارهٔ دو علم جدید** در سال ۱۶۳۸ چاپ شد. **سالویاتی، ساگردو و سیمپلیکوس** نمایش چهارروزهٔ دیگری را اجرا کردند.

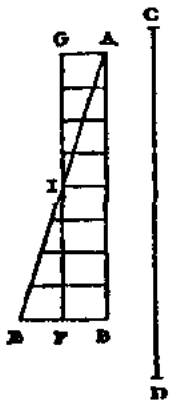
**روز اول** به مقاومتی که اجسام در مقابل شکسته شدن از خود نشان‌می‌دهند پرداختند.

**روز دوم** گفتگو دربارهٔ علت چسبندگی بود.

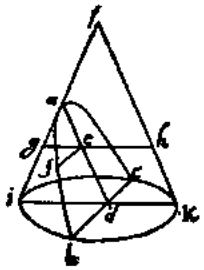


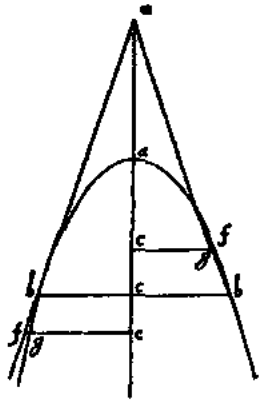
آرسم

**روز سوم** اختصاص به حرکت یکنواخت و حرکت با شتاب طبیعی اختصاص داشت.




**روز چهارم** حرکت قمری و پرتابی را توصیف می‌کرد.





بوناونتورا کاوالیری این ایده را برای دانستن نظریه گالیله به او ارائه کرد. کاوالیری به اثبات این مطلب می‌پرداخت که منحنی‌ای که یک پرتابه طی می‌کند یکی از مقاطع مخروطی، یعنی سهمی است. نظر گالیله این بودکه کاوالیری بهتر بود تا فرارسیدن زمان مناسب، برای انتشار آن صبر می‌کرد.

درواقع گالیله فکر می‌کرد زمان و مکان مناسب برای انتشار این ایده **چهارمین روز** مکالمه خود است.

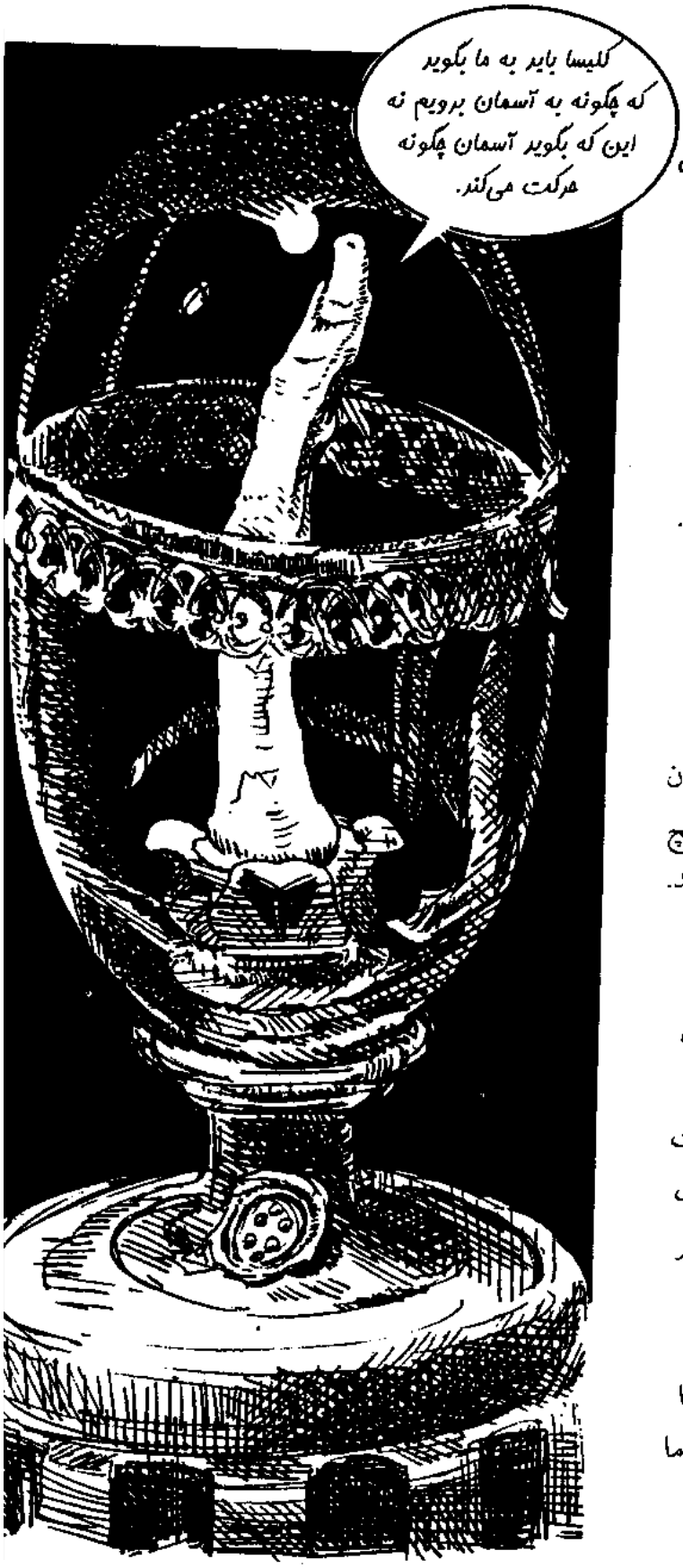
## انگشت

اگر گالیله هرگز درون سلول زندان را تجربه نکرد، شکنجه نشد، و در مقابل اقتدار کلیسا پایداری نکرد. اگر او توپی را از برج کج پیزا، به پایین نیانداخت و اگر او تسکوپ و یا حتی گرماسنج را اختراع نکرد، پس او روی زمین چه کرد؟

فرانسیس بیکن فعالیت علمی را با ارتش نظامی مقایسه می‌کند که در آن قدرت باید با حیله‌گری پشتیبانی شود. سیاست گالیله «قتل برادران و دزدیدن اشیاء گرانبهای آن‌ها» ممکن است جنایتکارانه باشد اما برای برپا کردن امپراطوری علم لازم بود. اگر همه کشفیاتی که او جمع‌آوری کرده بود میان صاحبان‌شان پراکنده باقی می‌ماند، هیچ کمکی به پیشرفت علم تجربی نمی‌شد. رافائل کاورنی در کتاب *تاریخ روش تجربی*، ۱۸۹۱، چندین استعاره گیج‌کننده دربارهٔ این موضوع ذکر کرده است.

*گالیله با هَرَس کردن بی‌رحمانه درخت علم، شیره پرورده را از ریشه‌های نهان در یک جوانه، یعنی خودش، متمرکز کرد.*

اما میراث واقعی گالیله احتمالاً فقط شاگردانش بودند، شاگردانی که به آنها زور گفته بود و استثمارشان کرده بود اما باز هم به او وفادار بودند... کاوالیری، توریچلی، کاستلی، اگیونتی، دیوانی، بودلی، پائولو و کاندیدو. آنها او را به اسطوره تبدیل کردند.

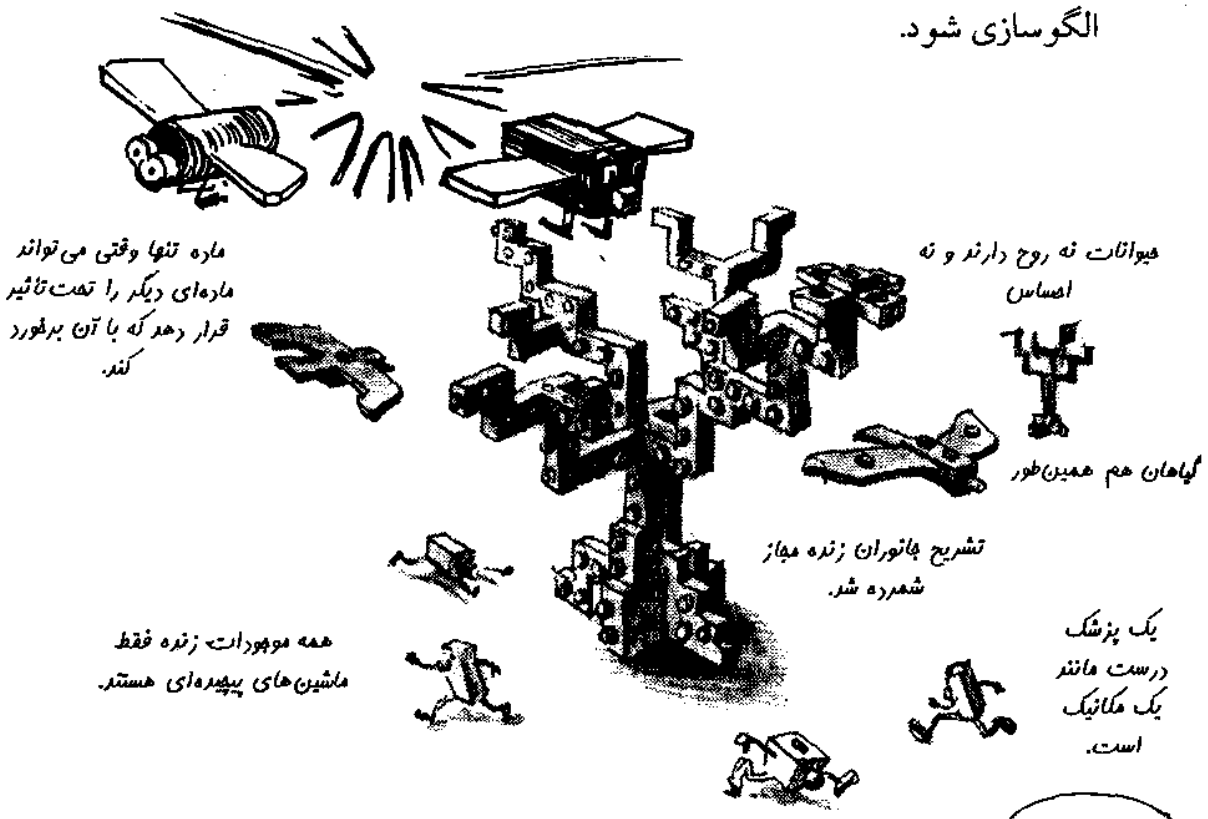



*انگشت سبابه راست گالیله در موزهٔ تاریخ علم ایتالیا، میدان پیازا نمایش داده می‌شود. روزهای زوج، ساعت ۲ تا ۵ بعدازظهر.*

## مثلِ ساعت

دکارت نیز مانند گالیله، معتقد بود که کتاب طبیعت به زبان ریاضی نوشته شده است. اما او به سیم آخر زد و گفت که طبیعت فقط یک ماشین زنده است. اغلب فیزیک دکارتی را به عنوان دیدگاه مکانیکی می‌شناسند به این معنا که برای توصیف امور اصولی غیر از مفاهیم علم مکانیک (علمی که با رفتار اشیاء تحت تأثیر نیرو سر و کار دارد) استفاده نمی‌کند. بنا به دیدگاه دکارت همه چیز می‌تواند با مدلی مکانیکی الگوسازی شود.

رنه دکارت ۱۶۵۰ـ۱۵۹۶



پرسیدن از هدف یک ماشین معنایی ندارد. این ماشین جز آنچه سازنده‌اش به آن داده هدفی ندارد.

هنگامی که نیوتون به کمبریج وارد شد، دریافت نوعی جنجال بر سر دکارت وجود دارد: مثل برخی از عیب‌جویی‌ها از او و ممنوعیت خواندنِ آثارش به این اتهام که او مقداری از حقایق و امور را مورد تردید قرار داده است. در عین حال در میان تندروهایِ دانشگاه تمایلی وسیعی برای بهره گرفتن از او وجود داشت.

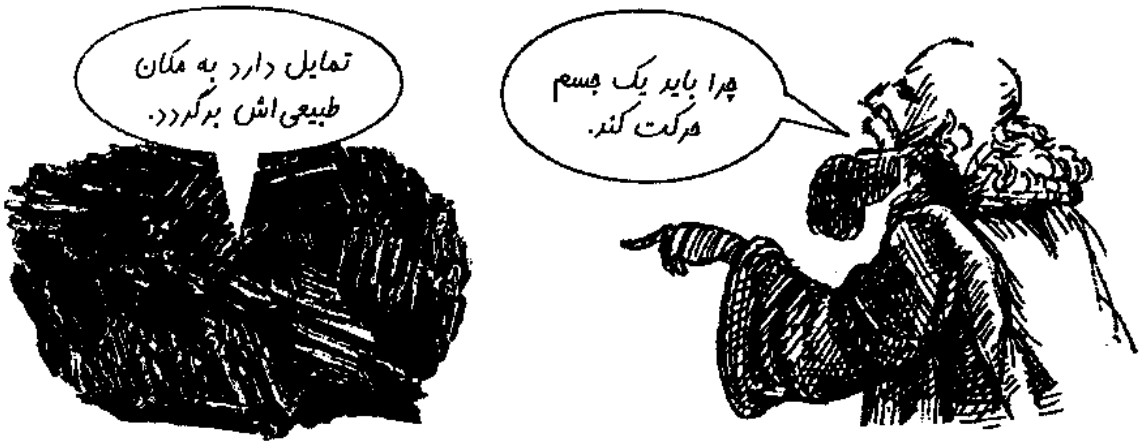
ماده تنها وقتی می‌تواند ماده‌ای دیگر را تحت تأثیر قرار دهد که با آن برخورد کند. بنابراین اگر، به قوانین دقیق حرکت و برخورد مجهز باشیم باید بتوانیم همه چیزهایی را که در طبیعت اتفاق می‌افتد پیش‌بینی کنیم و توضیح دهیم.

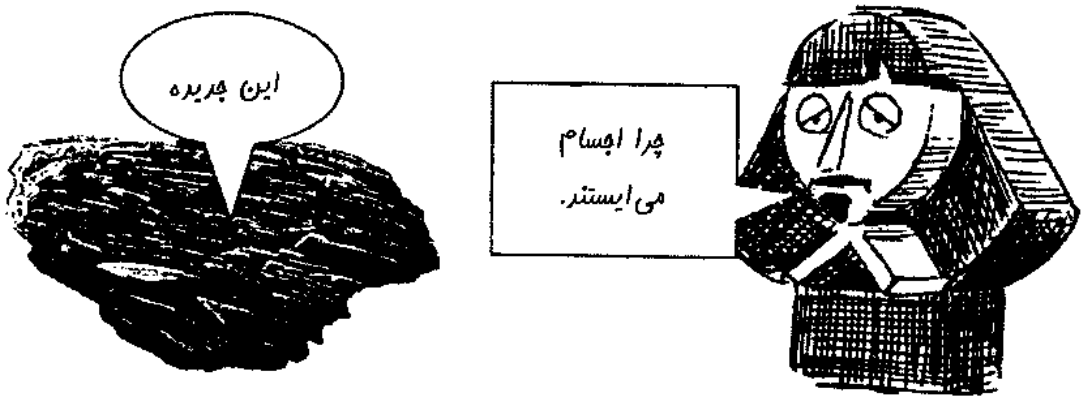
کتاب دکارت (*Principia philosophiae*) *اصول فلسفه* (۱۶۴۴) پیروزی شکوهمند یک تخیل بود، که متأسفانه شرح مناسبی در مورد هیچ چیز در آن وجود نداشت. به هر حال دکارت ساختار فلسفه‌ای کاملاً جدید را از پایین تا بالا ساخت، کاری که از زمان ارسطو کسی بدان مبادرت نکرده بود.

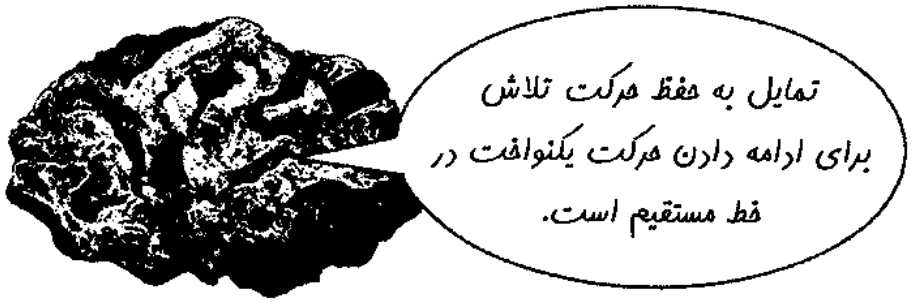
نیوتون فسلفه دکارت را به تمامی پذیرفت چون دکارت کسی بود که نوید رهایی از ارسطو را داده بود. ارسطو کاملاً بی‌ربط بود و دکارت حرفی برای گفتن داشت.

## پرسش‌ها و پاسخ‌ها

راه‌های گوناگونی برای نگاه‌کردن به حرکت وجود دارد.

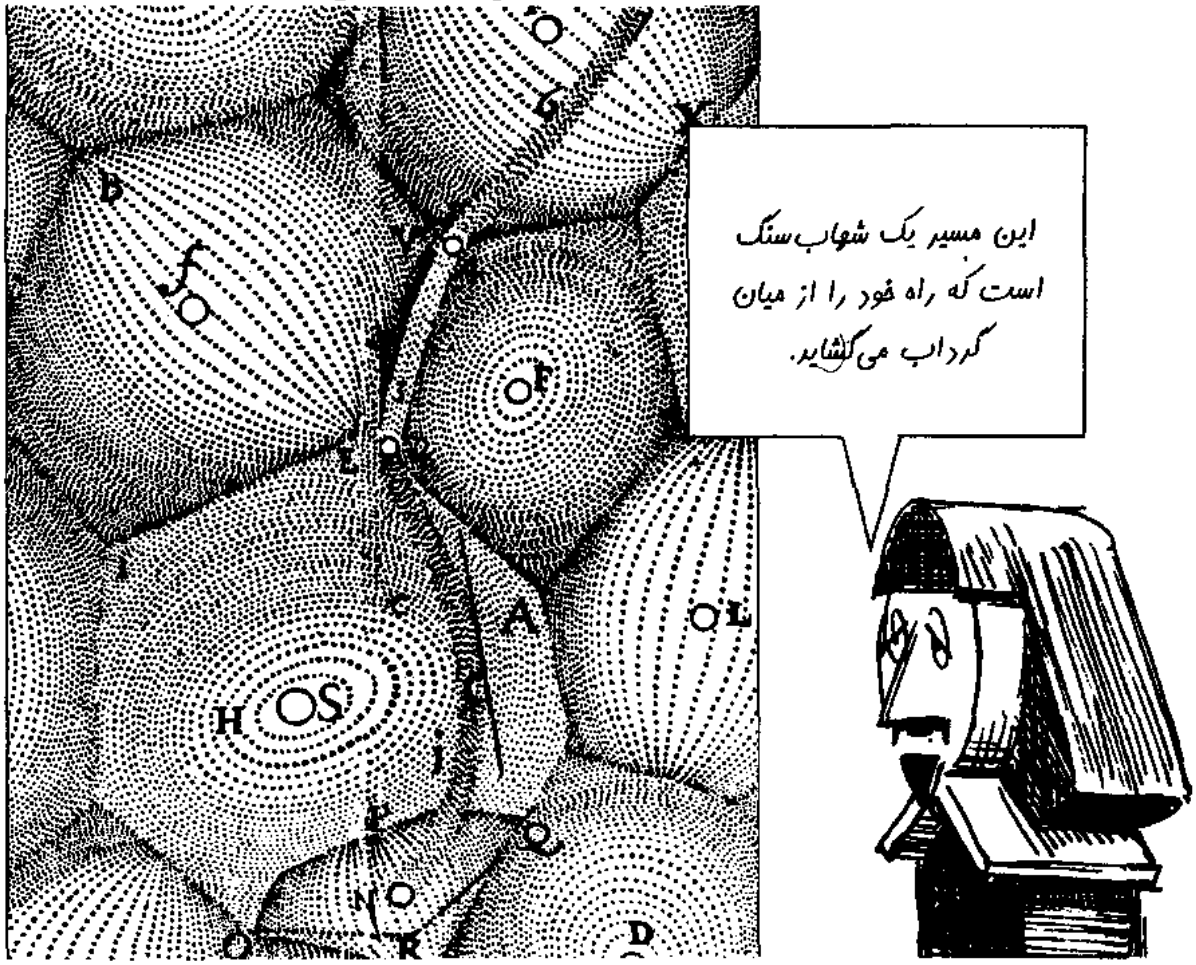




## گرداب

دومین قانون طبیعت دکارت حکم می‌کند که: جسم تمایل دارد در حالت سکون یا حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط باقی بماند. نتیجه این است که مسیر طبیعی سیارات خط مستقیم است نه مسیر دایره‌ای گالیله. یک سیاره در مسیری مستقیم حرکت خواهد کرد مگر اینکه اثر دیگری آن را وادار به انحراف از مسیر طبیعی‌اش کند. این فشار گرداب است که یک سیاره را در مدار منحنی‌اش نگه می‌دارد.




دکارت جهانی را تصور می‌کرد که کاملاً از ماده و حرکت ساخته شده است. قطعات اولیه ماده توسط خدا آفریده شده و به حال خود گذاشته شده‌اند تا بر یکدیگر سائیده شده و تکه‌هایی در سه اندازه مختلف تولید کنند. تراشه‌های دومین نوع ماده (سماوی) توسط گرداب‌های عظیم ذرات اولیه ناب مادهٔ کم‌چگال (اِتِر) مرکز گریزانه به یکدیگر فشرده می‌شوند (خورشید و ستارگان). پس‌مانده‌های درشت‌تر سومین قسمت، زمین و سیارات را به وجود می‌آورند.

گرایشِ مرکزگریزانهٔ مادهٔ افلاکی گردشی به دلیل قوهٔ جاذبه است. فشار چرخش ماده افلاکی چون نوری که از خورشید و ستارگان تابیده می‌شود، مشاهده می‌شود.

## حرکت دائمی

نیوتون گرچه کاملاً متقاعد نشد اما شیفته توجیه دکارت گشت. او به‌طور منظم شروع به نقد آن‌ها کرد. اگر قرار بود فشار موجب تولید نور شود پس می‌شد نتیجه گرفت که، «ما باید در شب به خوبی روز یا حتی بهتر از آن ببینیم.»

اگر گرداب دکارت واقعاً وجود دارد و تودهٔ جاذبه به سبب نزول ماده حاصل می‌شود...

در حالی‌که دکارت فکر می‌کرد فضا کاملاً از ماده پر نشده است یعنی ملاء است، نیوتون با گاسندی، لوکرتیوس و دموکریتوس در این‌باره که فضا خالی است هم‌عقیده بود، خلایی که اتم‌ها در آن حرکت می‌کنند.

# کتاب طبیعت

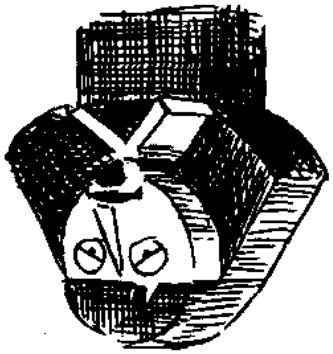
در نقاشی *مدرسهٔ آتن* اثر رافائل، افلاطون به آسمان و صور مثالی اشاره می‌کند در حالی‌که ارسطو برای تأکید گذاردن بر اهمیتِ آموختن از طبیعت، به زمین اشاره می‌کند. از میان این دو ارسطو گرچه چهل و پنج سال از افلاطون کوچک‌تر و شاگرد او بوده است بسیار پیشروتر تلقی شده است. در قرون وسطی فیزیک ارسطویی تقدیس شده بود و به صورت اصول جزمی کلیسا درآمده بود. بازگشتن شروع شد. ارسطو، کسی که برای نسل‌های پیشین نشان واقع‌گرایی و ارتباط نزدیک با طبیعت بود اکنون چون فیلسوفی از مدافتاده تلقی می‌شد که طرفداران خود را از دست داده بود.

ارسطو ۳۲۲ـ۳۸۴ قبل از میلاد  افلاطون ۳۴۷ـ۴۲۹ قبل از میلاد

گالیله عقیده نوافلاطونی را به اختصار این‌گونه بیان می‌کند «فلسفه، در *کتاب بزرگ طبیعت*، نوشته شده است که پیوسته بر نگاه خیره ما گشوده باقی خواهند ماند. اما یک کتاب تا وقتی که شخص ابتدا زبان آن را نیاموخته باشد و حروفی را که این زبان از آن تشکیل شده است کشف نکند، نمی‌تواند فهمیده شود. این کتاب به زبان ریاضی نوشته شده است و حروف آن مثلث‌ها، دایره‌ها و دیگر اشکال هندسی هستند که بدون آن‌ها حتی فهم کلمه‌ای از این کتاب برای انسان‌ها غیرممکن نیست، بدون این‌ها شخص در هزارتوی تاریکی گمراه خواهد شد.»

نیوتون به حلقه نوافلاطونی کمبریج کشانده شد. آن‌ها مصمم بودند نفوذ ریاضی‌تر افلاطون را جایگزین تأثیرات خفقان‌آور ارسطو کنند. رهبر برجسته این گروه ایزاک بارو، استاد کرسی لوکاس در ریاضیات بود.

*چشم‌ها را به کمک گوش‌هایتان بیاورید. تجربه را همدم و مونس استدلال کنید.*
*– بارو*



نوافلاطونیان احساس کردند که دکارت در حذفِ صورت‌های معنوی و غیرمادی دنیای طبیعی افراط کرده است و تنها ماده و حرکت را باقی گذاشته است. برخلاف دکارت، کیمیاگران ایده‌های خود را به وسیله آزمایش با پرسش از طبیعت به دست می‌آوردند.

ایزاک بارو ۷۷ـ۱۶۳۰

*دکارت نظم فلسفه‌ورزی را معکوس کرده بود. آموختن از اشیاء به نظر او خوب نرسید بلکه او تحمیل کردن قوانینِ خود به اشیا را ترجیح داد.*

*او ابتدا حقایقی راکه فکر می‌کرد مناسب است جمع‌آوری کرد. اصولی که او قالب‌بندی کرد بدون مشورت با طبیعت بود.*

نیوتون از بارو آموخت که فلسفهٔ کیمیاگری معادل ریاضیات و تجربیات کیمیاگری است و تجربیات کیمیاگری، معادل آناتومی و گیاه‌شناسی هستند. نیوتون از هنری‌مور که یکی دیگر از اعضا حلقه نوافلاطونیان کمبریج بود احترام به ادبیات کهن و رازآلود را آموخت و به این باور رسید که اسرار واقعی درون این‌ها قرار دارند.

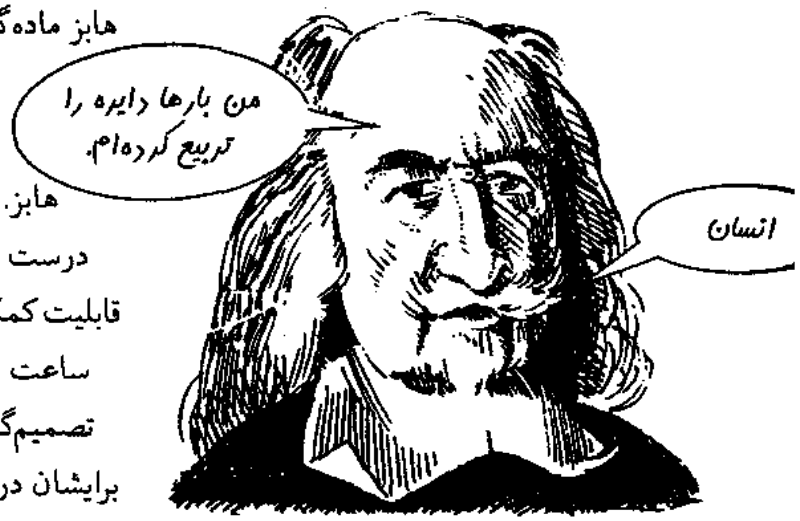
## روحِ طبیعت

هنری مور در گرانتهام متولد شد و معلم دکتر کلارکِ داروساز بود. نیوتون پیش از این با دیدگاه فلسفی مور هنگام مطالعهٔ کتاب‌هایِ دکتر کلارک آشنا شده بود.

مور ابتدا فلسفهٔ دکارتی را چون «معقول‌ترین و معتبرترین فلسفه از جهان مسیحی یافت. اما با گذشت زمان ظن او نسبت به فرجام ناخوشایند جدایی دکارتی ماده و روح فزونی گرفت. مور برای تعدیل مواضع دکارت درگیر مکاتبات بی‌فایده‌ای با او شد.

نقد او بر مکانیک دکارتی در کتاب *جاودانگی روح* ۱۶۵۹ مندرج است. با گذشت زمان معنای ضمنی نظریه‌های مکانیکی آشکارتر می‌شد. بدترین شکل ترس نوافلاطونی در شخص توماس هابز تجسم یافت.

شخصیت مورد انزجار نوافلاطونیان، تامس هابز ماده‌گرای تمام عیار بود که درگیر بحث تلخ ریاضی با بارو شد.



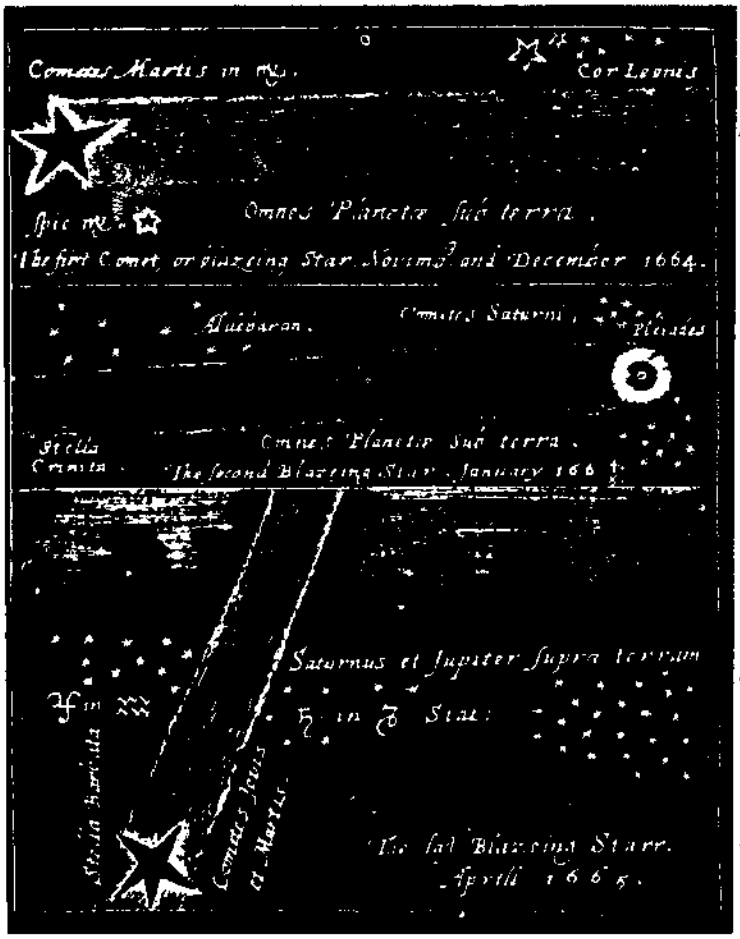
توماس هابز ۱۶۷۹-۱۵۸۸

هابز انسان‌ها را کاملاً فاقد هرگونه درکِ درست و نادرست می‌دانست. آن‌ها بدون قابلیت کمک به یکدیگر مانند چرخ‌دنده‌های ساعت هستند. از آنجا که انسان‌ها قادر به تصمیم‌گیری اخلاقی نیستند، این‌ها را باید برایشان درست کرد. او فلسفه‌اش را در کتاب *لویاتان* تبیین کرد.

*در وضع طبیعی نه مالکیت، نه عدالت، نه بی‌عدالتی، بلکه فقط جنگ وجود دارد. و این جنگ به گونه‌ای است که همه انسان‌ها در برابر همه انسان‌ها قرار می‌گیرند. قوه قهریه و دغل‌کاری، دو فضیلت عمده و اساسی در جنگ هستند. انسان‌ها تنها به دلیل خودخواهی محض مجبور به همکاری هستند. قانون و اخلاقیات چیزی جز خشونت سازماندهی شده نیستند. تمایل غالبِ انسان‌ها، صیانت نفس است که عمدتاً به صورت ترس و ترس پیوسته از خطر مرگِ خشونت‌بار نمایان می‌شود؛ و زندگی انسان در انزوا و تنهایی و فقر و ناپاکی و نابخردی سپری می‌شود و کوتاه است.*

نظریات دکارت پیامدهای خطرناک در خود داشت؛ اما در آن زمان این نظریات تنها راهی بودند برای شکستن محدودیت‌هایی که ارسطو ایجاد کرده بود.

## ستاره درخشان




در نوامبر ۱۶۶۴ ستارهٔ دنباله‌داری در آسمان ظاهر شد که رنگْ پریده، کم‌توان و کدر به نظر می‌آمد و حرکتی بسیار سنگین و پرابهت و آرام داشت، اما وحشتناک و ترسناک بود. به نظر می‌رسید که ستارهٔ دنباله‌دار مستقیم از روی شهر لندن گذشت و آنقدر به خانه‌ها نزدیک بود و واضح به نظر می‌رسید که روشن بود به طور خاص چیزی را برای این شهر به ارمغان آورده است.

در ابتدای دسامبر دو مرد که به گمان مردم فرانسوی بودند از مرض طاعون در بخش شمالی دروری لین مردند. طاعونِ گاوی که در قدیم «مرگ سیاه» نامیده می‌شد، بازگشته بود. پیش از پایان یافتن اپیدمی یک پنجم جمعیت لندن مردند.

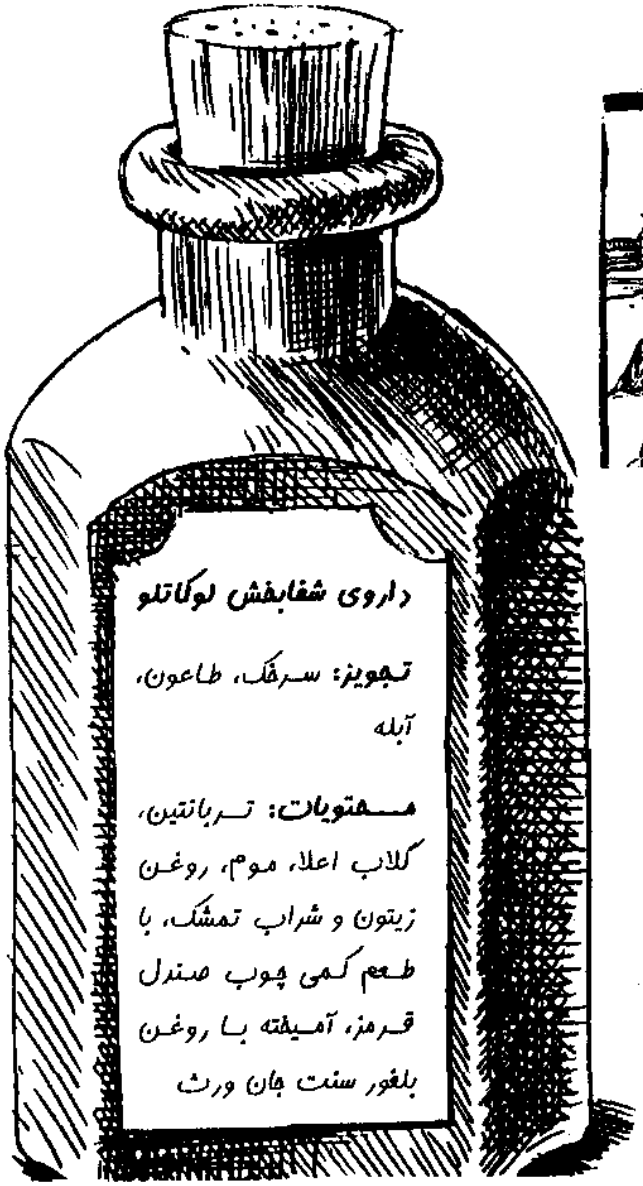
## سریع و سهمگین

یک ستاره دنباله‌دار دیگر با نیروی خردکننده بی‌رحمش ظاهر شد. این یکی فروزان، سریع و سهمگین بود و انگار قسم خورده بود که مجازات سخت دیگری را برای شهر بیاورد.

کمیسیونی که توسط پارلمان برای کشف علت طاعون فراخوانده شده بود می‌دانست که گناه را باید به گردن چه کسی بیندازد؛ قطعاً خداوند از انتشار کارهای هابز به خشم آمده بود.

ایزاک برای طاعون داروی خود را داشت.

کسب و کار متوقف شد و درباریان شهر را ترک گفته و کسانی‌که توانایی‌اش را داشتند به حومه شهر گریختند. در سال ۱۶۶۵ طاعون به کمبریج رسید در نتیجه دانشگاه تعطیل شد و قرار شد که دو سال تعطیل بماند. نیوتون به خانه‌اش در وولستروپ بازگشت و از قید تحصیلات ارسطویی آزاد شد.



## یک کتاب پیش پا افتاده

ایزاک شروع کرد به آموختن هر موضوعی که به فکرش می‌رسید. او ابتدا به سمت ریاضیات کشیده شد.

افلاطون توصیه کرده بود که آموختن را با ریاضیات شروع کنیم زیرا علمی است که بسیار محتاطانه پیش می‌رود و هیچ‌چیز را تا زمانی که قویاً اثبات نشود نمی‌پذیرد.

او یک کتاب راجع به نجوم خرید اما نتوانست یکی از شکل‌های آن را بفهمد به همین دلیل اصول اقلیدس را خرید و در فهرست به دنبال قضایایی گشت که به آنها نیاز داشت و آنها را بدیهی یافت. اشتهای او برای هندسه زیاد بود او شروع به فراگرفتن آموزه‌های اسکوتن، آوترد، و الیس و دکارت کرد.

## کمیتِ کیفیت

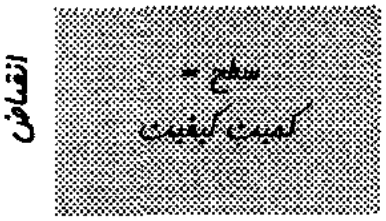
هیپارخوس (۱۲۶ ـ ۱۶۱ قبل از میلاد) اولین کسی بود که با استفاده از مختصات (طول و عرض) نقاطی را روی نقشه مشخص کرد.

نیکلاس اورِسم از این ابزار گرافیکی برای مسئله قرون وسطایی انقباض و انبساط شکل‌ها استفاده کرد. این شیوهٔ کم و زیاد کردن شدت را *حسابان* می‌نامیدند.

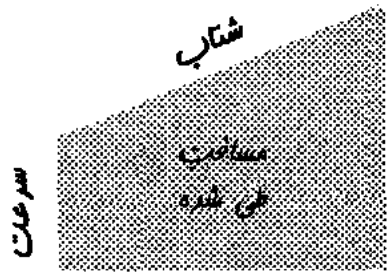
این شیوه برای متغیرهایی چون دما، نور، وزن و حتی عشق استفاده می‌شد. اما کیفیتی که بیشترین بهره را از این روش برد، حرکت بود.

با در نظر گرفتن سرعت لحظه‌ای به عنوان محور عرض‌ها و زمان به عنوان محور طول‌ها اُرِسم توانست نموداری برای «حرکت با شتاب ثابت» به دست آورد. مسافت طی شده از سطح زیر منحنی به دست می‌آمد.

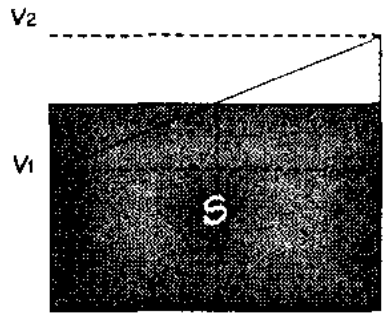
مثالی از حرکتی که به طور منظم تغییر می‌کند سرعت گرفتن یک جسم در حال سقوط است. اُرسم پیشنهاد داد مسافت طی شده در طی حرکتی با تغییر منظم در زمان داده شده برابر مسافت طی شده جسم با حرکت ثابت در مدت مساوی اما با سرعت متوسط اولی است.

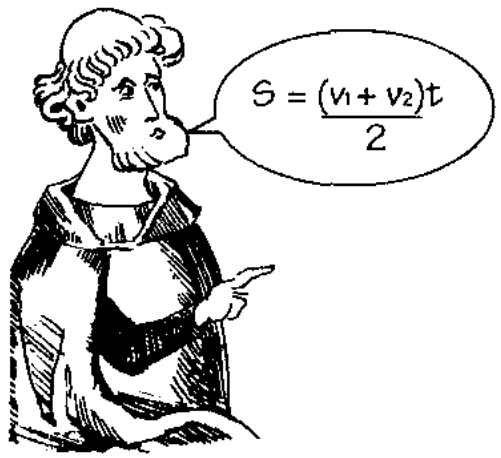



حرکت یکنواخت



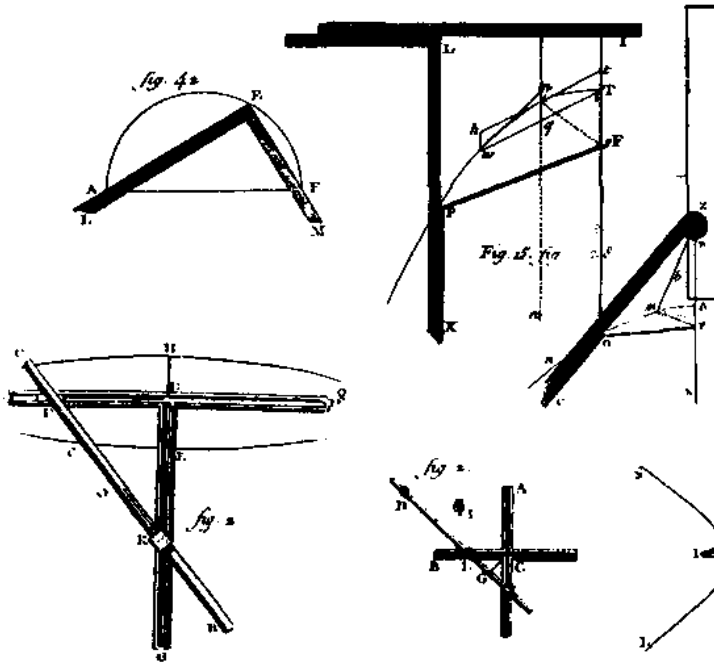

حرکت با شتاب ثابت




نیکلاس اُرسم ۸۲ ۱۱۲۲۳ اسقفِ لیزیو

گالیله



دکارت

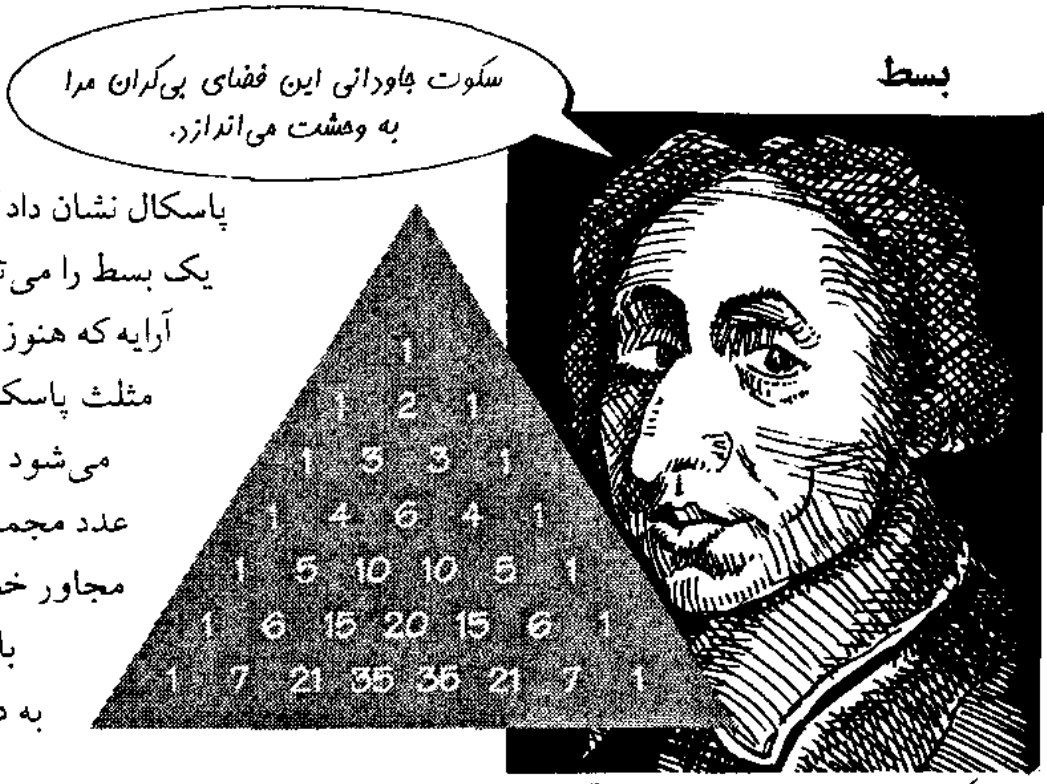
*هندسه اقلیدسی بیش از اندازه به اشکال وابسته است. و می‌تواند قوهٔ شهود را به قیمت فرسودگی قدرت خلاقه پرورش دهد.*

دکارت بهترین‌های جبر و هندسه را در قالب **هندسه تحلیلی** به هم آمیخت. اکنون، نه تنها بیان هر معادله‌ای به صورت هندسی ممکن شده بود، بلکه هنگامی که انواع منحنی‌ها به صورت معادله نوشته شدند معلوم شد که تا چه حد این منحنی‌ها با معادلات مختلف ارتباط دارند. این اتحاد بین جبر و هندسه قبلاً هم به کار رفته بود اما پس از دکارت بود که این سیستم جدید به طور وسیع شناخته شد.

•

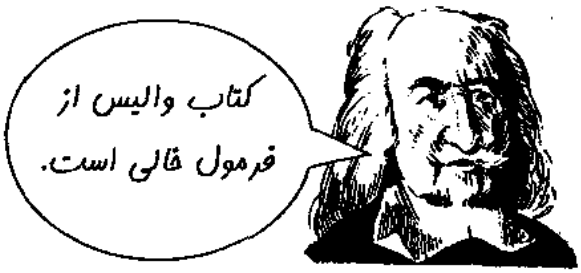
**نپر** از یک منحنی برای نشان دادن رابطه‌ای بین لگاریتم و اعداد استفاده کرده بود. اما او ثابت کرد غیرممکن است که بتوان منحنی را با مربع افنا کرد. برای محاسبهٔ اعداد گنگ (مانند پایه لگاریتم‌ها)، نیاز به آن بود که آن‌ها را به صورت سری نامحدودی بسط داد تا سپس بتوان آن‌ها را جزءبه‌جزء جمع زد و به دقت موردنظر رسید.

در **هندسه** منحنی‌های مختلف را به خوبی می‌شناختند، اما تنها با روش‌های ترسیم‌شان. هیچ روش ثابتی برای دستکاری آن‌ها و هیچ روش کلی‌ای برای بیان خصوصیات یک منحنی وجود نداشت. همچنین **جبر** هم به قول دکارت «پر از سردرگمی و ابهام بود و برای پیچیده کردن مسائل ساخته شده بود».




پاسکال نشان داد که ضرایب یک بسط را می‌توان از یک آرایه که هنوز هم به اسم مثلث پاسکال شناخته می‌شود و در آن هر عدد مجموع دو عدد مجاور خود در سطر بالایی است به دست آورد.

بلز پاسکال ۶۲ ـ ۱۶۲۳ مخترع ساعت مچی، سرنگ، ماشین‌حساب جیبی و چیزهای جوروواجور دیگر.




توماس هابز

تعداد زیادی از بسط‌های مفید قبلاً شناخته شده بودند. نیوتون با بسط نامتناهی جان والیسی برای محاسبه تقریبی عدد $\pi$ در کتاب حساب بی‌نهایت‌ها آشنا شده بود.

$$\frac{\pi}{2} = \frac{2}{1} \times \frac{2}{3} \times \frac{4}{3} \times \frac{4}{5} \times \frac{6}{5} \times \frac{6}{7} \times \dots$$

به تبعیت از والیس، نیوتون شروع به پر کردن جاخالی‌های بین اعداد در مثلث پاسکال کرد سرانجام او روشی برای یافتن ضرایب سری‌های نامحدود بدون استفاده از مثلث حتی برای عبارات منفی و کسری ابداع کرد. فرمول نیوتون که اکنون «قضیه دو جمله‌ای» نامیده می‌شود. به این صورت است:

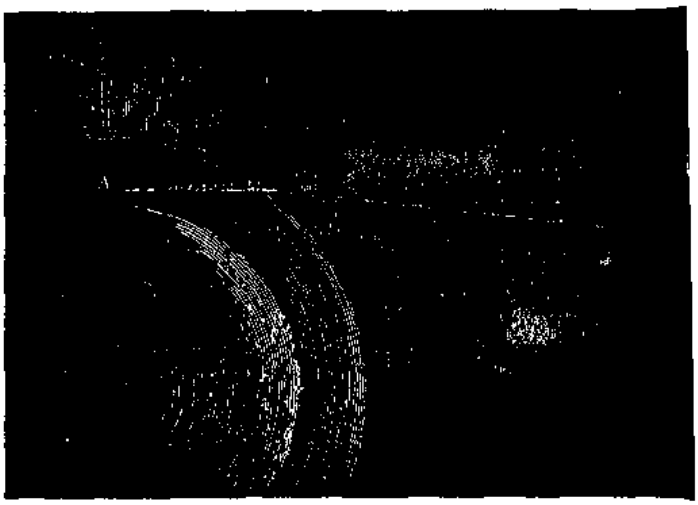
$$(P+PQ)^{m/n} = P^{m/n} + \frac{m}{n}AQ + \frac{m-n}{2n}BQ + \frac{m-2n}{3n}CQ + \frac{m-3n}{4n} + DQ + \dots$$

## هذلولی

نیوتون به هذلولی $y=\frac{1}{(1+x)}$ هجوم برد و با استفاده از سری‌های نامحدودی که تولید شد او شروع به محاسبه لگاریتم تا ۵۵ رقم اعشار کرد.

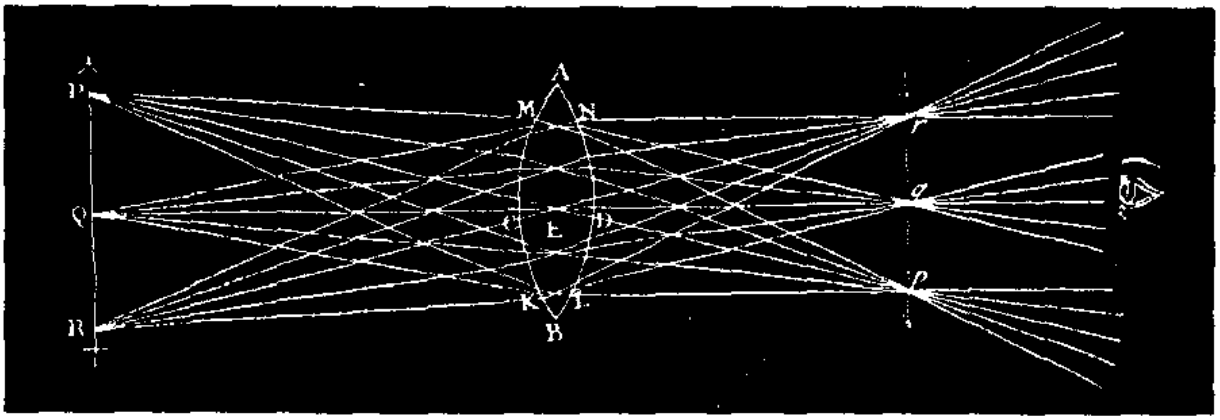
سری‌های نامحدود دیگر فقط وسیله تقریب زدن نبودند بلکه کاملاً معادل توابع محدود بودند. **قضیه دو جمله‌ای** استفاده از بی‌نهایت را توجیه می‌کرد. **ترس از بی‌نهایت** که از زمانِ زنون، ریاضی‌دانان را گرفتار کرده بود، از میان رفت و محاسبه رها و آزاد شد.

یک سال پس از اولین باری که ایزاک کتاب اقلیدس را گشود بدنهٔ اصلی ریاضیات تا آن دوران را فراگرفته بود. از حالا به بعد او به خودش متکی بود.



ارشمیدس، اُرسم، کپلر، گالیله و دکارت همگی مساحت را به وسیله جمع مساحت‌های بی‌نهایت کوچک محاسبه کرده بودند. نیوتون با این فرض که سطوح از حرکت پیوستهٔ نقاط و خطوط و صفحات ساخته می‌شوند، به مسئله افزایش لحظه‌ای مساحت در یک نقطه پرداخت و با استفاده از این مقدار تغییر، کل مساحت را محاسبه کرد.

یافتن سطح زیر منحنی‌ها به صورت کامل به وسیله گذشتگان بررسی شده بود. اما مسائلی که بار سنگینی را بر دوش ریاضی‌دانان جدید نهاد ــ عدسی‌ها، آینه‌های مقعر و محدب، تغییرات جَوی، مدار سیارات، حرکت ماه برای مکان‌یابی کشتی‌ها، مسائل مربوط به خطوط مماس، بودند.



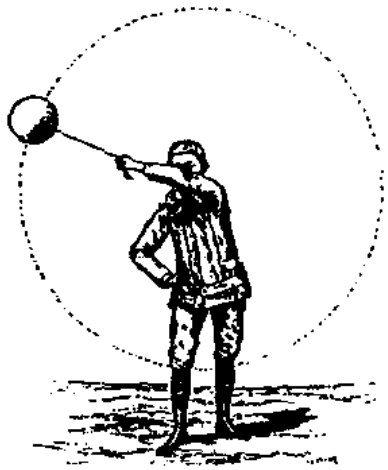

نیوتون دریافت که مسائل مربوط به خط مماس و سطح کاملاً مشابه یکدیگر اما معکوس هم هستند. بنابراین او یک همبستگی میان این دو به وجود آورد. یک قضیه عمومی برای معادلات، خطوط مماس، سری‌های نامحدود و مساحت‌ها، یک راه‌حل عمومی برای تمامی منحنی‌ها. نیوتون حسابان را ابداع کرد. او این را «حساب تغییرات یا حساب فاصله» نامید. نامی که از ایده جریان داشتن می‌آید. کمیت ریاضی متغیری که توسط حرکت به وجود می‌آید یک رونده و نرخ تغییر آن یک حساب فاصله است.

*حسابان هنر شمارش و تخمین زدن دقیق چیزی است که وجود آن درک شدنی نیست.*

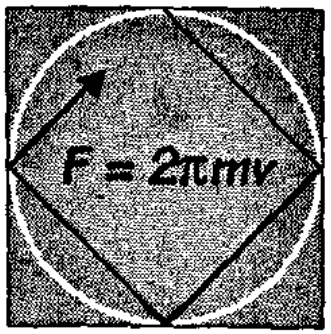
ولتر

## سقوط

اگر زمین در حال چرخش است پس چرا، آن‌گونه که پیش‌بینی ارسطو ایجاب می‌کند، سیب پایین می‌افتد منحرف نمی‌شود و یا بالا نمی‌رود؟



یک جسم در حال حرکت دورانی دائماً می‌خواهد از مرکز دور شود مثل یک سنگ که به نخی بسته شده است و چرخانده می‌شود. تنها کشش نخ است که از پرتاب آن در جهت یک خط مماس جلوگیری می‌کند. نیوتون برای محاسبه نیروی لازم برای نگه‌داشتن یک جسم در حال حرکت دورانی، نیروی لازم برای بازگرداندن یک جسم به حالت اولش را در برخورد با اضلاع یک مربع محاسبه کرد.

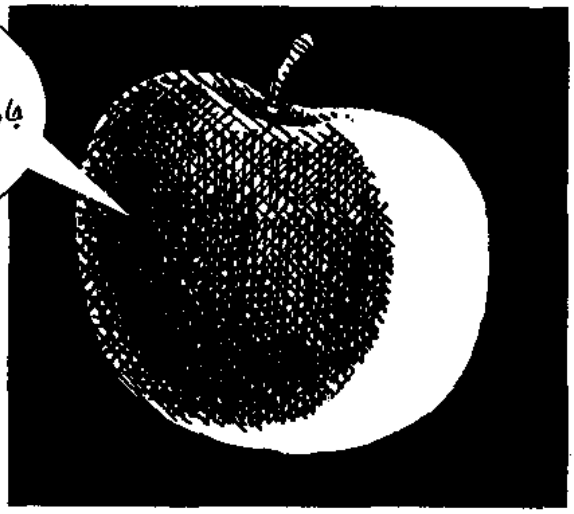



*بنابراین اگر جسمی توسط اضلاع یک چندضلعی محاطی با تعداد بی‌شماری از اضلاع (مثل دایره) منعکس شود نیروی انعکاسی برابر نیروی حرکت جسم از همه اضلاع (محیط) نسبت به شعاع آن است.*

*نیوتون با استفاده از یک آونگ نیروی وارد شده از طرف زمین جهت پرتاب ما به سوی فضا را تنها $\frac{1}{350}$ ام نیروی قوهٔ جاذبه‌ای که ما را به زمین چسباند، محاسبه کرد.*

## تقریباً نزدیک

به ذهن نیوتون خطور کرد که قوهٔ جاذبه (که باعث می‌شود سیب از درخت به زمین بیفتد) به یک فاصله خاص از زمین محدود نیست.این نیرو قاعدتاً باید بسیار گسترده‌تر از آن باشد که گمان می‌رود.



چرا تأثیر جاذبهٔ ماه نباشد بنابراین جاذبهٔ زمین باید بر حرکت ماه تأثیر بگذارد و آن را در مدارش نگه دارد.

او از خودش پرسید که تلاش ماه برای دور شدن از مرکز زمین چه ماهیتی دارد؟ او نیروی وارده بر ماه را $\frac{1}{4000}$ نیروهای جاذبه در سطح زمین محاسبه کرد. و زمانی که قانون سوم کپلر را در فرمول جدید خود برای نیروی دَوَرانی جانشین کرد متوجه شد که...

درست مثل قانون عکس مربعات من برای نور.

کوشش برای دور شدن از خورشید با معکوس مربع فاصله از خورشید رابطه دارد.

تعداد $\frac{1}{4000}$ برای ماه، الهام‌بخش بود اما این فقط تقریبی برای مقدار $\frac{1}{3600}$ بود که او انتظار داشت با در نظر گرفتن ۶۰ برابر شعاع زمین به عنوان فاصله زمین تا ماه به دست آورد. همان‌طور که نیوتون تخمین زد این مقدار «تقریباً نزدیک» بود اما به اندازه کافی مناسب نبود و بنابراین او ایده‌اش را برای زمانی دیگر نگه داشت.

از زمان آدم تاکنون او تنها موجود فانی است که این را فهمید با یک سیب، یا با یک سقوط

لرد بایرون

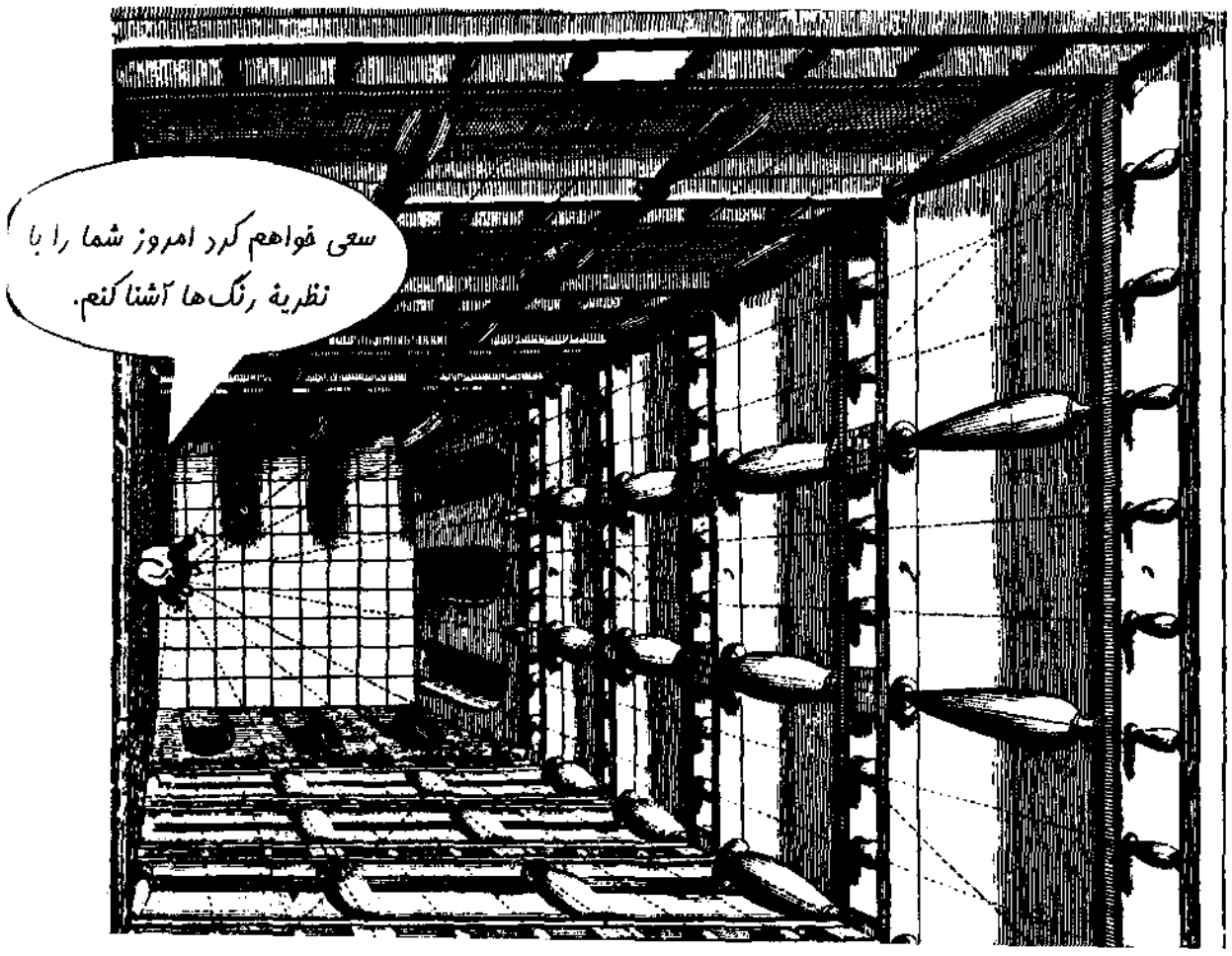
## کرسی لوکاس

نیوتون پس از طاعون و بازگشت به کمبریج به سرعت مدارج علمی را طی کرد. در سال ۱۶۶۷ او با حقوق ۱۳ پوند و ۶ شلینگ و ۸ پنی به عنوان عضو هیئت علمی کالج ترینیتی برگزیده شد. او در زمرهٔ معدود افرادی بود که جای ثابتی داشتند. در سال ۱۶۶۹ ایزاک بارو به نفع نیوتون از مقام استادی کرسی لوکاس کناره‌گیری کرد. اکنون نیوتون بالاترین سمت را در کالج داشت و علاوه بر سمت سالی ۱۰۰ پوند نیز درآمد داشت.

وظائفش شامل یک سخنرانی در هفته بود. به این ترتیب آینده‌اش نیز تأمین می‌شد.

*با همهٔ توانم از بی‌عدالتی، بدعت‌گذاری، قتل، نفاق، دزدی، زنا، بی‌وفایی، نقض عهد یا غفلت‌زدگی غیرقابل تحمل، دوری می‌کنم.*

اما او ابداً شناخته شده نبود. ایزاک بارو گزارش می‌دهد که زمانی که پرفسور جوان سخنرانی می‌کرد «عده معدودی برای گوش دادن به سخنرانی‌اش می‌رفتند و تعداد کمی حرف‌های او را می‌فهمیدند. و غالباً وقتی به گونه‌ای رفتار می‌کرد که گویی منتظر عکس‌العمل مستمعین است، انگار برای دیوارها صحبت می‌کرد.»



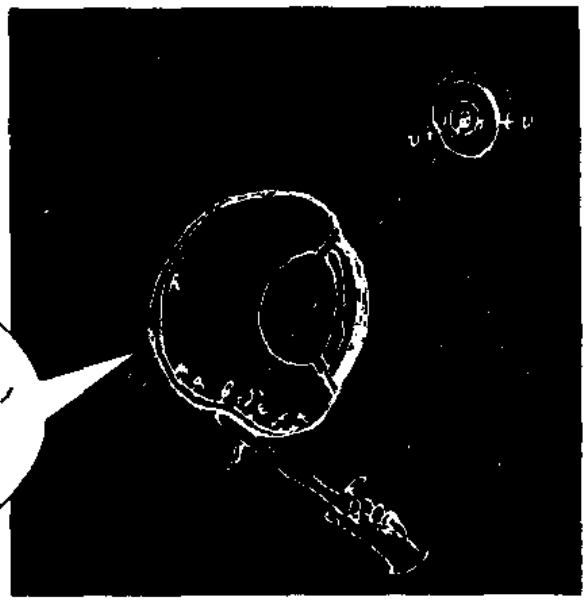
# جوال‌دوز

در سال ۱۶۶۵ رابرت هوک کتاب «میکرو گرانیا» خود را منتشر کرد. که شامل نقاشی‌هایی عالی از گل‌ها بود و توسط کریستوفر ورِن ترسیم شده بود. اما این فقط کتابی راجع به میکروسکوپ نبود.

*من یک جوال‌دوز را بین چشم و استخوان گونه‌ام تا جایی که می‌توانم فشار می‌دهم و با چشم به ته آن فشار می‌آورم. در این هنگام دوایر سفید تاریک و رنگی ظاهر شدند. وقتی که فشار دادن به چشم را با جوال‌دوز ادامه دادیم این دوایر به واضح‌ترین حد خود رسیدند.*

او متوجه شد که هوک و درواقع همهٔ دیگران (از زمان افلاطون تا دکارت) در مورد ماهیت نور دچار سوءتفاهم شده‌اند.

ایزاک در تحقیق راجع به پدیده رنگ از هیچ کاری دریغ نکرد. برای تجربه اظهارات نوافلاطونی‌ها، به تجربه کردن روی آورد. او در نگاه کردن به خورشید تا حدی پیش رفت که موقتاً کور شود، و جوالدوز را به پشت کره چشم خود فرود کرد که آثارشان آن را ببیند.



## تاریکی و روشنایی

نظریه رایج این بود که رنگ از تلفیق نور و تاریکی به وجود می‌آید: طبق این نظر قرمز،نور سفید خالصی بود که اندکی با تاریکی آمیخته شده بود. و آخرین مرحله پیش از تاریکی کامل نور آبی بود.

**دکارت** پرتوی نوری را از داخل یک منشور تخت گذراند و نور حاصل را دو اینچ دورتر بر روی تکه‌کوچکی از کاغذ آزمود.

مدارک مبتنی بر تجربه...

**هوک** پرتو نوری را از داخل یک جام شیشه‌ای پر از آب عبور داد و آن را دو فوت آن طرف‌تر روی کاغذ تاباند.

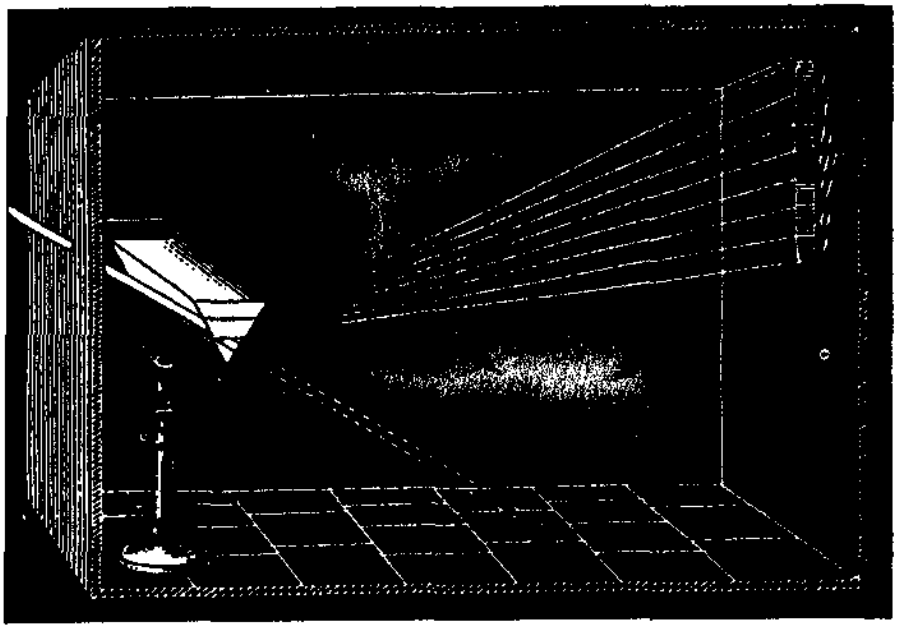
**نیوتون** پرتوی نوری را از داخل یک منشور روی دیواری که ۲۲ فوت دورتر بود، انداخت.

بنابر نظریه دکارت بایست تنها دو لکّه وجود می‌داشت؛ یکی قرمز و دیگری آبی. در عوض نیوتون یک طیف پیوسته به دست آورده یک رنگین‌کمان به طول هشت اینچ.

## ادعای متناقض

براساس یافته‌های نیوتون، طیف رنگ‌ها چیزی جدا از درجه‌بندی خاکستری از نور به تاریکی است. وقتی که اجرام رنگی نور منعکس از خود را بر رویِ یک تکه کاغذ سفید می‌تابانند کاغذ سفید آن رنگ را به خود می‌گیرد. و اگر این درست باشد هنگامی که نور از یک جسم درخشان سیاه به کاغذ بخورد، کاغذ باید به صورت تناقض‌آمیزی سفید به نظر آید نه سیاه.

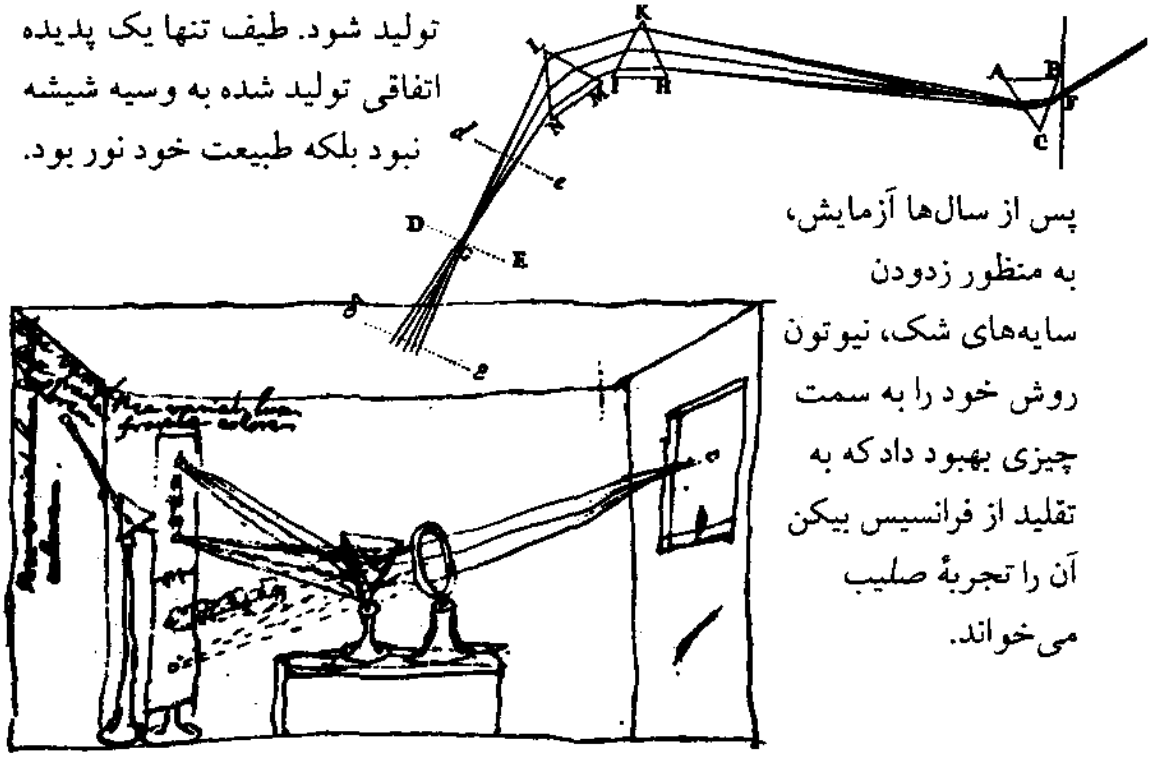
## انکسار در شیشه



*بنفش،*
*نیلی،*
*آبی،*
*سبز،*
*زرد،*
*نارنجی،*
*قرمز*

برای اطمینان کامل او باید ثابت می‌کرد که طیف با هر شکستی در شیشه ایجاد نمی‌شود. به همین دلیل او در سال ۱۶۶۸ یک منشور دیگر از نمایشگاه استاربریج خرید. او منشور دوم را به شکل وارونه پشت اولی قرار داد. با این روش تغییرات به وجود آمده به واسطه ناهمواری‌های تصادفی موجود در شیشه جبران شدند و از سوی دیگر تأثیرهای به وجود آمده به واسطه شکل مثلثی منشور قاعدتاً باید خنثی می‌شد.

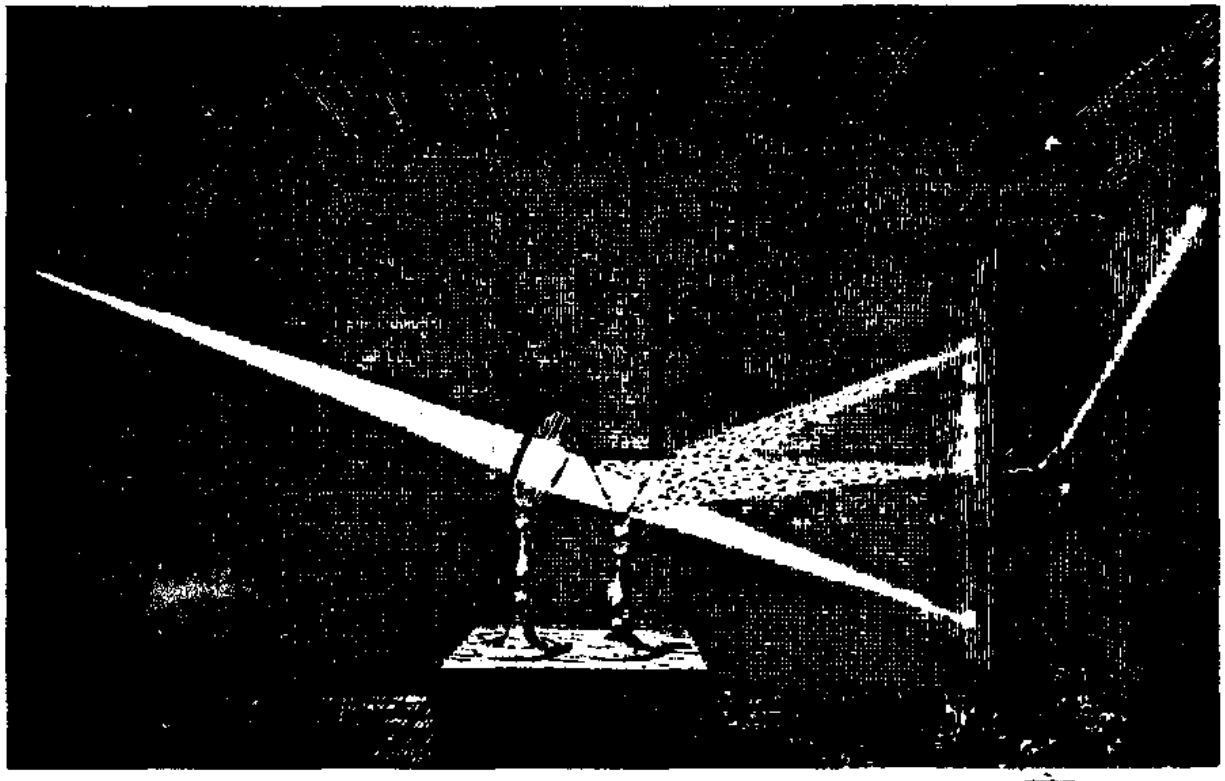
نتیجه نهایی یک لکه گرد و سفید و خالص از نور بود، دقیقاً مثل اینکه از میان هیچ منشوری نگذشته باشد. نور سفید می‌توانست از تلفیق تمام رنگ‌ها تولید شود. طیف تنها یک پدیده اتفاقی تولید شده به وسیه شیشه نبود بلکه طبیعت خود نور بود.




پس از سال‌ها آزمایش، به منظور زدودن سایه‌های شک، نیوتون روش خود را به سمت چیزی بهبود داد که به تقلید از فرانسیس بیکن آن را *تجربهٔ صلیب* می‌خواند.

## قضیه اصلی

او توانست با درست کردن تخته‌هایی با سوراخ کوچک، پرتو نور تک‌رنگ را از طیف جدا کند. این پرتو نور تک‌رنگ با گذر از منشور دوم تغییری نمی‌کرد.
پرتو آبی‌رنگ، آبی و پرتو قرمز رنگ قرمز باقی ماند، اما با کسری از یک زاویه خمیده می‌شدند.

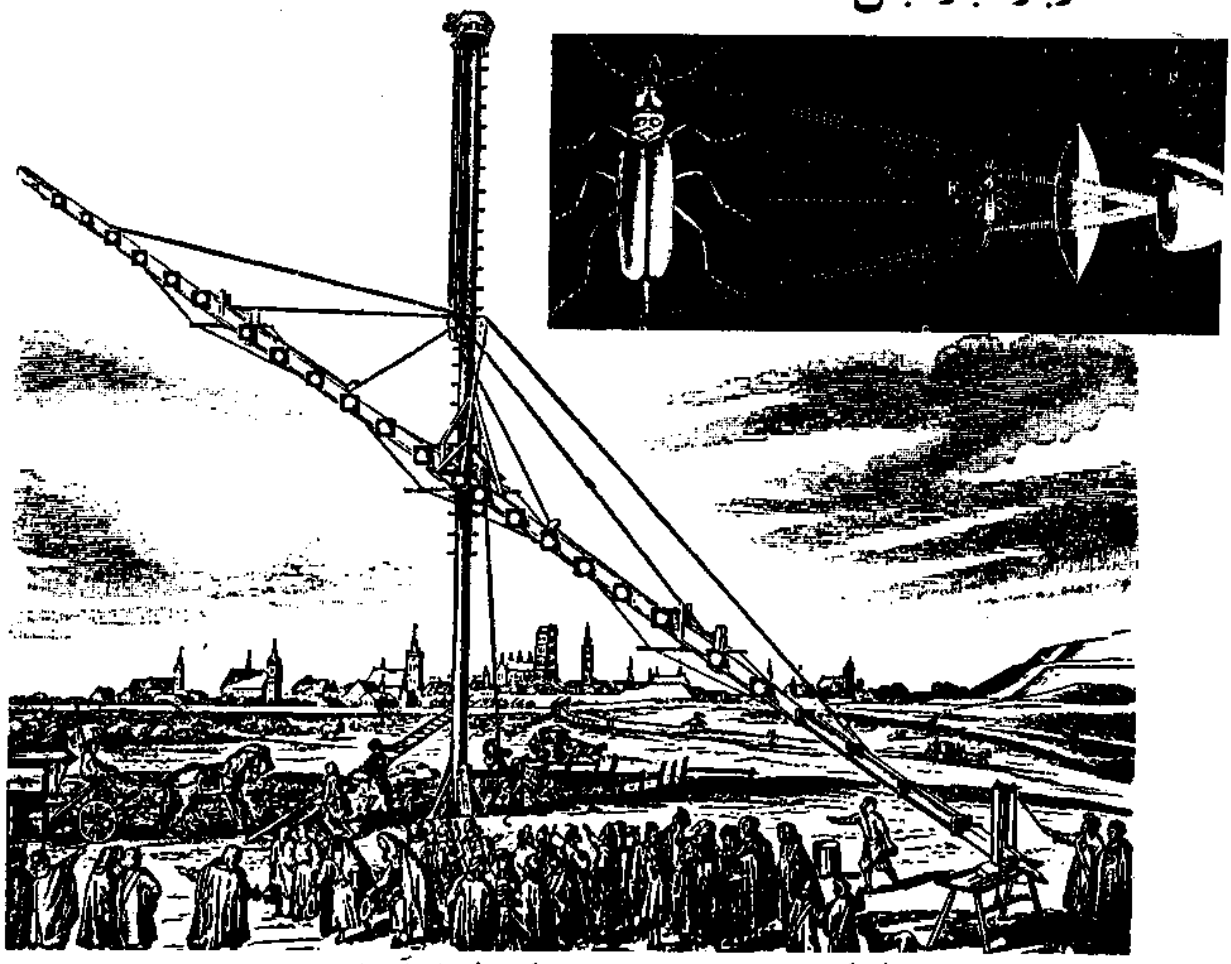


نیوتون در حالی‌که شیفته رنگ‌ها در حباب صابون و دیگر لایه‌های نازک شده بود، آزمایش‌هایی برای اندازه‌گیری آن‌ها انجام داد. او با فشردن یک عدسی شیشه‌ای با انحنای معلوم روی یک صفحه شیشه‌ای باعث ظاهر شدن حلقه‌های رنگی شد، که به اسم *حلقه‌های نیوتون* شناخته می‌شوند.

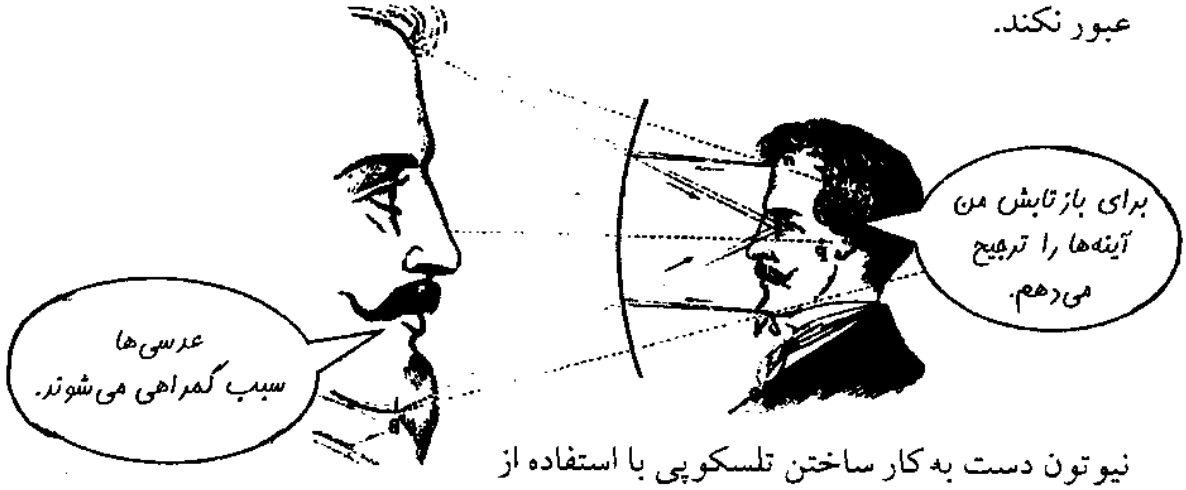
«اجسام» به گفتهٔ نیوتون از ذرات شفافی ساخته شده‌اند که ضخامت آنها تعیین‌کننده نوری است که منعکس می‌کنند. همان‌طور که ضخامت هوای بین عدسی و شیشه، رنگ حلقه‌ها را مشخص می‌کند.

*اندازه‌گیری‌های ایزاک که با چشم انجام شد تا یک صدم اینچ دقت داشت.*

## دربارهٔ بازتابش



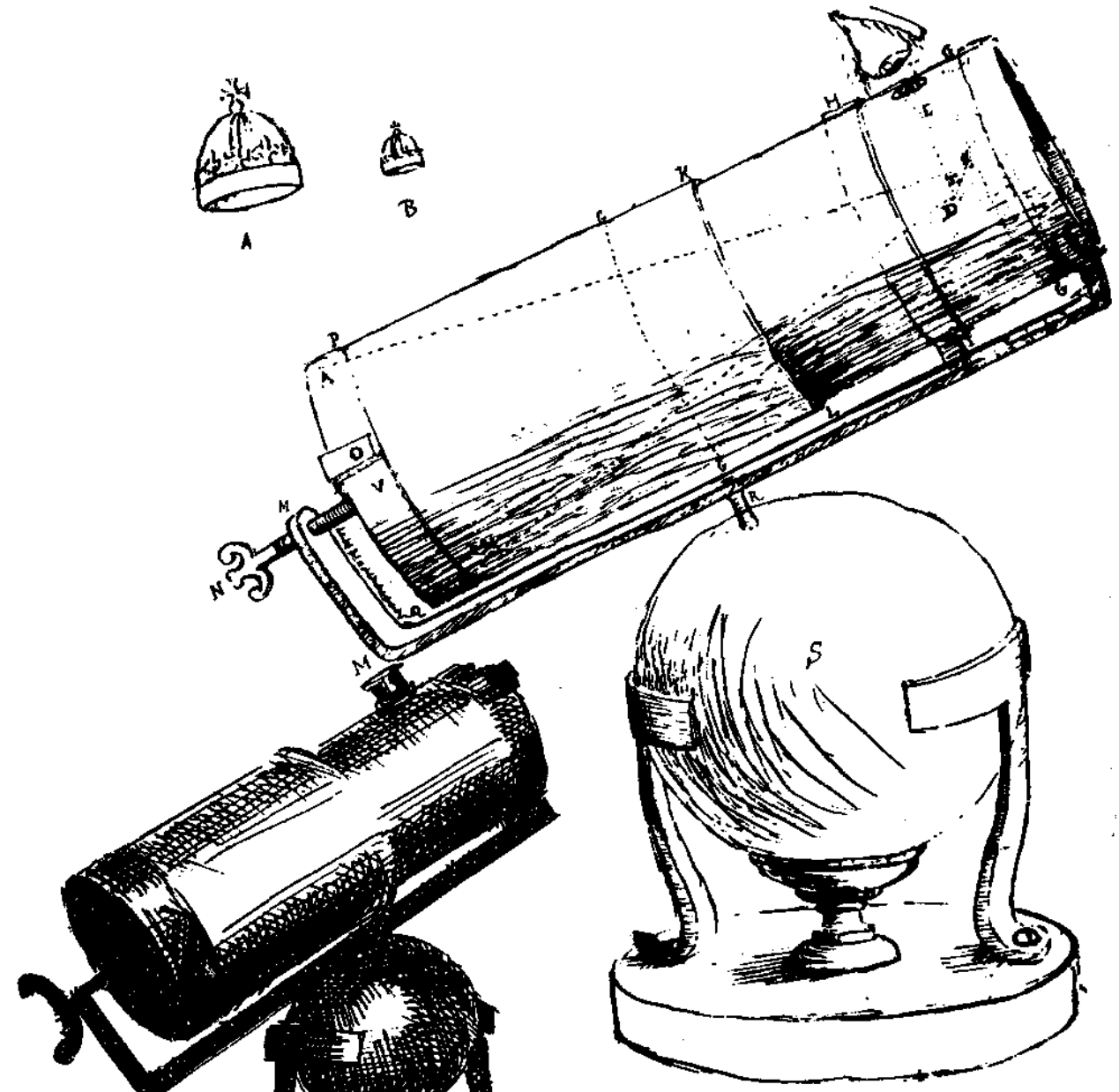
در سال ۱۶۰۰ تلسکوپ‌هایی وجود داشت که طول آنها به حدود ۲۰۰ فوت می‌رسید اما باریکه‌های رنگی که به سبب شکست نور در عدسی‌هاشان به وجود می‌آمد، کارآیی آنها را محدود می‌کرد. عدسی‌ها سطحی کروی داشتند، بنابراین نیوتون سعی کرد عدسی‌هایی که سطح‌شان منحنی‌های دیگری بودند، بسازد تا از شرِّ نورهای مزاحم خلاص شود. نتایج او را متقاعد کرد این کار غیرممکن است. بنابراین او شیشه‌گری را رها کرد. نیوتون دریافت که بازتابش نور عادی مستقل از رنگ‌های گمراه‌کننده خواهد بود، اگر نور از سطح اجسام منعکس شود و از آن‌ها عبور نکند.




نیوتون دست به‌کار ساختن تلسکوپی با استفاده از آینه‌ها به جای عدسی‌ها شد.

## تلسکوپ

تلسکوپ بازتابی کامل، تنها ۶ فوت طول داشت اما بزرگ‌نمایی آن ۴۰ برابر بیش از بزرگ‌نمایی یک تلسکوپ معمولی دارای عدسی با طول ۶ فوت بود.




در جواب به اینکه چه کسی آن را برای او ساخت و ابزارهایش را از کجا آورد، جواب داد:

## آشنایان کاسته شده

سنین ۶۰ سالگی خلاق‌ترین سال‌های عمر نیوتون بودند او در مورد ریاضیات و نورشناسی صاحب‌نظر بود و در آستانه بزرگترین کشف خود، یعنی قانون جاذبه عمومی قرار داشت. به نظر می‌رسد نادیده گرفتن تمام این چیزها او را غمگین نمی‌کرد حتی هنگامی که این حرف‌ها از تریبون سخنرانی گفته می‌شدند.
نیوتون هیچ چیزی فراتر از صلح و آرامش برای ادامه و تعقیب مطالعاتش طلب نمی‌کرد. اما در سنین هفتادسالگی دنیای خارج شروع به تحمیل خود کرد...

نیوتون با بی‌میلی برای انتشار فرمولش برای محاسبهٔ مقرّری‌های سالانهٔ با کالینز موافقت کرد. البته شرطش این بود که ناشناس بماند.

## شهرتِ عمومی

نیوتون اولین کسی نیست که در این مخمصه می‌افتد.

کشمکش بر سر اینکه اکتشافاتش را منتشر کند یا نه در سراسر عمر نیوتون را آزار می‌داد.

## پیشرفت علم

انجمن سلطنتی در سال ۱۶۶۰ با هدف پیشرفت دادن به علم در لندن تأسیس شد و با جدیت از علم جدید پشتیبانی می‌کرد. انجمن در سال ۱۶۷۱ از تلسکوپ انعکاسی نیوتون با خبر شد و تقاضای دیدن آن را کرد. حتی خود پادشاه نیز تحت تأثیر فواید این دستگاه قرار گرفت.

در سال ۱۶۷۲ نیوتون به عضویت انجمن سلطنتی درآمد.

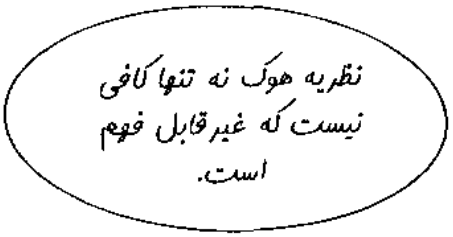
برای قدردانی از افتخاری که به او داده شده بود، نیوتون نظریه‌اش را درباره رنگ‌ها و نور که مبنای اختراع تلسکوپ بود به انجمن سلطنتی ارائه داد. نظر او را همه پذیرفتند جز رابرت هوک متصدی آزمایش‌ها.

رابرت هوک، ۱۷۰۳-۱۶۳۵

هوک ادعا کرد او لوله‌ای به طول یک اینچ اختراع کرده است که بزرگ‌نمایی آن از تلسکوپ ۵۰ فوتی بیشتر است، اما از آن‌جا که مشغول بررسی طرح بازسازی بعد از آتش‌سوزی بزرگ لندن (۲ تا ۵ سپتامبر ۱۶۶۶) بوده، فرصت تکمیل آن را پیدا نکرده است. درباره نظریه رنگ‌های نیوتون، او ادعا کرد که بخش عمده آن را در میکرو گرافیا می‌توان یافت.

هوک یکی از چهره‌های کلیدی بازسازی لندن پس از آتش‌سوزی بزرگ بود. او «کوتاه قد و خمیده» با چشمی «پف کرده» و از حدقه درآمده بود که هر چه پیرتر می‌شد بدریخت‌تر هم می‌شد.

نیوتون که نظریه‌اش را غیرعادی‌ترین، گرچه نه قابل توجه‌ترین کشفی می‌دانست که درباره عملکرد طبیعت رخ داده از عصبانیت منفجر شد.




این اولین بحث تلخی بود که در نیمهٔ دوم قرن نیوتون گرفتار آن شد. او انتقاد را، حتی وقتی عادلانه بود نمی‌توانست تحمل کند و وقتی این طور نبود...

اما هوک تنها مشکل نیوتون نبود. فرستادن نامه‌ها در مخالفت با نظریه رنگ‌های نیوتون از سراسر اروپا شروع شده بود.

کریستین هویگنس ۹۵ ـ ۱۶۲۹ (هلندی)

لینوس، لوکاس و گاسکوین، سه راهب انگلیسی در لیژ که بیش از ۱۰ سال نیوتون را آزار دادند.

او با ناکامی و خشم به حواس‌پرتی کشیده شد. او با اعصابی خورد شده، بستری شد.

چهار سال با بحث‌های آتشین گذشت تا اینکه انجمن سلطنتی برای تکرار آزمایش‌ها به منظور تأیید برداشت او گردهم آمدند. نیوتون که بین فوران خشم شدید و سکوت مطلق نوسان می‌کرد اغلب اعلام می‌کرد که او دیگر نمی‌خواهد با چیزی که به «ترویج فلسفه مربوط باشد» سر و کار داشته باشد.

## کناره‌گیری

نیوتون با خشم به دبیر انجمن سلطنتی اعلام کرد که «من مشتاقم شما شرایطی فراهم کنید که من بعد از این از عضویت انجمن سلطنتی معاف شوم».

تنها موضوعی که ایزاک لطف کرد و درباره آن با الونبورگ مکاتبه کرد، شراب سیب بود.

«من امیدوارم شما اگر مرا در حالتی یافتید که همواره از انجام کارهای بیشتری از این دست امتناع می‌کنم این را ناشایست ندانید... و جلوی هر نامه و اعترافی که به من مربوط می‌شود را بگیرید.

بعد از سال‌ها خصومت نیوتون برای استوار کردن نظریه خود و برای اینکه یک بار برای همیشه به مشاجرات پایان دهد، کتاب مهم خود درباره نور را نوشت.

کار تقریباً تمام شده بود، اما هنگامی که او در یک روز مارس ۱۶۷۸ برای قدم زدن بیرون رفت، شمعی راکه می‌سوخت روی میزش باقی گذاشت و کتاب نابود شد.

هنری الدنبورگ ۷۷ ـ ۱۶۱۵

«وقتی که آقای نیوتون از نمازخانه بازگشت و آن‌چه را که روی داده بود دید، همه فکر می‌کردند که دیوانه خواهد شد. او چنان آشفته‌خاطر شد که تا یک ماه بعد حال عادی خود را بازنیافت ــ ابراهام دو لا پریم.

کتاب «بخت شومی برای نابودی داشت و کاملاً از بین رفت». این آخرین روزنه امید بود. ایزاک کاملاً نور را رها کرد.

اما او چیزهای دیگری در سر داشت. ایزاک به ریاضیات، فیزیک، نجوم، و فلسفه قناعت نکرد او به کیمیاگری و الهیات پرداخت و از این راه نه فقط نیروهای طبیعت، بلکه در خفا تاریخ کلیسا را نیز فاش ساخت.

*بارو که اکنون رئیس ترینیتی کالج بود.*

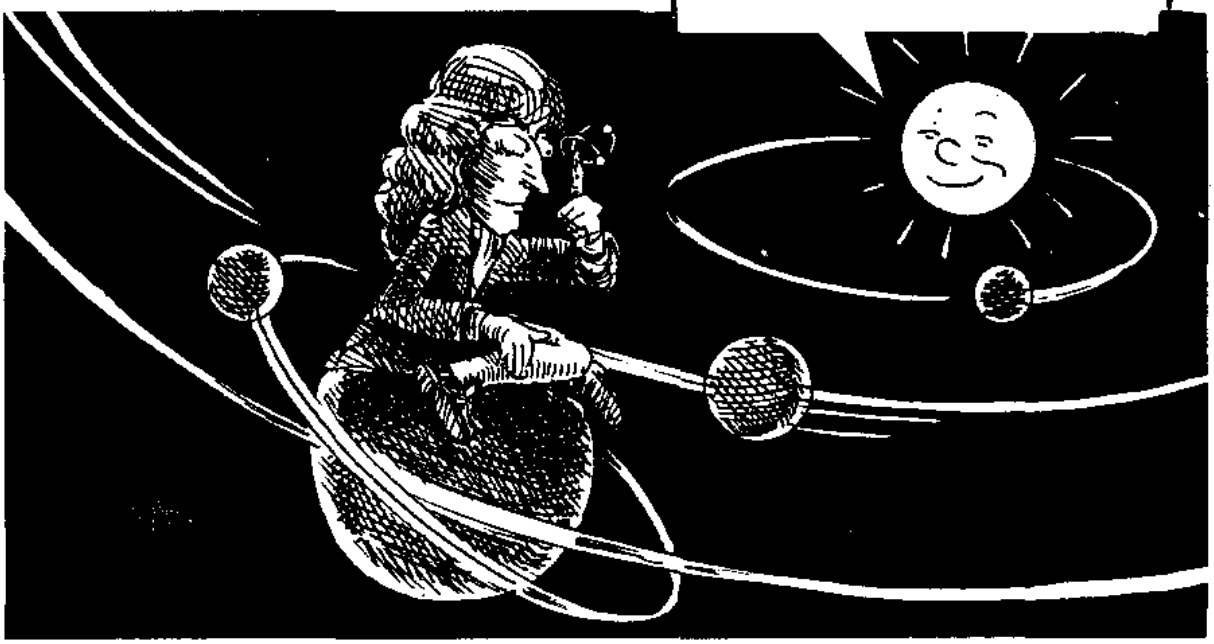
## ارواح اثیری

نیوتون به عنوان کسی معرفی شده که «بر مطالعات و آزمایشات شیمیایی مصّر بود، او همچنین سعی کرد تأملات ریاضی را به نحو قابل قبولی استحکام بخشد، اگرچه نه با خشک و عقیم کردن آن‌ها.

تجربیات او با نور موجب شد که بیشتر و بیشتر از شرح دکارت از واقعیت فیزیکی و مکانیک متعارف طبیعت، روی برگرداند. او هرگز از جدایی ذهن و جسم و حذف روح خشنود نبود. این یک جهان ملال‌آور عاری از صدا، رنگ، بو و احساس را به ارمغان می‌آورد.

فلسفهٔ کیمیایی (Hermetic) به دلیل طبیعت تجربی‌اش نسبت به نظریات دکارت زیربنای بهتری داشت و ارواح اثیری دکارتیسم را در جهت درست تعدیل می‌کرد.

*سر ایزاک به همان اندازه که به کاوش در اجزاء بنیادین سازندهٔ ماده پرداخت، در نواحی بی‌کران فضا نیز به کاوش مشغول شد.*



نیوتون برای کامل کردن سیستم عام خود باید رفتار خُردترین اجسام را نیز شرح می‌داد. ایزاکِ کیمیاگر، هنگام سروکار داشتن با مواد، جوهر، ارواح و فضیلت‌ها به یافتن چیزی کمتر از ساختار کیهان راضی نبود.

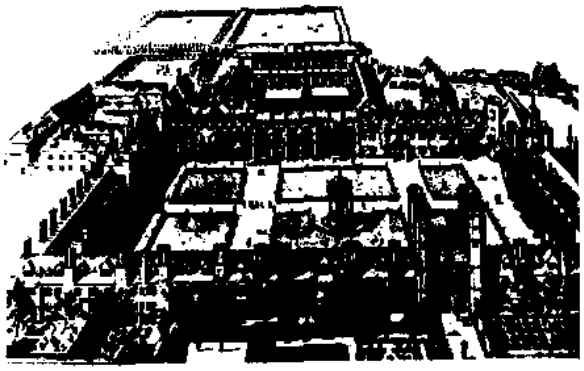
## ماورای هنر انسانی

او بسیار به ندرت قبل از ساعت ۲ یا ۳ و حتی گاهی اوقات پیش از ساعت ۵ یا ۶ صبح به تخت‌خواب می‌رفت و کمتر از ۵،۴ ساعت می‌خوابید.

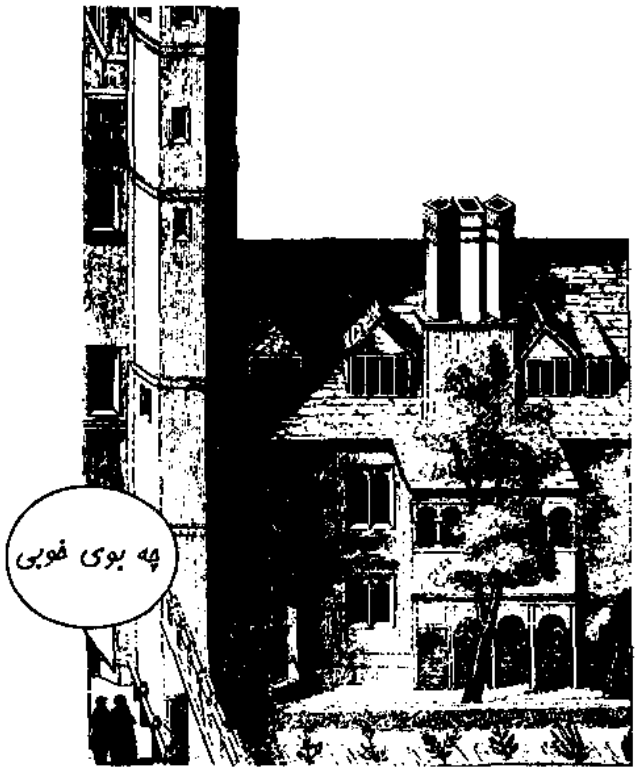
همفری نیوتون (نسبتی با نیوتون ندارد)

ایزاک در تب و تاب آزمایش‌ها با نظمِ مثالیِ خود غرق شده بود. او کیمیاگری باستانی را به گونه‌ای مطالعه کرد که هیچ کس مطالعه نکرده است. مقالات کیمیاگری او سرانجام بر میلیون‌ها کلمه بالغ شد (و حتی امروز نیز موضوع بررسی هستند) او فلزات سنگین بسیار متنوع و بسیاری مواد زهرآگین را در آزمایش‌های خود آزمود.

## خرد باستانی



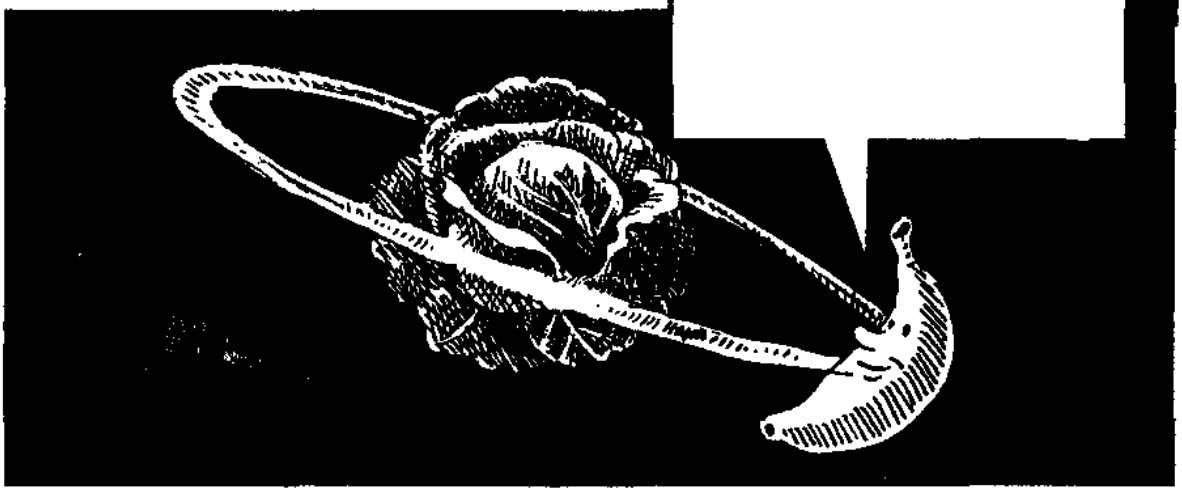
کتابخانه او در باغ قرار داشت و با پلکانی به اتاقش مربوط می‌شد. در بهار و خزان بخاری هفته‌ها بی‌وقفه می‌سوخت و او به ندرت در شب یا روز بیرون می‌رفت.



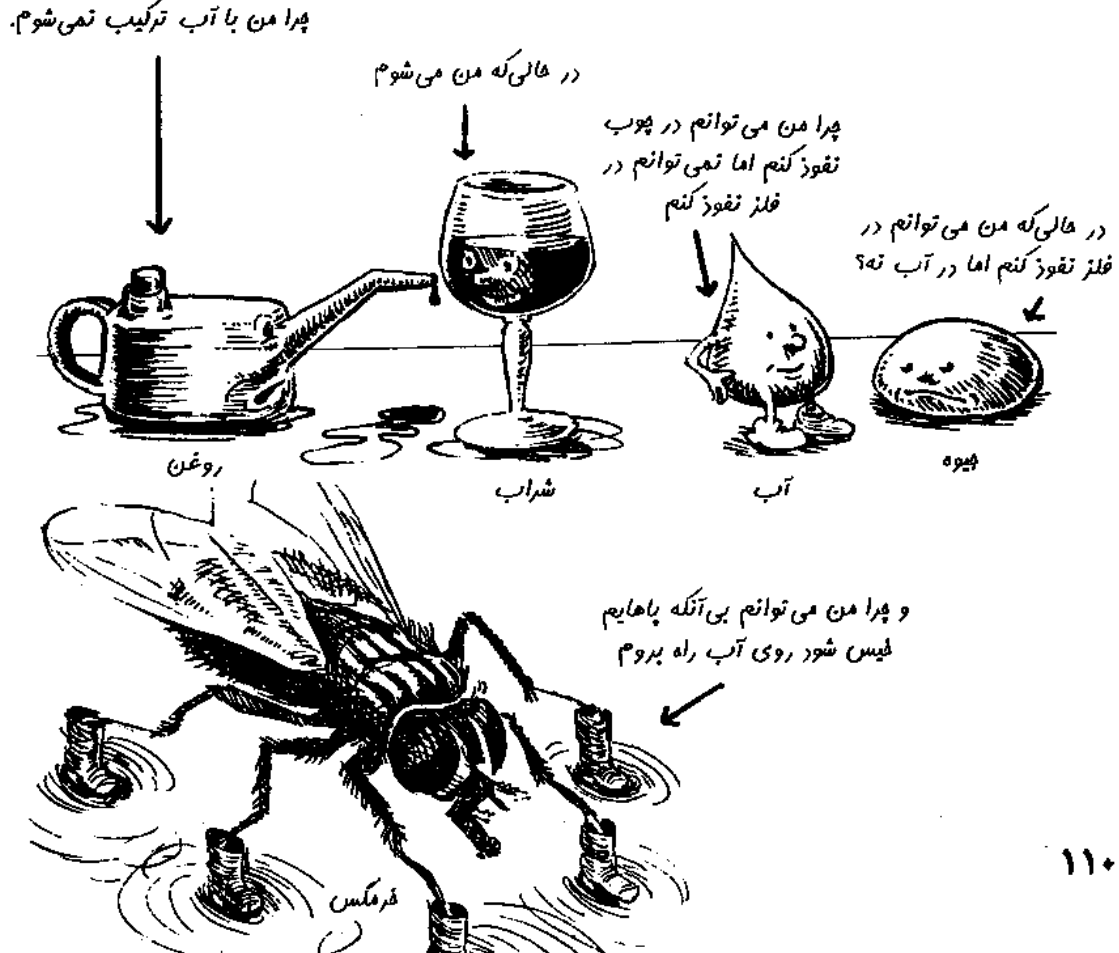
نیوتون اعتقاد عمیقی به خرد باستانی داشت؛ یعنی آن حکمت اصیل که به باستانیان نسبت داده می‌شد. او گمان می‌کرد در زمان‌های نخستین خداوند اسرار فلسفه طبیعی و مذهب راستین را به بندگان خاص خود اعطا کرده است. متعاقباً دانش مفقود شد، اما هنوز هم می‌توان ردپایی از آن را در مسیرهای پنهانی که توسط عموم نادیده گرفته شده‌اند، یافت. بسیاری از رموز برای محفوظ ماندن در مقابل اذهانی که در خورِ دریافت آنها نبودند، تعمداً جامه مبدل به تن کردند. نیوتون به کتاب‌های رمزگونه کیمیاگران بازگشت که به گمان او حاوی اسرار واقعی بودند.

ایزاک از کیمیاگری این اصل را فراگرفت که طبیعت یک مکانیزم نیست بلکه یک موجود زنده است. همه چیزها از بین می‌روند و دوباره به دنیا می‌آیند. «طبیعت، دارای یک روند» چرخه‌ای کامل است. این روش نیوتون برای نگاه کردن به اشیاء است.

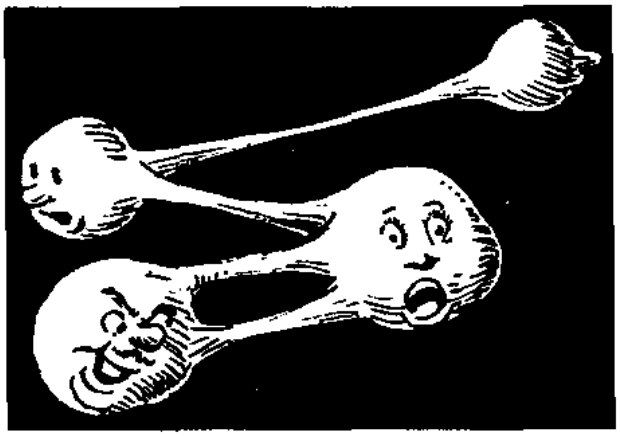
*زمین به یک حیوان بزرگ یا حتی گیاهی پژمرده می‌ماند که نسیم اثیری را برای طراوت یافتن روزانه و شور حیاتی‌اش فرو می‌برد و دوباره بازدمی غلیظ از او متصاعد می‌شود.*



کیمیاگری توجه او را به پدیده‌های بسیار جالبی معطوف کرد.



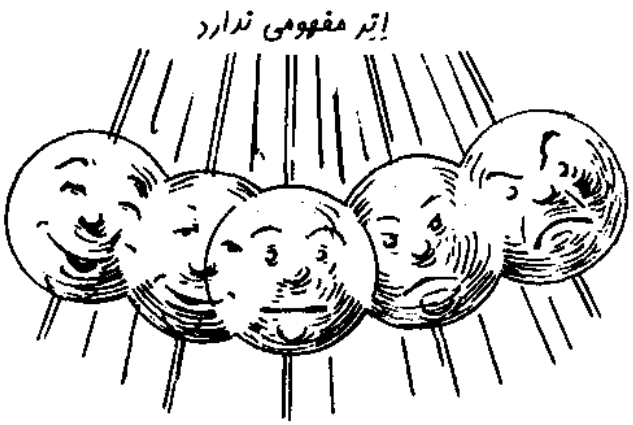
چرا مواد خاص با یکدیگر ترکیب می‌شوند در حالی‌که دیگر مواد به یکدیگر اعتنایی نمی‌کند. این چیزی است که فلسفه مکانیکی نمی‌تواند آن را توضیح دهد.



دکارت همانند گالیله فکر می‌کرد، که کشش مغناطیسی و قوهٔ جاذبه، یعنی بخش‌هایی از جهان تاریک که دانشمندان جدید کاری با آن‌ها ندارند، جادویی‌تر از آن هستند که جدی گرفته شوند. به عقیده جماعت مکانیکی، ذرات ماده تنها از طریق تماس مستقیم می‌توانند حرکت کنند و بر یکدیگر تأثیر گذارند و واسطه‌ای که مواد از میان آن با یکدیگر ارتباط دارند اتر است.

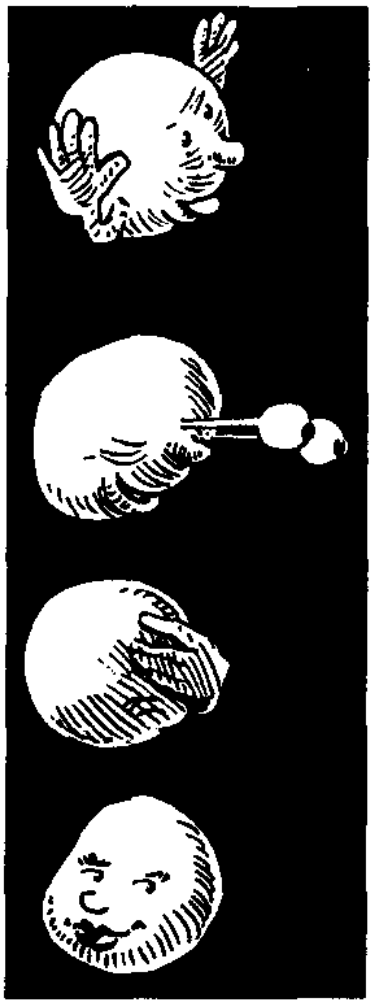
اتر پنجمین و کامل‌ترین ماده تصور می‌شد که همه فضا و اجسام را پر می‌کرد. و همه این حرف‌ها درست به نظر می‌رسید...

## کنش از دور



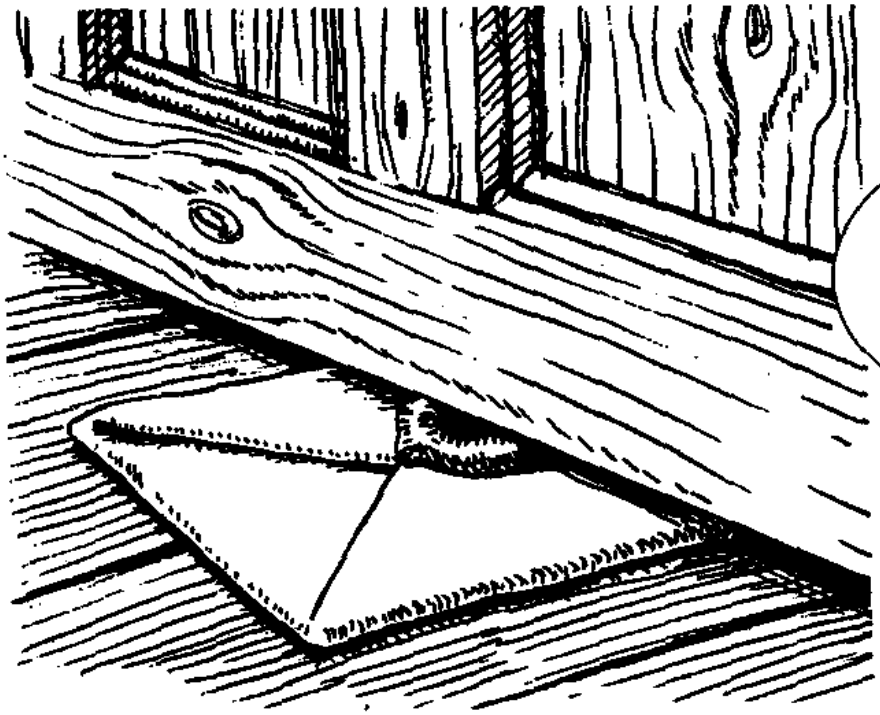

... ایزاک توسط یک سری آزمایش‌ها با وزنه آونگی ۱۱ فوتی که به انحای گوناگون از شن، آهن یا چوب پر شده بود خود را متقاعد کرد که اتر، که فلسفه مکانیکی آن را لازم می‌دانست، وجود ندارد.

ایزاک اکنون مطمئن شده بود که ذرات می‌توانند بی‌آنکه تماس فیزیکی داشته باشند، یکدیگر را جذب و دفع کنند. این جاذبه و دافعه در فضای خالی بدون عامل واسطه فیزیکی منتشر می‌شود. این کنش از دور است.



فلسفه مکانیکی برای رهایی از دنیای اسرارآمیز نیروها و جاذبه و دافعه مؤثر واقع شد. کیمیاگران بازتاب کنش طبیعت را در این جاذبه و دافعه می‌دیدند.

در سال ۱۶۷۹ ایزاک به خانه فراخوانده شد. او به خانه شتافت تا از مادر بیمارش مراقبت کند. مادر او در ماه ژوئن درگذشت و نیوتون او را در وایت وول به خاک سپرد. بعد از آن برای رسیدگی به وظایف خانوادگی شش ماه در لینکلن شایر ماند. اواخر سال نامه‌ای از راه دور، اندوه او را دچار وقفه‌ای کرد.



این نامه از طرف هوک بود که اکنون پس از مرگ اولدنبورگ دبیر انجمن سلطنتی شده بود. هوک می‌خواست حرکت زمین را اثبات کند؛ کاری که گالیله در انجام آن ناکام مانده بود. هوک در نامهٔ خود به مدار سیارات «که از حرکت مستقیم مماسی و حرکت جذبی به سوی مرکز جسم»، مرکب بود، اشاره داشت. او کنجکاو بود بداند چنین مداری چه نوع منحنی‌ای خواهد بود.

نیوتون پاسخ داد که دیگر علاقه‌ای به ریاضیات ندارد...

*چه بسیار پیش می‌آید که برای وقتی که در این‌گونه مطالعات صرف کردم حسرت می‌خورم؛ ساعاتی که صرف این سرگرمی بیهوده کردم.*

هرچه هوک به اصرار خود ادامه می‌داد نیوتون به بی‌علاقگی‌اش بیشتر تظاهر می‌کرد. تصور کنید که او دکتر هوک نازنین را رها کرده بود تا به تحقیق دربارهٔ مسائل ماوراءالطبیعی بپردازد.

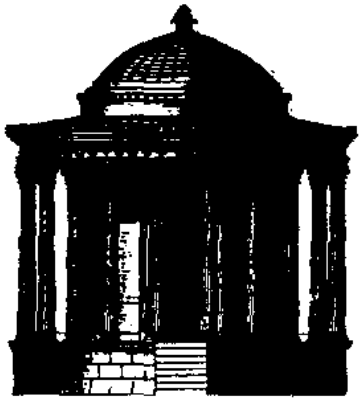
## نیایش راستین

یک مرد هرگز کارها را نیمه تمام رها نمی‌کند، ایزاک سال‌های زیادی را درست با همان موشکافی و منش منطقی که در تحقیقات علمی‌اش پیگیری می‌کرد، صرف فراگیری و سامان‌دهی کل تاریخ مذهبی مکتوب کرد. او به این نتیجه رسید که مسیحیت فقط آخرین جوانه مذهب اصیل حقیقی است. و البته جوانه‌ای فاسد است.

ایزاک نخستین مذهب حقیقی را با مذهب فرقه وستال یکی می‌انگارد. این فرقه پروردگار طبیعت را درون سبدی که به منظور تجلی منظومه شمسی طراحی شده است، عبادت می‌کنند.

*در معبدی که به مثابه مکانی برای تجلی خداوند است.*

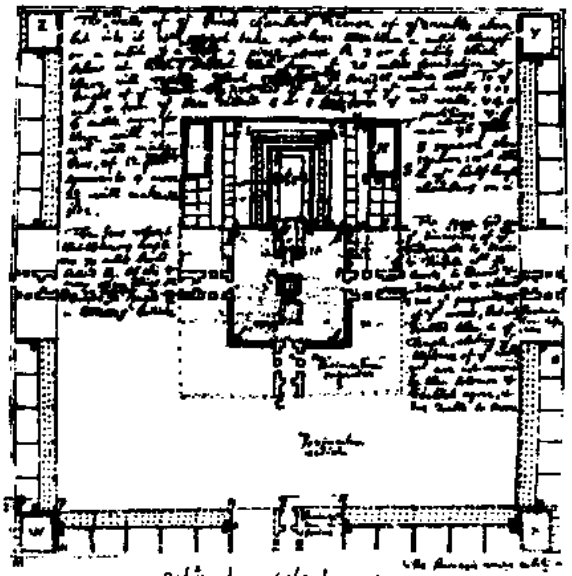
باستانیان طرح کیهان را به روشنی می‌دانستند و نقش کف معبد نیز نشانه‌ای از این طرح بود برای آنان نجوم هندسی نه تنها نادرست که کفرآمیز بود.



*معبد وستا مدور و گرد ساخته شده بود. و در مرکز آن آتش جاودانی می‌سوخت با هفت چراغ «شعله» که خورشید و هفت سیاره را می‌نمایاندند.*

## کتاب مقدس یک تحریف

او سال‌ها، خود را صرف مطالعه معبد سلیمان در اورشلیم کرد که از دیگر معابد قدیمی‌تر بود. او گمان می‌کرد که این معبد شمایی از بهشت است.



معبد سلیمان در اورشلیم

ایزاک متقاعد شده بود که وقتی مصریان از پدرانشان خدایان دروغین ساختند، **مذهب حقیقی** به پایان رسید.

موسی

او زبان عبری آموخت و کتاب مقدس را از زبان اصلی ترجمه کرد. او دریافت که در قرن ۴، طی کشمکش‌های خونین قدرت در کلیسای مسیحی، عبارات کلیدی در کتاب مقدس به وسیله آتاناسوس دستکاری شده است. متن مخدوش شده، مسیح را تا سطح خدا و روح‌القدس در نظریه تثلیث مقدس، ارتقاء داد. نیوتون دریافت که مسیح صرفاً پیامبر دیگری همانند موسی است و پرستش مسیح همانند خدا، بت‌پرستی است.

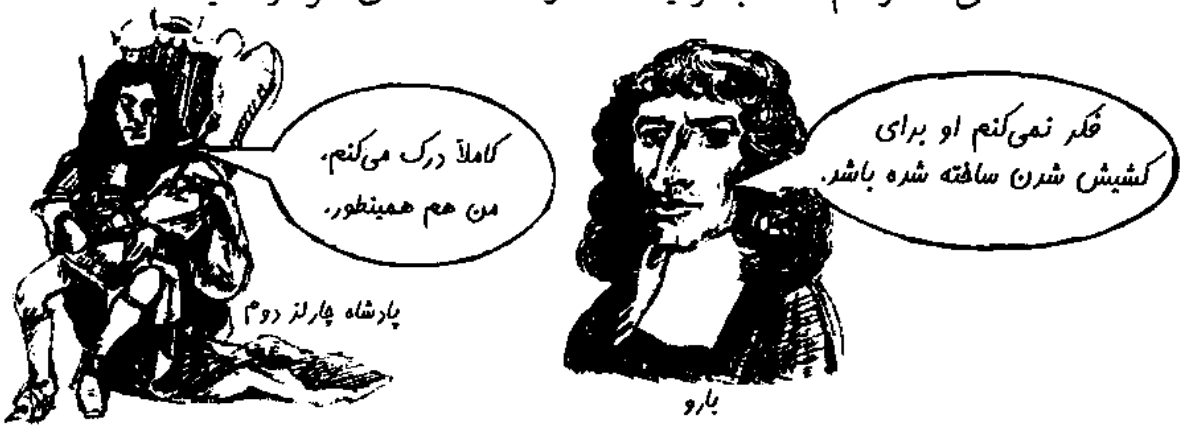
بنابراین نیوتون به هیچ وجه مسیحی نبود. انکار او در مورد تثلیث مخفی ماند زیرا این نظریه نه تنها برای کاتولیسیسم رومی، که برای کلیسای انگلیکن نیز اساسی بود.

# مذهب شیطانی دروغین

تنفر نیوتون از کلیسا باید زندگی با ویکینس را برای او غیرقابل تحمل کرده باشد. جان مردی پارسا و مشتاق کشیشان بود. ایزاک به سختی می‌توانست اتاقش را با کسی که «حیوانات وحشی و تصویر خود را» می‌پرستید، قسمت کند.

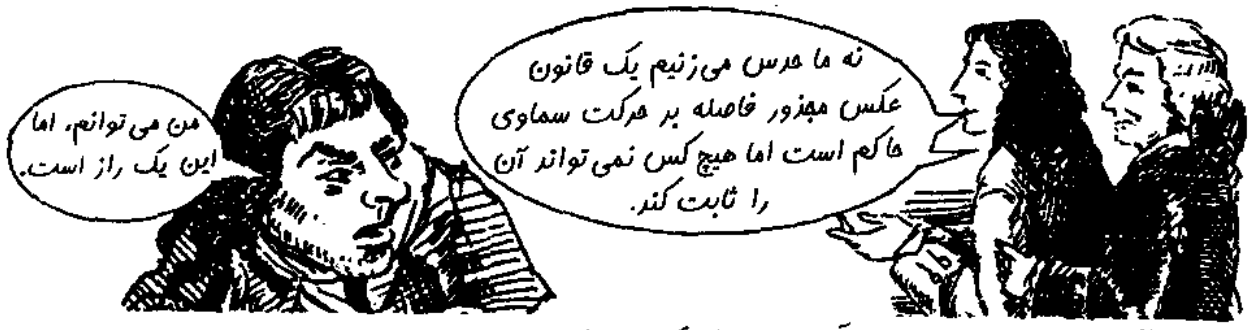
*اگر کسی حیوانات را بپرستد باید مکافاتش را ببیند او باید شراب خشم خدا را سر کشد.*

برای اشغال شغلی شایسته در انگلستان قرن هفدهم، شخص باید یک مسیحی معتقد می‌بود. این قانونِ کلیسای ارتودوکس انگلستان بود. برای داشتن شغلی در دانشگاه شخص باید در رده کشیشان انگلیکن می‌بود. سرنوشتی که ایزاک از تن دادن به آن امتناع کرد. او هنگامی که قرار بود که عضو ترینیتی کالج شود حتی به تثلیث مقدس نیز اعتقاد نداشت. هنگامی که مراسم انتصاب نزدیک شد او نقشه استعفای خود را کشید.




درست سر بزنگاه او یک معافیت سلطنتی دریافت کرد که او را از انجام مراسم مذهبی معاف می‌کرد. ترتیب این کار توسط بارو، کشیش سلطنتی، داده شد. اما ایزاک مجبور به مخفی نگه‌داشتن عقاید خود در طول زندگی‌اش شد. او با ویکنس بعد از ۲۰ سال هم‌اتاقی بودن قطع رابطه کرد.

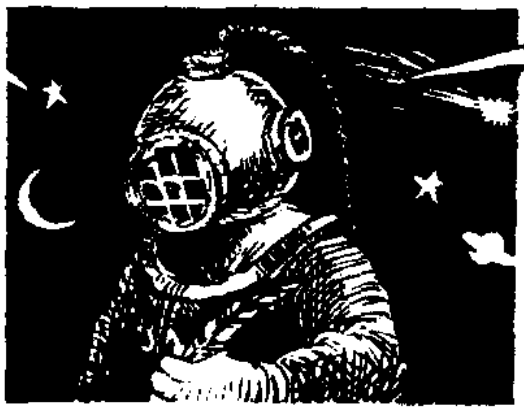
## شرط‌بندی




هالی، ورن و هوک روی آن ۴۰ شیلینگ شرط بستند و هالی به ملاقات نیوتون رفت تا نظر او را جویا شود.

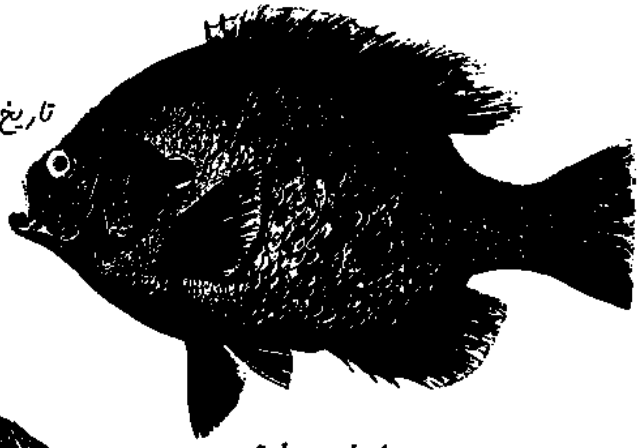
نیوتون نامه‌ای ۹ صفحه‌ای برای هالی فرستاد که محاسباتش را نشان می‌داد. هالی پیشنهاد کرد که آن را منتشر کند اما نیوتون که مانند همیشه درباره چاپ آثارش حساس بود، گفت:

> *اکنون من بسیار مشتاقم قبل از انتشار مقاله‌ام تبعات آن را بررسی کنم.*



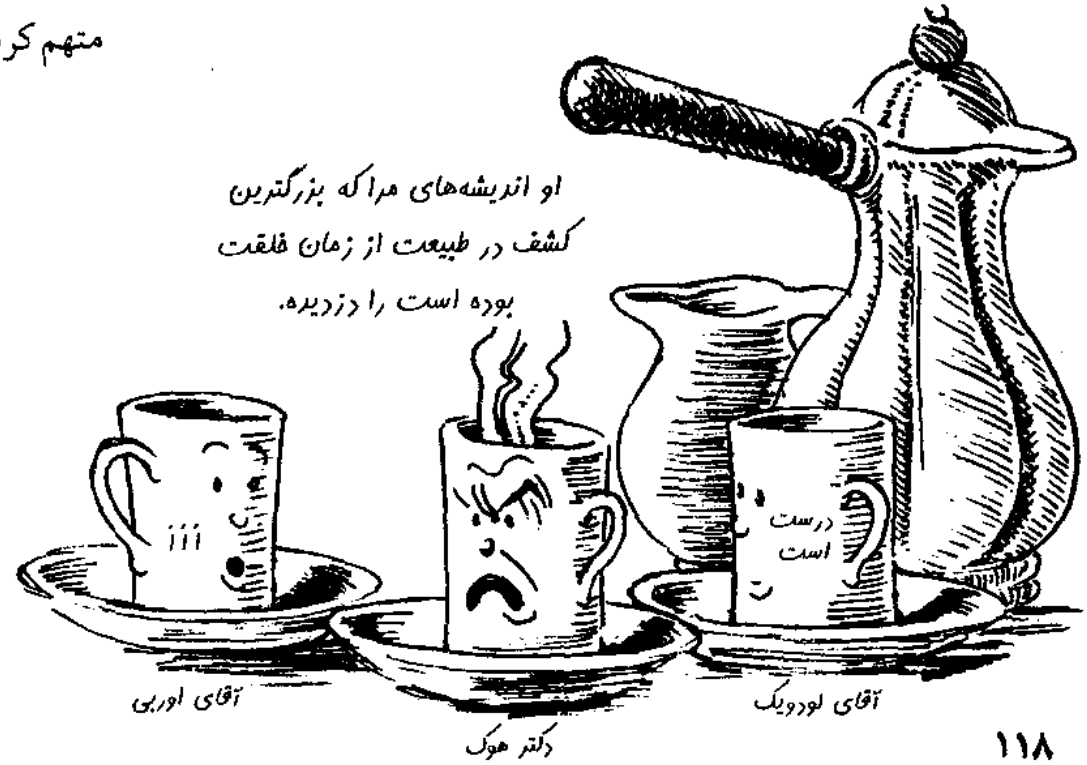
و به این ترتیب در پاییز ۱۶۸۴ نیوتون به کاری مشغول شد که مقام او را به عنوان بزرگترین دانشمند در تاریخ جهان، تثبیت کرد.

این کتاب مهم سه جلدی لاتین تاریخ‌ساز تقریباً هرگز چاپ نشد. صندوق انجمن سلطنتی خالی بود. همه پول موجود صرف تهیه چاپ نفیس کتاب *تاریخ ماهی‌ها* شده بود.



ارموند هالی، فرزند ارشد یک صابون‌ساز، شروع به تهیه نقشه نجومی ستارگان نیم کره جنوبی کرد.

در همین حال در قهوه‌خانه‌های لندن هوک، نیوتون را به سرقت آثارش متهم کرد.

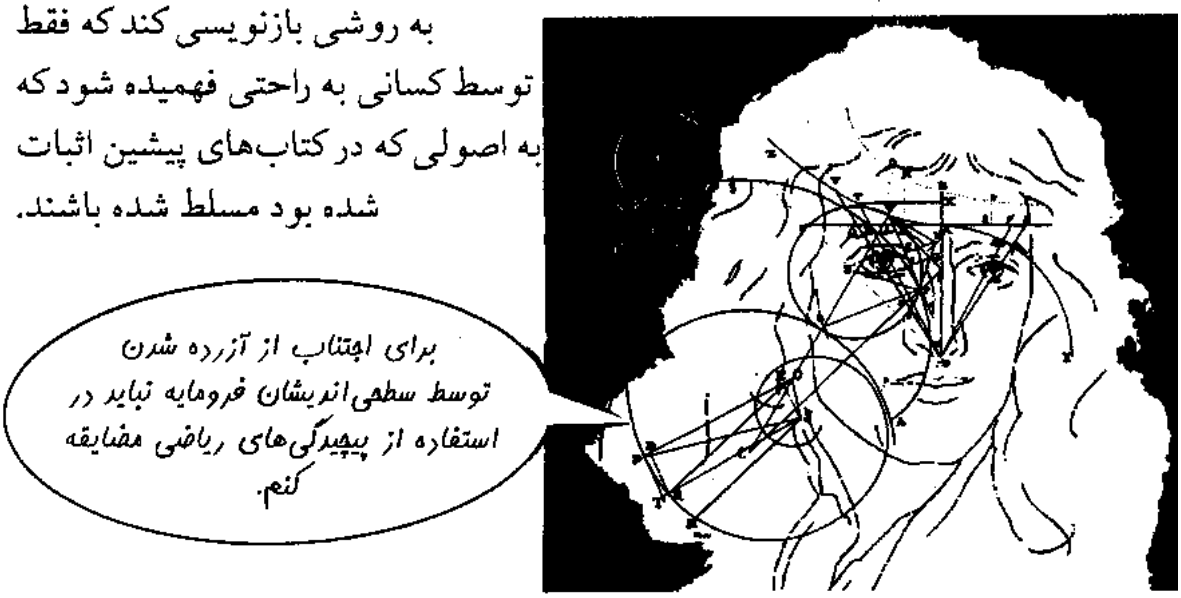


## سطحی‌اندیشان فرومایه

نیوتون از وجود انجمن مخفیِ هوک اطلاع یافت و پاسخ داد:

هوک هرگز اثبات خود را ارائه نکرد. با این وجود نیوتون ترسید که همانند نظریه رنگ‌ها، در مشاجرهٔ تازه‌ای غرق شود که او را درگیر جدلی وقت‌گیر، حساس و ناراحت‌کننده کند.

او ابتدا بخش سوم اصول را به سبکی عامه‌پسند نوشته بود. بنابراین دستاوردهای بسیار مهم او نسبتاً به سادگی قابل پیگیری بودند اما هنگامی که حملات هوک از سر گرفته شد، او ابتدا تهدید به توقف انتشار کتاب کرد. اما بعد بهتر دید که کتاب سوم را به روشی بازنویسی کند که فقط توسط کسانی به راحتی فهمیده شود که به اصولی که در کتاب‌های پیشین اثبات شده بود مسلط شده باشند.




این به روشنی نکوهش هوک بود و نیوتون این را با حذف تمام ارجاعات به رقیبش در کتابِ *اصول* برای او روشن کرد.

## بهترین قطعات

از کپلر، سه قانون، جزر و مد و جاذبه را نگه داشت و این ایده را که خورشید سیارات را جارو می‌کند دور انداخت.

از کوپرنیک، خورشیدْ مرکزی را نگه داشت، مدارهای دایره‌ای و افلاک تدویر را دور انداخت.

از دکارت لخطی مستقیم‌الخط را حفظ کرد و حرکت گردابی، جزر و مد و ملاء را دور انداخت.

از گالیله رفتار اجسام سقوط کننده و پرتابی را نگه داشت. منحنی دایره‌ای، مدارهای دایره‌ای و جزر و مد را دور انداخت.

# PHILOSOPHIÆ NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA.

Autore *J S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc.* Matheſeos Profeſſore *Lucaſiano*, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, *Reg. Soc.* PRÆSES.
*Julii* 5. 1686.

*LONDINI*,
Juſſu *Societatis Regiæ* ac Typis *Joſephi Streater*. Proſtat apud plures Bibliopolas. *Anno* MDCLXXXVII.

## روشن

کتابِ *اصول* با یک بنیان استوار آغاز می‌شود که بر آن ساختار سترگ سه کتاب قرار می‌گرفت. جرم، نیرو و حرکت تعریف می‌شوند، همان‌گونه که اقلیدس اصول خود را با معرفی نقطه‌ها و خط‌ها و سطوح شروع کرده بود.

همه چیز بر مبنای روش اقلیدس با ساختار منطقی دقیق **تعاریف**، **اصول** (قوانین) **قضیه‌ها** و **لم‌ها** (فرض‌ها) **قضایای مکمل**، نکات توضیحی بنا نهاده شده بود.

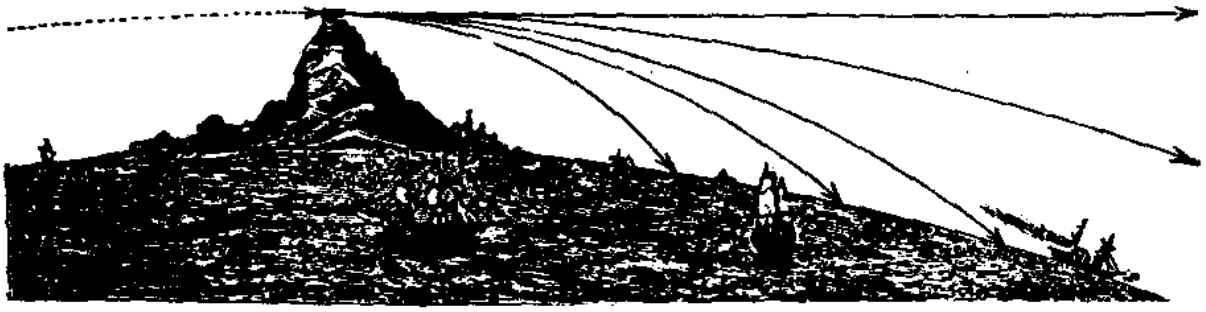
**تعریف شمارهٔ ۵**

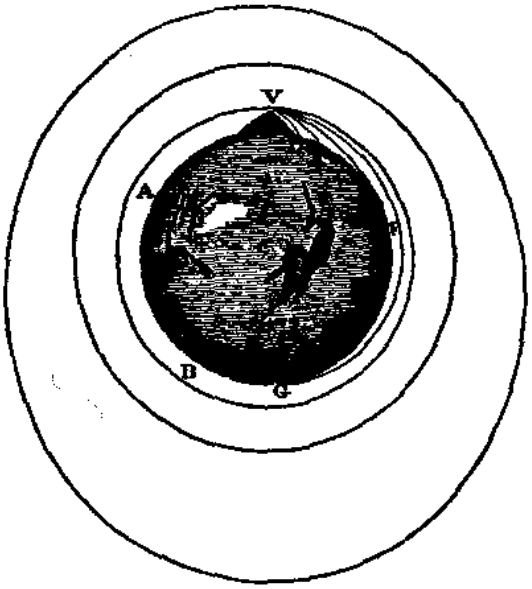
نیروی مرکزگرا چیزی است که اجسام به سبب آن به سوی یک نقطه مرکزی کشیده می‌شوند یا سوق داده می‌شوند یا به هر طریقی به سوی آن متمایل هستند.

در مقابل نیروی مرکزگریز نیرویی است که اجسام را از مرکز به سمت بیرون می‌کشاند.

## مطلق بودن

یک پرتابه اگر تحت تأثیر نیرویِ قوهٔ جاذبه که آن را به سوی زمین می‌کشد قرار نداشت روی یک خط مستقیم دور می‌شد.






اگر یک گلوله توپ از قله کوه شلیک شود در فاصله دورتر به دریا می‌افتد. هر چه سرعتی که توسط آن پرتاب شده است بیشتر باشد، دورتر می‌رود. تا جایی که سرانجام سرعت آن به حدی می‌رسد که آن را دور زمین می‌گرداند. این پرتابه به مداری خواهد رفت، سرعت بیشتر از این آن را به فضا خواهد برد.

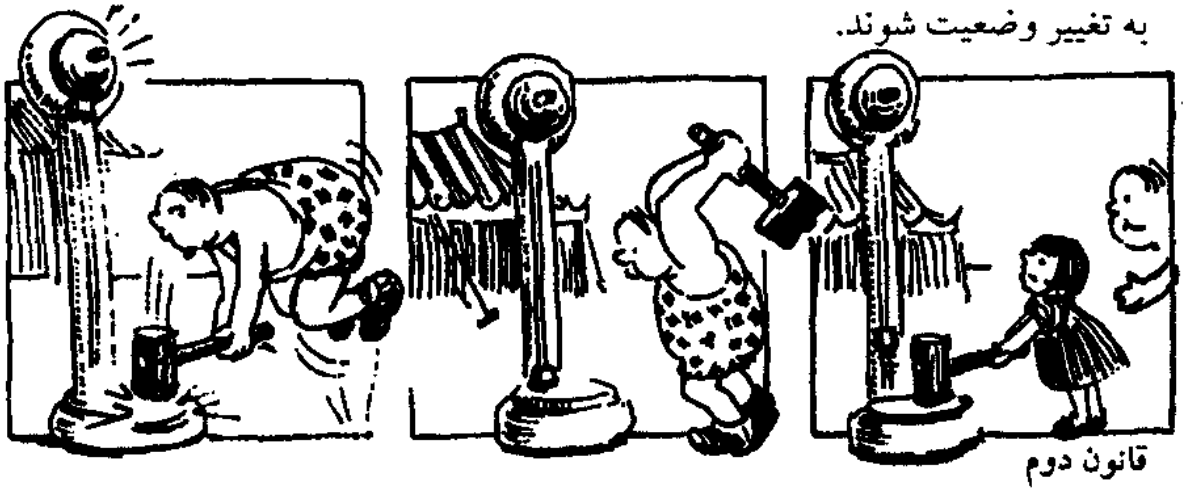
**تفسیر ۴**

هنگامی که سطل در انتهای طناب تابیده شده‌ای به دور خود می‌گردد، سطح آب در اطراف [سطل] بالا می‌آید. اگرچه آب نسبت به سطل ساکن است. اما باتوجه به سطح خمیده آب می‌توانید بگوئید نسبت به مکان مطلق در حال چرخیدن است.

# قوانین

**قانون اول**

همه اجسام در حال سکون باقی می‌مانند یا به حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط خود ادامه می‌دهند مگر اینکه توسط نیروهایی که آن‌ها را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند مجبور به تغییر وضعیت شوند.



**قانون دوم**

تغییر در حرکت متناسب با نیروی محرکه‌ای است که اعمال می‌شود.

**قانون سوم**

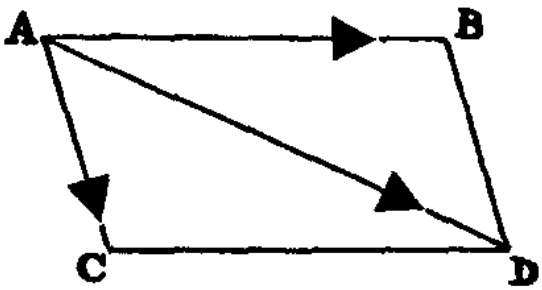
برای هر عملی عکس‌العملی معادل و مخالف آن وجود دارد، یا عمل متقابل دوجسم روی یکدیگر همیشه همانند و مختلف‌الجهت است.

# دربارهٔ حرکت

## قضیهٔ تبعی I

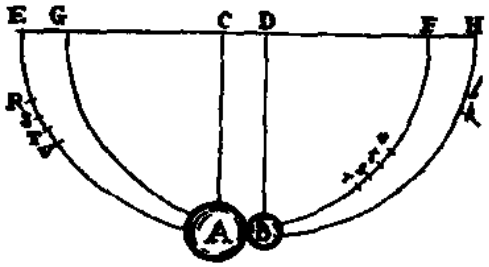
در نکات توضیحی نیوتون برای تأیید اصل سوم آزمایش‌های خود را شرح می‌دهد. او با استفاده از آونگی ۱ فوتی رفتار گلوله‌های فولادی، شیشه‌ای و چوب‌پنبه‌ای را مورد مداقه قرار داد.

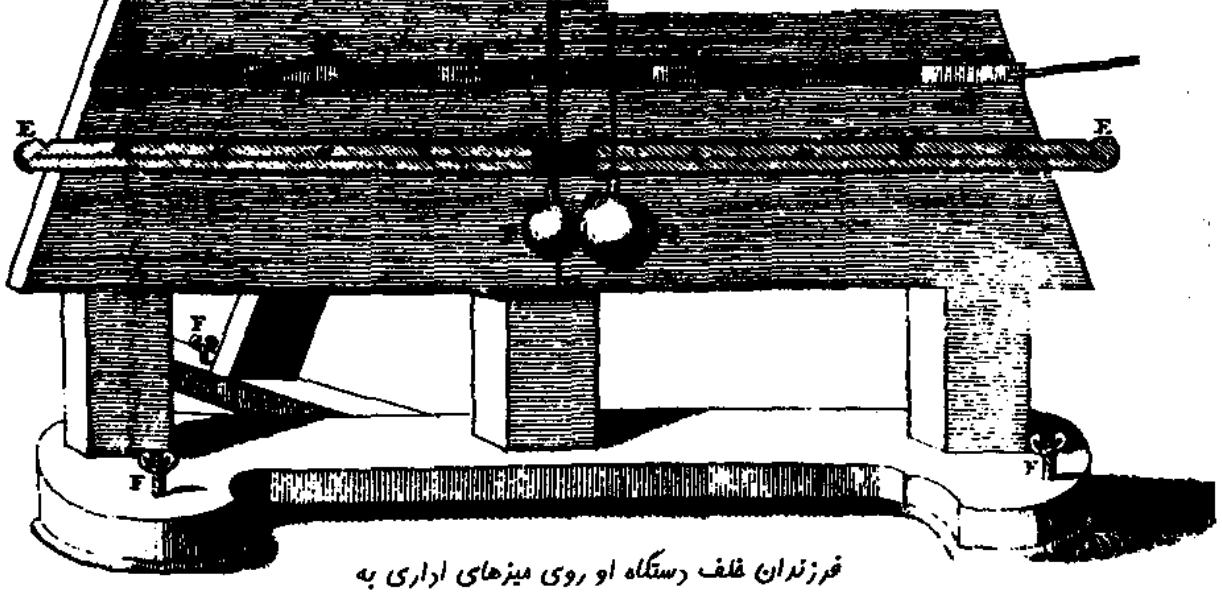
جسمی‌که دو نیروی همزمان بر آن عمل می‌کنند قطر متوازی‌الاضلاعی‌رامی‌پیماید. در همین حال اگر نیروها جداگانه بر آن اثر کنند این جسم‌اضلاع‌آن‌متوازی‌الاضلاع را خواهد پیمود.




این متوازی‌الاضلاع‌نیروهاست.

نظریه او با آزمایش سازگار بود.




*فرزندان غلف دستگاه او روی میزهای اداری به صورت کهواره نیوتون دیده می‌شوند.*

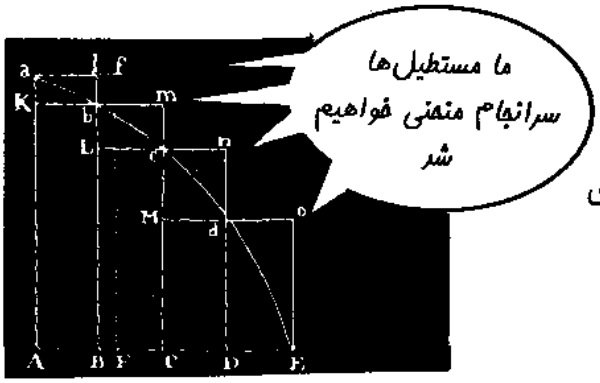
## اولین و آخرین نسبت‌ها

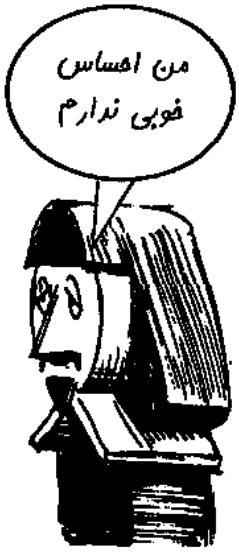
به این ترتیب روش ریاضی به کار رفته در اصول به وسیله یک رشته از لم‌ها ایجاد شده بود. نیوتون برای اجتناب از هر مناقشه‌ای به منظور بیان گزاره‌هایش، بنیان هندسی استوارتری غیر از حساب فاضل خود را برگزید. کنارگذاشتن ریاضیات دکارتی قدم دیگری برای محو همه نشانه‌های دکارت بود.

نیوتون بخش‌ناپذیرها را به وسیلهٔ کمیت‌هایِ بخش‌پذیرِ محو شونده جایگزین کرد؛ همچنین او از مجموع‌ها و نسبت‌هایِ اجزای بخش‌پذیر صحبت نکرد بلکه همواره از حد مجموع‌ها و حد نسبت‌ها سخن به میان آورد: و دستِ آخر، نه با نسبت نهایی بلکه با استفاده از حدی که به سوی آن می‌رود، کار کرد.

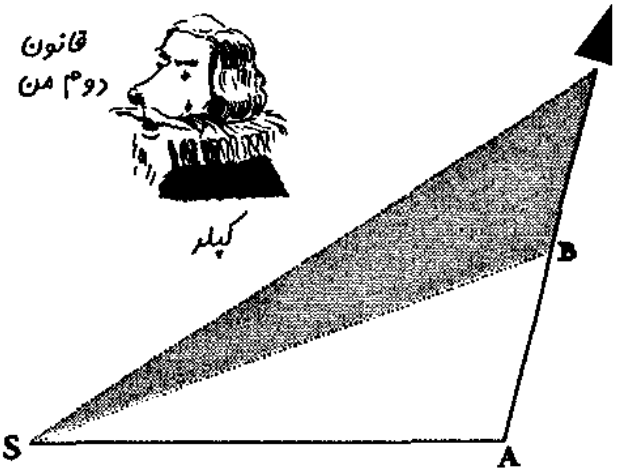
به هر حال این روش جدیدِ *اولین و آخرین نسبت‌ها* کاملاً نو و بدیع بود. اگر اقلیدس بود، حتماً از آنچه بر سر هندسه‌اش آمده بود شگفت‌زده می‌شود.

**لم ۱.** *کمیت‌ها و نسبت کمیت‌ها که در هر زمان محدود پیوسته به طور مساوی همگرا می‌شوند و قبل از اتمام این زمان با هر تفاضل دلخواهی به یکدیگر نزدیک می‌شوند سرانجام برابر خواهند شد.*




*روش‌های باستانی بسیار برازنده‌تر از روش‌های دکارتی است. هنگامی که محاسبات جبری او به زبان لغات برگردانده شوند آشکار می‌شود که بسیار خسته‌کننده، گیج‌کننده، چندش‌آور و غیرقابل فهم هستند. اما پیشینیان این مسایل را با گزاره‌های ساده‌ای طرح کرده‌اند.*

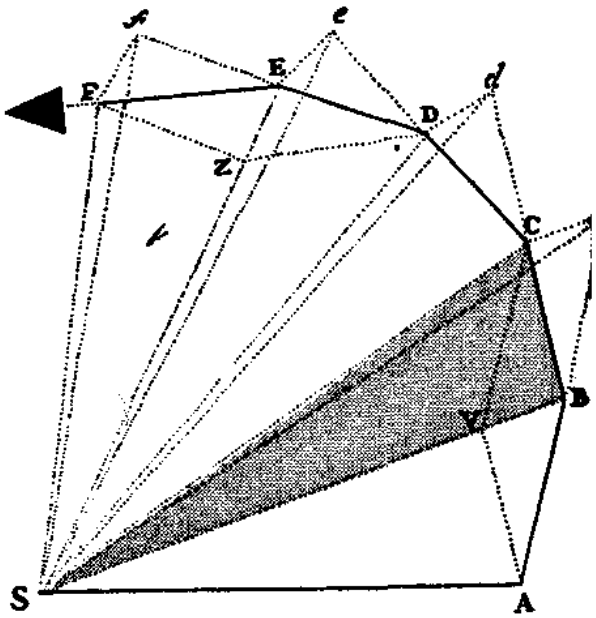



**قضیهٔ اول**

نیوتون نشان داد که حرکت تحت تأثیر یک نیروی مرکزی از قانون مساحت‌ها پیروی می‌کند. او ابتدا این را برای حرکت مستقیم‌الخط اثبات کرد. خطی بین جسم متحرک (که مسیر ABC را طی می‌کند) و یک نقطه ثابت S، در زمان‌های مساوی مساحت‌های مساوی را جارو می‌کند. سپس او با وارد کردن مجموعه‌ای از ضربات حرکت مستقیم را منحرف کرد. او با استفاده از متوازی‌الاضلاع نیروها دریافت که قانون مساحت‌ها باز هم صادق است.

ABS=BCS=CDS...

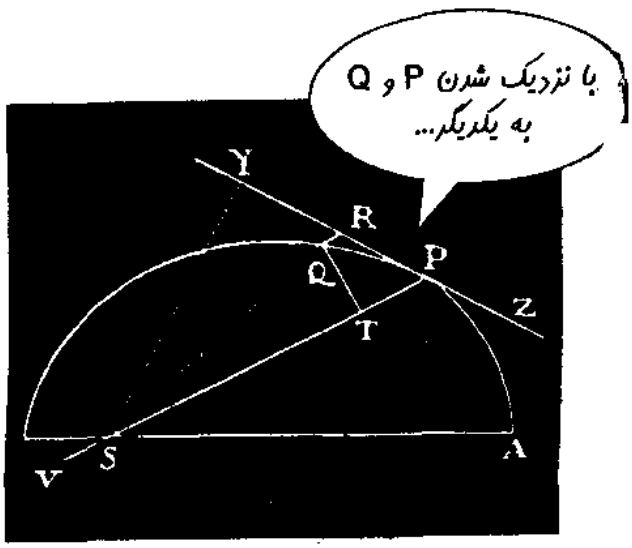
اگر تعداد مثلث‌ها زیاد و مساحت آن‌ها بی‌نهایت کوچک شود مسیر نهایی حرکت یک منحنی خواهد شد.




اگر یک جسم به‌طور پیوسته به سوی نقطه‌ای کشیده شود مسیر آن به شکل منحنی خمیده می‌شود و حرکت آن از قانون مساحت‌های کپلر تبعیت خواهد کرد.

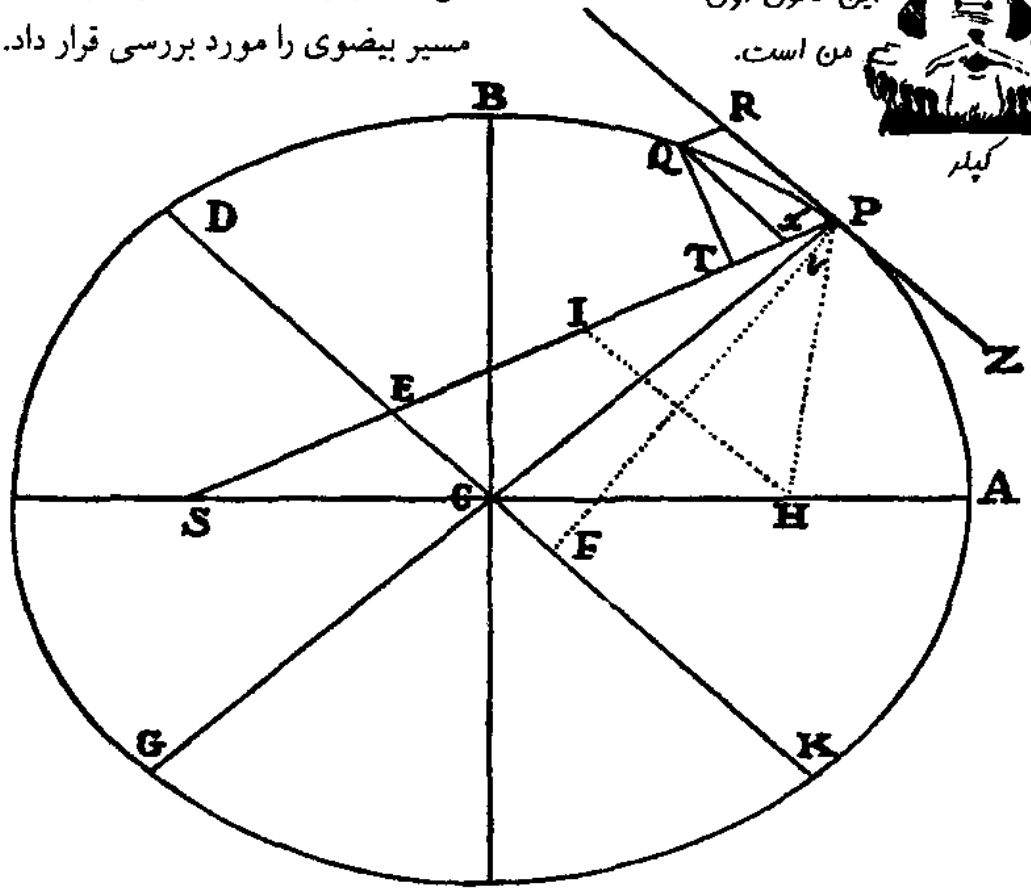
**قضیه ششم**

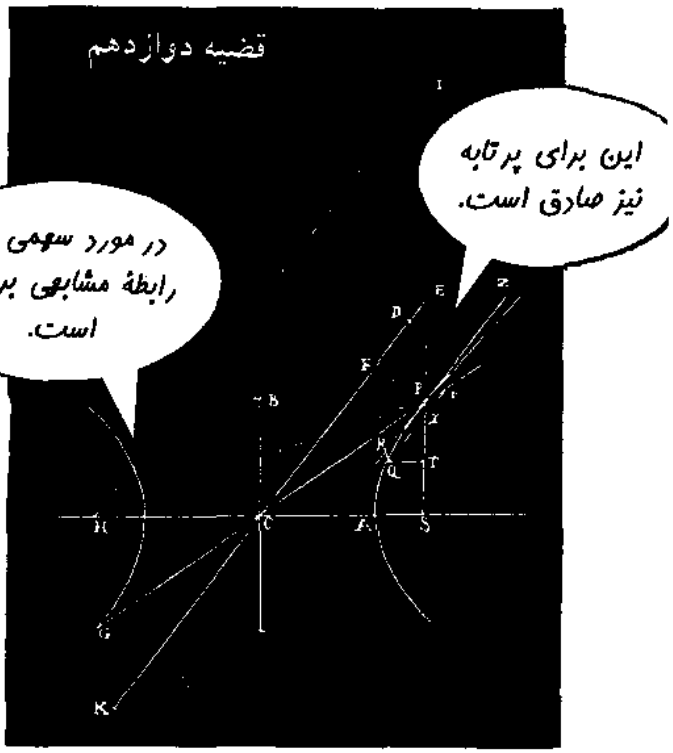
هرگاه یک شکل منحنی دلخواه را فرض کنیم و نقطهٔ S را نیز در درون این منحنی در نظر بگیریم که نیرویی مرکزگرا پیوسته به سوی آن است، آنگاه قانون نیروی مرکزگرا را خواهیم یافت: نیروی مرکزگرا نیرویی است که با وارد آمدن به نقطهٔ P که مکان آن به‌طور پیوسته بر روی منحنی تغییر می‌کند از بیرون آمدن این نقطه از منحنی جلوگیری می‌کند و خود نیز به همراه حرکت P بر رویِ منحنی تغییر می‌کند.



# مقاطع مخروطی مختلف‌المرکز

پس از تبیین رفتار عمومی حرکت در منحنی‌ها، نیوتون حالت خاص حرکت در مسیر بیضوی را مورد بررسی قرار داد.




**قضیهٔ یازدهم**

او دریافت که نیروی مرکزگرا برای نگه‌داشتن یک جسم روی یک مسیر بیضوی برابر مربع فاصله SP است، یعنی نیروی جاذبه وارد شده به جسم متحرک در مسیر بیضوی متناسب با عکس مربع فاصله آن از کانون بیضی است.

## خطای بزرگ عکس روی اسکناس

اسکناس یک پوندی که توسط بانک انگلستان در سال ۱۹۷۸ چاپ شده بود تصویری از ایزاک نیوتون را در پشت خود داشت. نیوتون زیر درخت سیب در وولستروپ نشسته است، تلکسوپ انعکاسی و منشورش روی میز باغ قرار دارند. روی زانوانش کتابِ اصول، قضیه یازدهم را نشان می‌دهد. اما در تصویری که طرح را تحت‌الشعاع خود قرار داده است خورشید در مکانی نادرست قرار دارد.

اسکناس در سال ۱۹۸۴ از چرخه خارج شد.

به: رئیس خزانه
بانک انگلستان
با احترام،

از: سوئد
۱۹ آوریل ۱۹۸۳

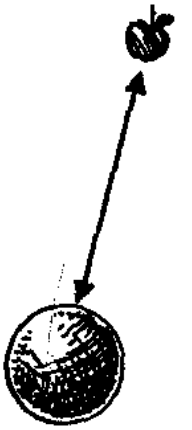
مدس می‌زنم که این موضوع از چشم شما و بقیه پنهان نمانده است که طراحی پشت اسکناس یک پوندی اشتباه است.

منظور من محل خورشید در مرکز (C) دیاگرامی است که قرار است قضیه یازدهم نیوتون را در کتاب **اصول** آمده است نشان دهد. جایگزینی خورشید در این عکس با اصل اول کپلر (منتشره در سال ۱۶۱۸) نمی‌خواند، اصلی که می‌گوید مدار سیارات به صورت بیضی هستند و خورشید در یکی از دو مرکز آن قرار دارد. بدون این اصل، برای نیوتون ممکن نبود که قانون جاذبهٔ خود را ناظر بر تناسب با عکس مجذور ـ که شما به درستی بنیادی‌ترین کشف او دانسته‌اید ـ اثبات کند.

باتوجه به اینکه این اشتباه می‌تواند باعث بدآموزی کودکان و سایرین شود و باتوجه به شهرت بانک انگلستان، آیا امکان خارج کردن این اسکناس را از چرخهٔ جامعه برای تصحیح اشتباه آن ـ که اشتباه بزرگی است ـ مدنظر قرار داده‌اید؟

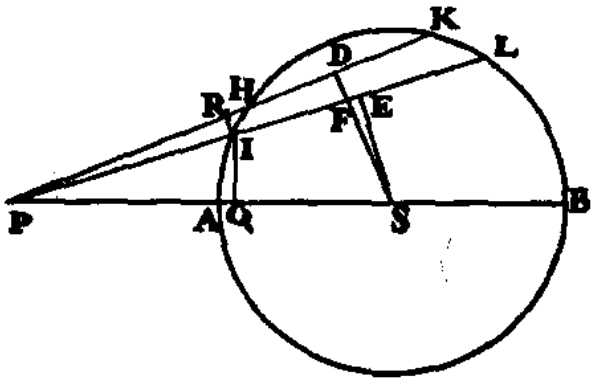
## اجسام کروی

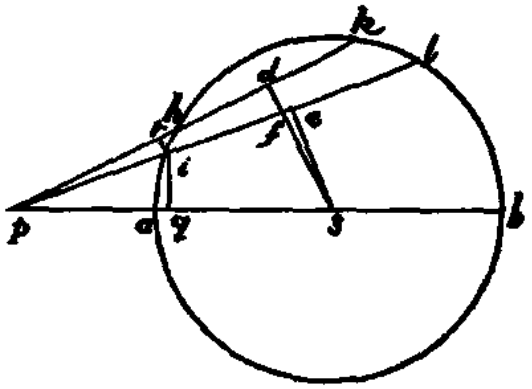
*این رابطه که در فواصل به اندازه کافی بزرگ دقیق است ممکن است در نزدیکی سطح سیاره جایی که ذرات فواصل نامساوی و موقعیت نایکسان دارند نادرست باشد.*



در حالتی که اجسام در فاصله زیادی از یکدیگر قرار دارند می‌توان اجزا مختلف آن‌ها را هم فاصله در نظر گرفت، نیرو بر اجزاء مختلف جسم به طور موازی اثر می‌کند.

وضعیت یک جسم که تنها چند فوت بالاتر از سطح زمین قرار دارد به وضوح کاملاً متفاوت است. سیب به سوی پایین و نیز اطراف کشیده می‌شود.



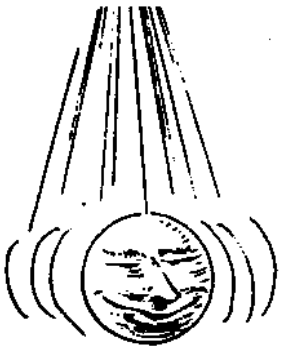

**قضیهٔ هفتادم:**

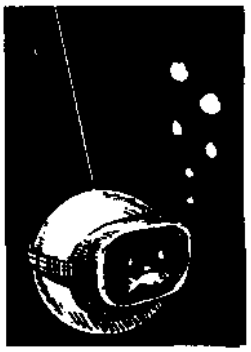
نیوتون نیروی برآمده از تعداد بی‌شماری ذرات دو کرهٔ توخالی را در نظر گرفت او ثابت کرد نیروی بین این دو کره متناسب با فاصله مراکزشان کم و زیاد می‌شود. درست مثل این‌که همه جرم کره در نقطه‌ای در مرکز آن متمرکز شده باشد.

از این نتیجه می‌شود که گزاره‌های پیشین درباره حرکت در مسیرهای مخروطی به دور یک نقطه جذب‌کننده در حالتی که کره‌ای جذب‌کننده (مثل یک سیاره) در کانون منحنی قرار گیرد نیز درست هستند.

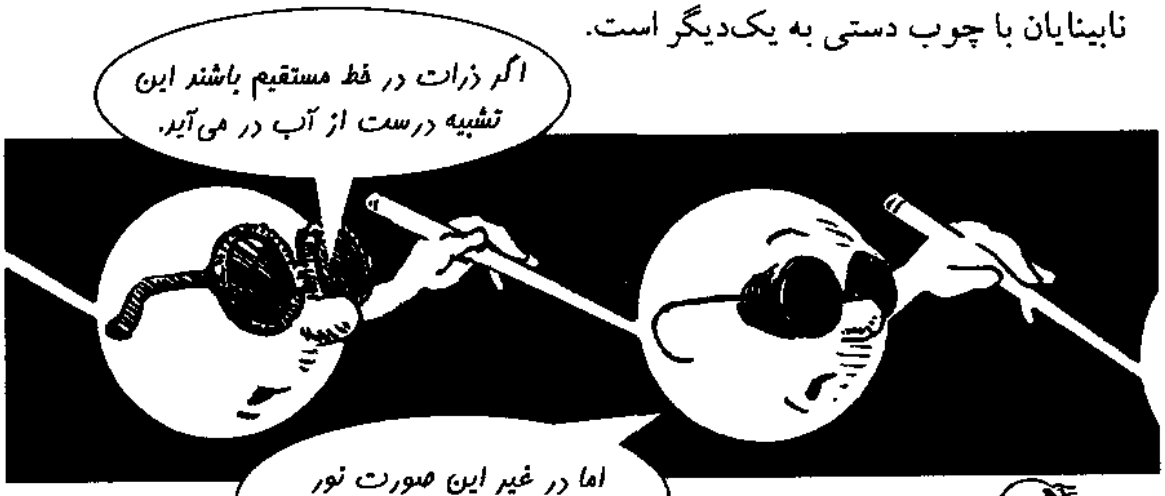
نیوتون با آونگ‌ها، اعتقاد دکارتی مبنی بر پر بودن فضا از ملاء را آزمود. یعنی این حکم راکه یک واسطه اتری بی‌نهایت رقیق و کم‌چگال همه اجسام را فرامی‌گیرد. این «اتر» باید آثاری قابل اندازه‌گیری می‌داشت. نیوتون در پیدا کردن «چنین اثری» ناکام ماند. مقاومت اتر یا صفر است یا غیرقابل مشاهده.

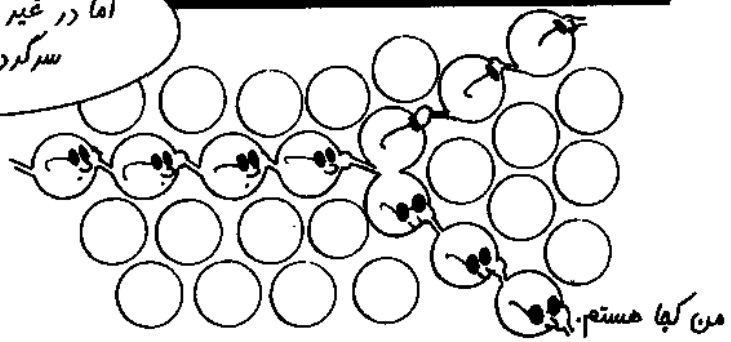
این آزمایش‌ها با آونگ در هوا، زیر آب، در جیوه و حتی در روغن‌جوشان انجام شد.





دکارت انتقال ذرات نور را برخورد مکانیکی ذرات توجیه می‌کرد که شبیه به تماس نابینایان با چوب دستی به یک‌دیگر است.



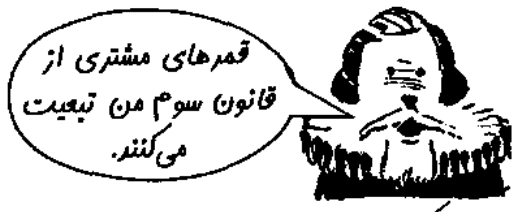
دانستیم که گرداب دکارتی از قوانین کپلر تخطی می‌کند. به علاوه قاعدتاً این گرداب با «کم شدن و ته کشیدن انرژی‌اش» در فضا کند خواهد شد.

*«... بنابراین فرضیه گرداب‌ها کاملاً با پدیده‌های نجومی ناسازگار است و بیشتر از اینکه حرکت کیهانی را توضیح دهد، ابهام‌آور است. این موضوع که حرکات چگونه ممکن است در فضای آزاد و بدون گرداب‌ها انجام شوند از نخستین کتاب فهمیده می‌شود. اکنون در کتابِ حاضر آن را به طور مفصل‌تر توضیح خواهم داد.»*

*«در کتاب‌های پیشین اصول فلسفه را بیان کردم. اصولی که نه تنها فلسفی بودند بلکه بیان ریاضی نیز داشتند. آن‌چه باقی‌مانده این است که بتوانم با اصول مشابهی ساختار جهان را بنا کنم.»*

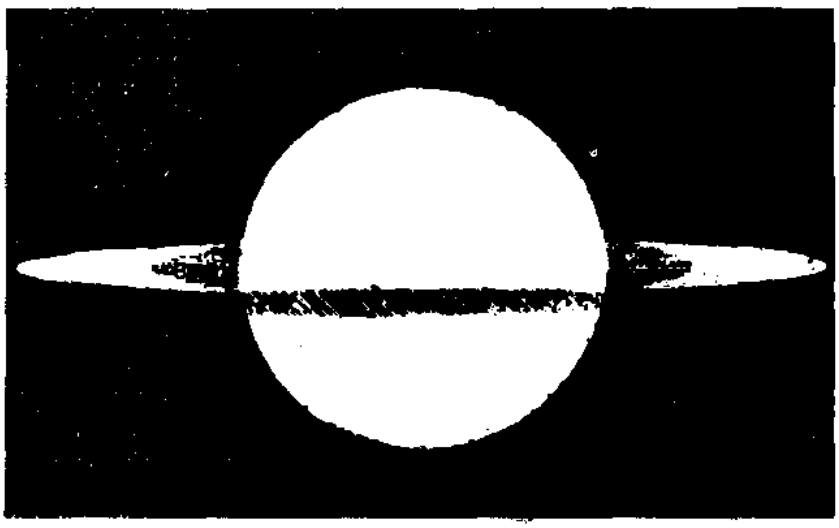
نیوتون با مشاهده چهار قمر مشتری دریافت زمان تناوب آن‌ها با توان $\frac{3}{2}$ فاصله‌شان از مرکز متناسب است.

تصویر مشتری از ایزاک نیوتون




کپلر

کشف شد که قمرهای زحل نیز از هارمونی کپلر و قانون مساحت‌ها تبعیت می‌کنند.

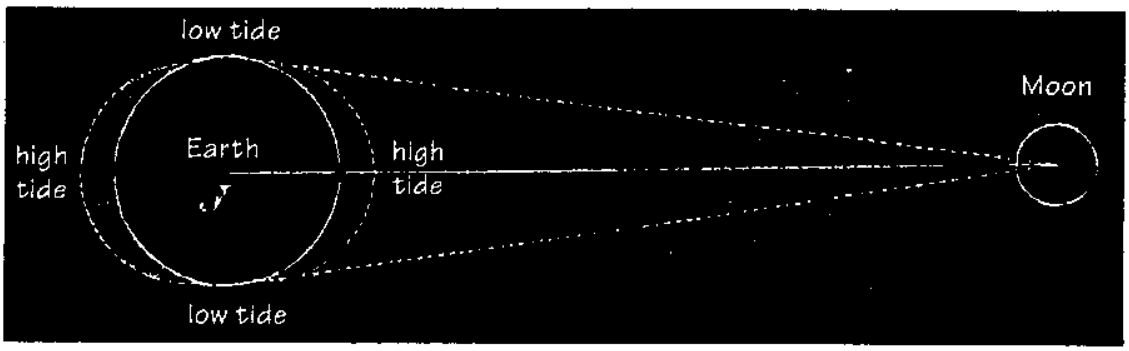


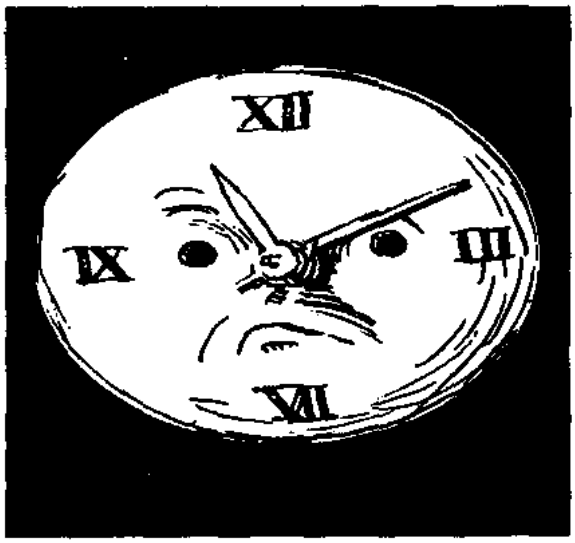
تصویر زحل از کریستین هویگنس

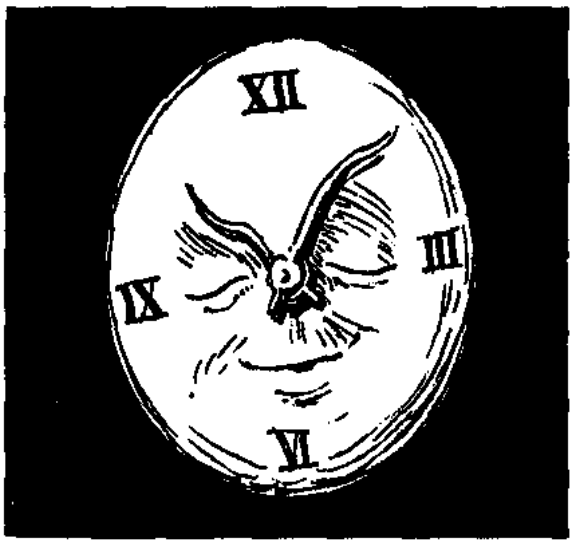
## پدیده‌های مختلف

در سال‌های طاعون، نیوتون به محاسبات خویش درباره تأثیر جاذبه ماه بازگشت. پیش از آن او محاسباتش را به اتکای مقدار غیردقیق قطر زمین که از گالیله گرفته بود، انجام داده بود. اینک با یک مقدار جدید دریافت که این نیرو در سطح ماه باید دقیقاً $\frac{۱}{۳۶۰۰}$ام آن بر روی زمین باشد. سرگردانی نامنظم ماه، با جاذبه متفاوت زمین و خورشید با تفاوت فواصل‌شان توضیح داده شد.

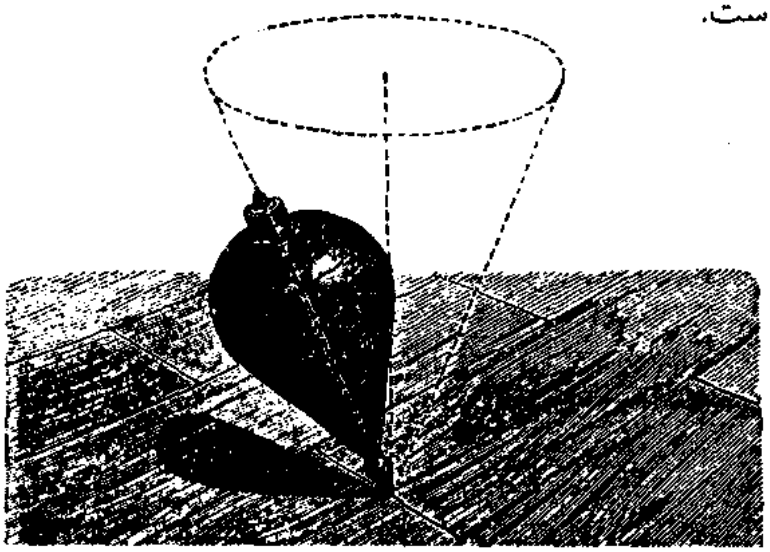
نیوتون اثر سه جسم (خورشید و ماه و زمین) را روی حلقه‌ای از ذرات در نظر گرفت. با در نظر گرفتن حلقه‌ای از یک سیال با شعاعی مساوی شعاع زمین او توانست جزر و مد را اندازه بگیرد.





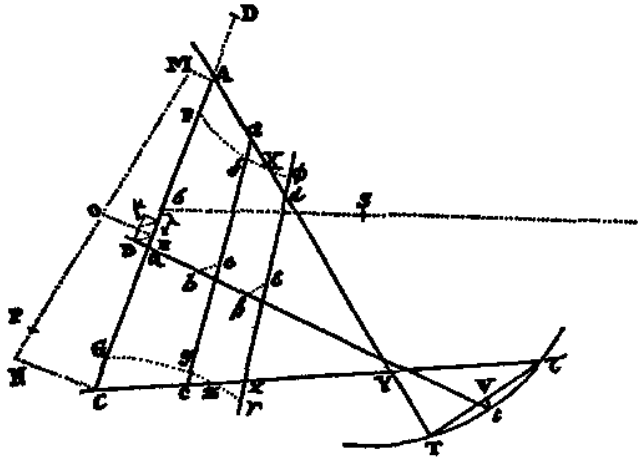




هنگامی که هالی در جزیره سنت هلن آسمان جنوبی را رصد می‌کرد متوجه شد ساعت او عقب می‌رود. نیوتون توضیح داد که زمین به سبب نیرویی که از چرخشش تولید می‌شود در قطب‌ها فرورفته و در استوا برآمده است. نیروی جاذبه بر آونگ ساعت‌ها در نزدیکی استوا کمتر از این نیرو در لندن است زیرا استوا ۱۲ مایل از مرکز زمین دورتر است.



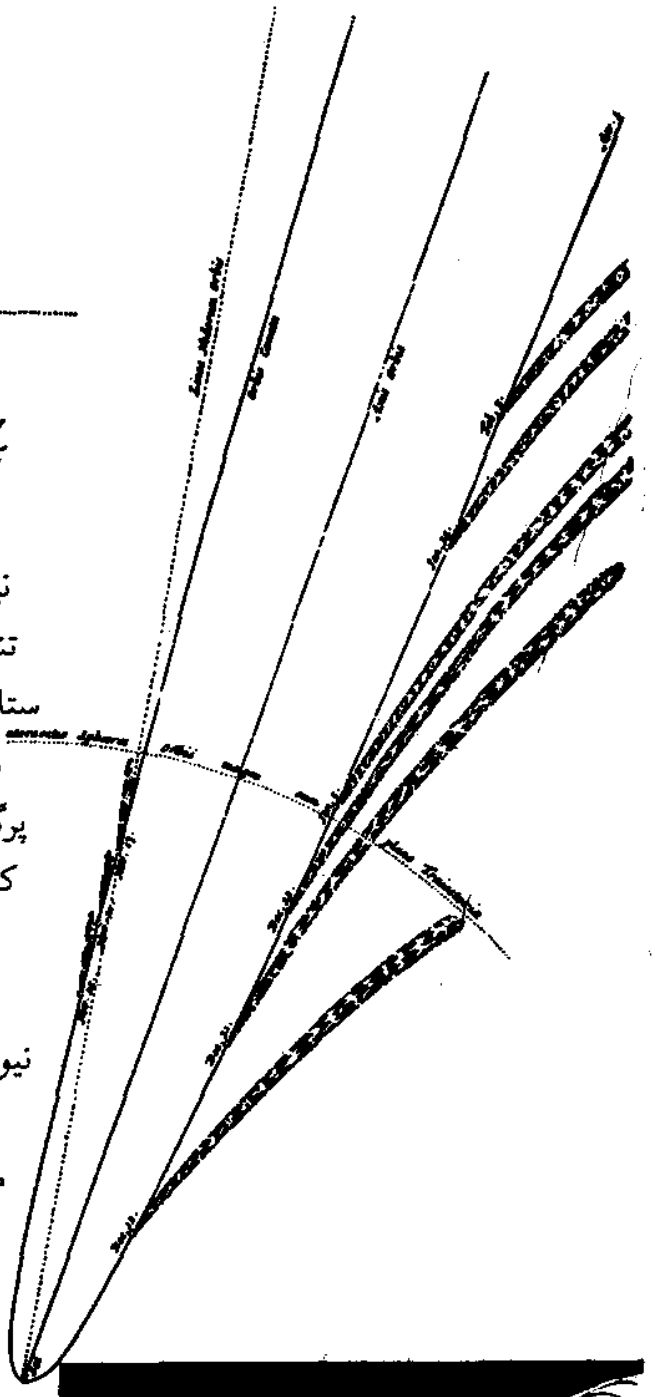
حداقل از سال ۱۲۹ پیش از میلاد منجمین می‌دانستند که آسمان شب علاوه بر گردش روزانه‌اش حرکت تدریجی عادی دارد. این اثر حرکت تقویمی نامیده می‌شد که تا آن زمان توجیه نشده باقی مانده بود. نیوتون نشان داد که این اثر مربوط به شکل زمین و انحراف محور آن است. این موضوع بر کرویت کامل زمین تأثیری ندارد. یعنی در حالی‌که کشش خورشید می‌کوشد فرورفتگی زمین را تصحیح کند، ماه سعی می‌کند استوا را در امتداد مدار خود بکشد، ترکیب این دو اثر بر روی محور زمین آن را به حرکتی آهسته وا می‌دارد که یک دور گردش کامل آن ۲۶۰۰۰ سال طول می‌کشد.

*«ما تاکنون نظام ماه، زمین و سیارات را توصیف کرده‌ایم. چیزی که باقی می‌ماند اضافه کردن چیزهایی درباره ستاره‌های دنباله‌دار است.»*



نیوتون روشی برای محاسبه مسیر ستاره دنباله‌دار تنها با سه رصد ابداع کرد. مثالی که او انتخاب کرد ستاره دنباله‌دار عظیم ۸۱ - ۱۶۸۰ بود. نیوتون مسیر ستاره دنباله‌دار را با دست و به وسیله خط‌کش و پرگار با مقیاس ۱۶٫۳۳ اینچ برای شعاع زمین، رسم کرد. طرح او با محاسبات جدید با دقت ۰/۰۰۱۷ اینچ مطابقت دارد.

نیوتون دریافت که ستارهٔ‌دنباله‌دار مسیر یک سهمی را طی می‌کند (یعنی از قانون اول کپلر تبعیت می‌کند.) و سطوح را متناسب با زمان (قانون دوم کپلر) جارو می‌کند.



*به نظر من می‌توانیم دنباله‌دار را صرفاً بخار بسیار خالصی بدانیم که حرارت سر یا هسته آن را اکسیل می‌دارد. دنباله هنگامی که از مجاورت خورشید می‌گذرد بزرگتر می‌شود.*

## جاذبهٔ عمومی

نیوتون از این شواهد نتیجه گرفت که جاذبه وجود دارد و این خود همان نیرویی است که باعث می‌شود اجسام به زمین بیافتند.

و جزر و مد را سبب می‌شود.

ماه را در مدارش به دور زمین نگه می‌دارد.

و قمرها را در مدارهای‌شان به دور سیارات نگه می‌دارد.

این نیرو حتی ستاره‌های دنباله‌دار که تنها گردشگرانی سرگردان هستند را نیز هدایت می‌کند. و به خارج از منظومه شمسی نیز اعمال می‌شود.

همه‌جا این قانون حاکم است و بنابراین، این نیرو جاذبه عمومی است.

بنابراین، خواننده عزیز در همان حالی که قدرت جاذبهٔ زمین شما را به صندلی‌تان میخکوب کرده و وزن کتاب را به دست‌هایتان تحمیل کرده است، میدان جاذبه خود شما کتاب و زمین را جذب می‌کند، و در عین حال خود کتاب...

نقدهایی که بر کتاب نوشته شدند، از درخشش آن گفتند.

این نویسنده بی‌همتا که سرانجام واداز به ظاهر شدن در جامعه شد، در رساله‌اش، معنای برجسته‌ای از گستردگی قدرت فکر را به نمایش می‌گذارد؛ به نظر می‌رسد او این بحث را به اتمام رسانده است و اندکی چیزی برای افرادی که پس از او می‌آیند باقی گذاشته. تعددِ حقایق فلسفی‌ای که در اینجا کشف شده و به بحث گذاشته شده‌اند هرگز تا این حد مرهون ظرفیت‌ها و مهارت‌های هیچ انسانی نبوده است.

در تمام تاریخ هیچ اثری نتوانسته چه در زمینه اصالت و چه در زمینه قدرت فکر و یا عظمت پیشرفت با کتابِ *اصول* برابری کند. همچنین هیچ اثر دیگری نتوانسته شالوده علم را چنین دگرگون کند، چرا که پیش از *اصول* هیچ وقت کسی نشان نداده بود که چنین فهم عمیقی می‌تواند به واسطه فیزیکِ ریاضی به دست آید. هیچ اثر دیگری اعتبار آن را در ادعای دیدگاهِ مکانیکی طبیعت به دست نیاورد. دیدگاهی که از آن پس به سایر علوم گسترش یافت و از آن الگو گرفته شد. تنها یک لحظه ممکن است موجود باشد که در آن آزمایش و مشاهده، فلسفه مکانیکی و روش‌های پیشرفته ریاضی کنار یکدیگر گردآیند تا نظام فکری‌ای را بنا کنند که هم در خود سازگار باشد و هم به وسیله آزمون‌های تجربی موجود، قابل اثبات باشد. تنها یکبار به فیزیک آسمان‌ها نظم داده شد و این نیوتون بود که این نظم را آورد. نظم او جهانی قانونمند را نشان می‌داد.

ا. راپرت هال از گالیله تا نیوتون

ایزاک می‌تواند به حق خیالش راحت باشد که ربع قرنی را که راهبانه در برج عاجش گذراند، به خوبی سپری کرد. در سن ۴۵ سالگی جایگاه او در تاریخ استوار شد. هنگامی که او چشمهایش را از کاغذهایش برداشت، دریافت که چیزهای دیگری جز کتاب در زندگی وجود دارند.

## جنگ حیوانی

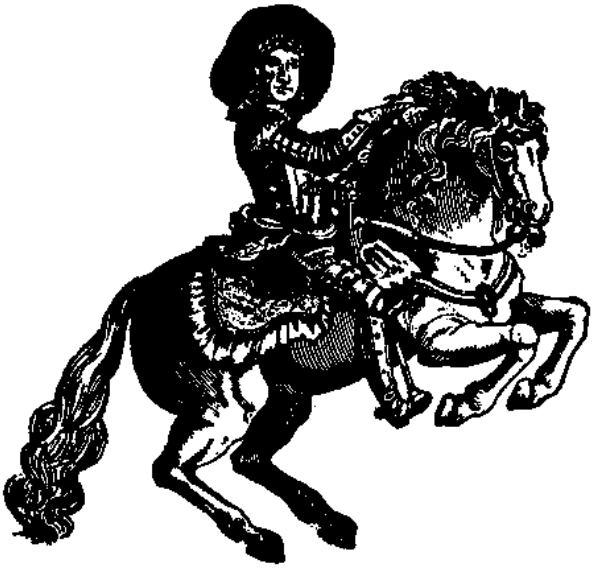
در سال ۱۶۸۵ جیمز دوم به پادشاهی رسید. او به سرعت شروع به تحکیم سلطه خود بر کشور کرد. به عنوان بخشی از یک برنامه برای کاتولیک کردن دانشگاه‌ها او دستور داد، پدر فرانسیس، که یک راهب بندیکتی بود در کمبریج پذیرفته شود. ایزاک درباره اغلب چیزها عقاید تندی داشت. اما از راهبان بیش از هر چیزی متنفر بود. گوشه‌گیر پیشین، برای مقابله با پادشاه جیمز در انظار ظاهر شد. او سخن‌گوی مخالفان کمبریج بود.

علی‌رغم هشدار شدید شاه و «دادگاه ملعونِ» قاضی جفری، کسی که سال پیش برای شورشیان ۳۰۰ چوبه دار بر پا کرده بود، نیوتون با توسل به قوانین با این انتصاب مخالفت کرد.

پادشاه جیمز دوم ۱۶۳۳-۱۷۰۱

جورج جفریز ۱۶۴۵-۸۹

نیوتون حرفه و حتی زندگی‌اش را به خطر انداخت. او تنها به علت آمدن پادشاه بیلی به توربی از سرنوشتی شوم نجات یافت.



## انقلاب شکوهمند

در سال ۱۶۸۸ دو حزب متخاصم قدیمی ویگ‌ها اصلاح‌طلبان و توری‌ها محافظه‌کاران موقتاً اختلافات‌شان را برای شکست دادن پادشاه جیمز کنار گذاشتند. آنها از یک شاهزاده هلندی، که پسر خوانده پروتستان جیمز بود، خواستند که به انگلستان حمله کند و پادشاه را بر کنار کند.

اما مالکان توری به شکل دولتمردان محلی در مناطقی از کشور باقی ماندند. این انقلاب بدون خون‌ریزی کنترل مناطق مرکزی تشکیلات را به ویگ‌ها سپرد.

ویلیام اورانژ ۱۷۰۲ ـ ۱۶۵۰
پادشاه ویلیام سوم ۱۶۸۹

کرسی‌ای از مجلسی که عزم حل و فصل انقلابی مسائل را داشت به سبب مواضع ضد کاتولیکی نیوتون به او اعطا شد. پروندهٔ رای دادن‌های او پاک است و تنها یک بار سخن گفت؛ یک بار که وزیدن نسیمی را احساس کرد از یک دربان خواست که پنجره را ببندد.

او بیشتر وقت خود را در لندن می‌گذراند، با پادشاه جدید نهار می‌خورد و با چهره‌های برجسته‌ای چون جان لاک فیلسوف آشنا می‌شد و از ستایش حلقه دانشمندان جوان لذت می‌برد.

## دوستان

لاک دوست صمیمی او شد. این دو به تبادل دیدگاه‌ها و نظرات درباره موضوعاتی که نیوتون به آنها اهمیت می‌داد از قبیل علم، اقتصاد و سیاست... پرداختند.

... به هر حال نیوتون نیز برای اولین بار شهامت آن را یافت که از دیدگاه‌هایی صحبت کند که ۲۰ سال مخفی نگه داشته بود. او دربارهٔ انکار تثلیث (که به آریانیسم مشهور بود) و کشفیات خود درباره تحریف کتاب مقدس سخن گفت. لاک پیشنهاد کرد به او برای چاپ کتاب یک *روایت تاریخی از دو تخریب چشمگیر کتاب مقدس* کمک کند.

نیوتون باوجود اینکه اطلاع عامه از عقاید آریانی او ممکن بود منجر به پایان یافتن ناگهانی، حرفه سیاسی و دانشگاهی او شود یا حتی او را مجبور به تبعید کنند، تصمیم گرفت یک دوره از کتاب را در فرانسه و در هلند منتشر کند. او این ریسک را کرد چون معتقد بود لایحه‌ای که مدارای مذهبی را تضمین می‌کند از پارلمان خواهد گذشت، با این حال قانونی که در انگلیس گذشت کاتولیک‌ها و آریانی‌ها را مستثنی کرد. نیوتون ناامیدانه کوشید نسخه خطی را که در هلند در آستانه انتشار به نام او بود، باز پس گیرد. تمایل نیوتون به انجام چنین ریسکی در وهله نخست به وضوح تحولی را که در او رخ داده بود آشکار می‌کند. نیوتون شاد، مطمئن، آزاد، در سایهٔ شهرت نویافته‌اش آرمیده بود.

ژان لوکلرک

یک روز تابستانی در جلسه‌ای در انجمن سلطنتی، نیوتون ریاضی‌دان ۲۵ ساله سوئیسی‌ای را ملاقات کرد. وِستفال می‌گوید: «آن دو در یک لحظه به هم جذب شدند.» فاتیو یک دکارتی با استعداد و صدیق بود. او که شیفته ریاضیات بود در جستجوی شهرت در اروپا پرسه می‌زد. در سال ۱۶۸۹ با هویگنس از لندن دیدن می‌کردند تا پاییز او دیگر یک دکارتی نبود او با نیوتون چهار سال مکاتبه منظم داشت. فاتیو کار بر روی روایت خودش از اصول راکه احساس می‌کرد از اصول اولیه بهترند، شروع کرد. با وجود اینکه هالی و نیوتون بر افکار افراطی فاتیو می‌خندیدند او مثل یک بچه خودش را به آن‌ها می‌چسباند.

نیکلاس فاتیو دو دوئیلیه، ۱۷۵۳-۱۶۶۴

نیوتون ریاضی‌دانان و دانشمندان جوان را تشویق می‌کرد. او بیش از سایر همکارانش کوشش می‌کرد، و حتی به آنها کمک مالی می‌کرد.
دلایل زیاد و قابل فهمی برای تأثیرگذاری نیوتون بر همکاران جوانش وجود دارد. او از آن‌ها برای استنساخ و ویرایش دست‌نوشته‌ها، کارهای کوچکی که ویکنس بر عهده داشت، استفاده می‌کرد. آنها به عنوان پیک، مترجم، طرفِ بحث‌ها و حتی برای انتشار دیدگاه‌های نیوتون به اسم خودشان استفاده می‌شدند. حتی هیچ یک از دشمنان نیوتون نیز هرگز شایعهٔ زشتی دربارهٔ او پخش نکرد.
هنگامی که شور و شوق فاتیو فروکش کرد، گفت که ریاضیات راکنار خواهد گذاشت او دوست تازه‌ای را ملاقات کرد و برای به دست آوردن ثروت با او طرح سرمایه‌گذاری در تجارت دارو را ریخت.

هوک

دوستان نیوتون متوجه تغییری ناگهانی در او شدند...

## بداقبال‌ترین

آقای محترم
من در این ۱۲ ماه نه خوب خورده‌ام و نه خوب خوابیده‌ام و نه انسجام فکری قبلی‌ام را داشته‌ام. من باید از آشنایی شما صرف‌نظر کنم و از این پس هرگز نه شما و نه دیگر دوستانم را ملاقات نخواهم کرد.
ایزاک نیوتون

آقای عزیز
چون تصور می‌کردم شما کوشش کرده‌اید با توسل به مسائل زنانه یا وسایل دیگر نسبت ناهنجار به من بدهید چنان آشفته‌خاطر شده بودم که چون شنیدم شما مریض هستید و دیری زنده نمی‌مانید گفتم که مرگ برای شما شایسته‌تر از زندگی است. ساده‌ترین و بدبخت‌ترین خدمتگزار شما.
ایزاک نیوتون

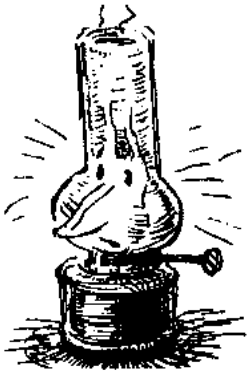
برای توضیح اختلال حواس نیوتون، دلایل فراوانی آورده شد...

سبب آن هر چه بود، سرخوشی او از پس *اصول* به افسردگی انجامید. نیوتون طرح انتشار کارهایش دربارهٔ ریاضیات و نور را متوقف کرد و از انتشار دومین ویرایش *اصول* نیز ممانعت کرد. دست آخر نیز با دلسردی کیمیاگری را رها کرد و کمبریج را به قصد زندگی در لندن برای همیشه ترک کرد.

## کسی پول خرج نمی‌کند

یک عضو عالی‌رتبه حزب اصلاح‌طلب و همفکر و شاگرد پیشین نیوتون شغلی در ضرابخانه سلطنتی به او پیشنهاد کرد که اصولاً به وقتی بیش از آنچه او می‌توانست صرف کند نیاز نداشت.

چارلز مونتاگ، ارل هالیفاکس، رئیس خزانه‌داری سلطنتی



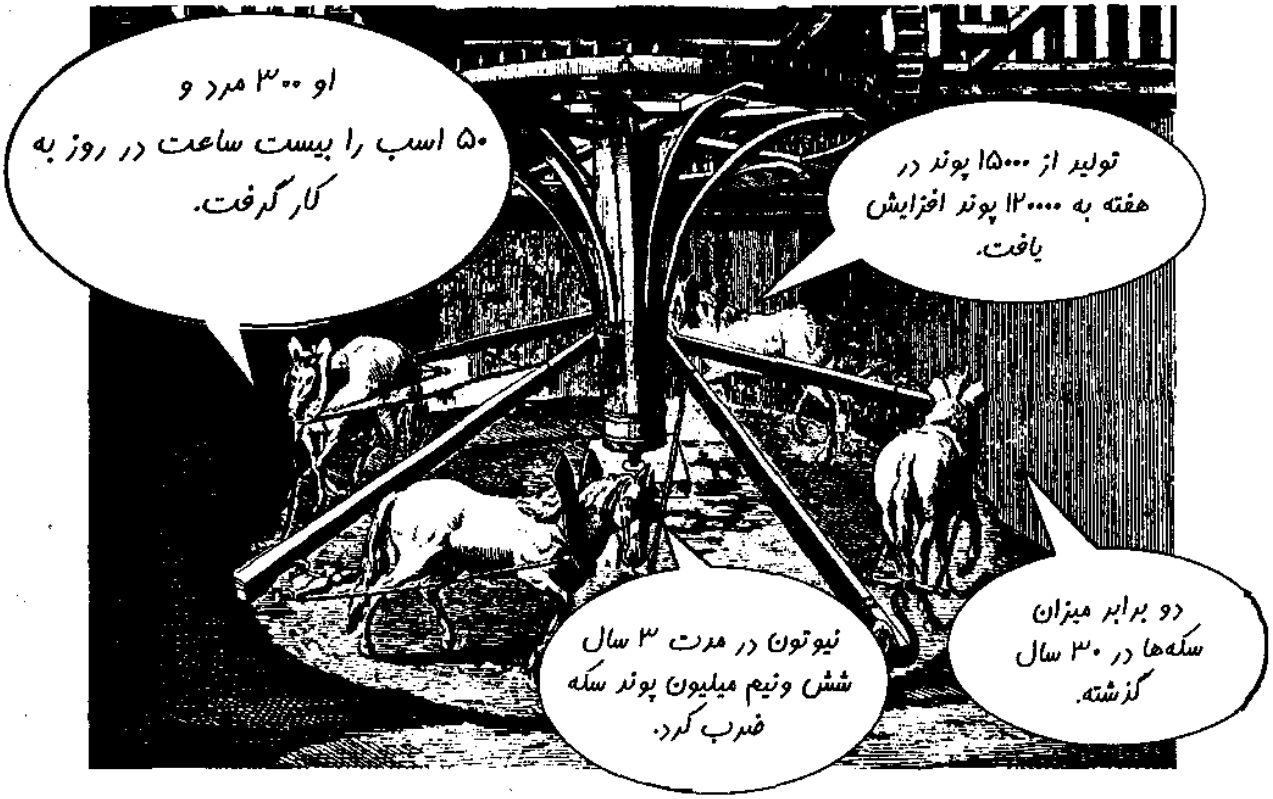

اما در این مقطع زمانی پول رایج انگلیس دچار نابسامانی بود، بیش از ۲۰ درصد سکه‌ها تقلبی بودند. و تنها نیمی از سکه‌های باقی مانده وزن درستی داشتند. زیرا رسم تبهکارانه «برش» قطعات کوچک از سکه‌ها بسیار رایج بود. کشورهای خارجی از پذیرفتن سکه‌های انگلیسی امتناع می‌کردند.

جان اولی ۱۷۰۶ ـ ۱۶۲۰ خاطره‌نویس معاصر نیوتون.

وضعیت اقتصادی به حدی وخیم بود که خزانه دولتی در آستانه سقوط قرار داشت و این تهدیدی برای انقلاب شکوهمند به حساب می‌آمد و محتمل بود یکی از افراد خاندان سلطنتی استوارت را به سر کار بازگرداند.

## تهدید برای نظام

او هیچ کاری را نصفه ـ نیمه نمی‌کرد و در این کار جدید نیز پشتکار و جدیت خود را نشان داد.




تقلب چنان تهدیدی برای ماندگاری نظام بود که خیانتی بزرگ تلقی می‌شد. نیوتون با به خطر انداختن زندگی‌اش سرسختانه جنایتکاران را تعقیب کرد و شخصاً با آن‌ها در حیاط خانه‌هاشان، در میخانه‌های لندن، و در زندان‌ها رو در رو می‌شد. دنیای تبهکاران هرگز چنین حمله سازماندهی شده‌ای را به خود ندیده بود.

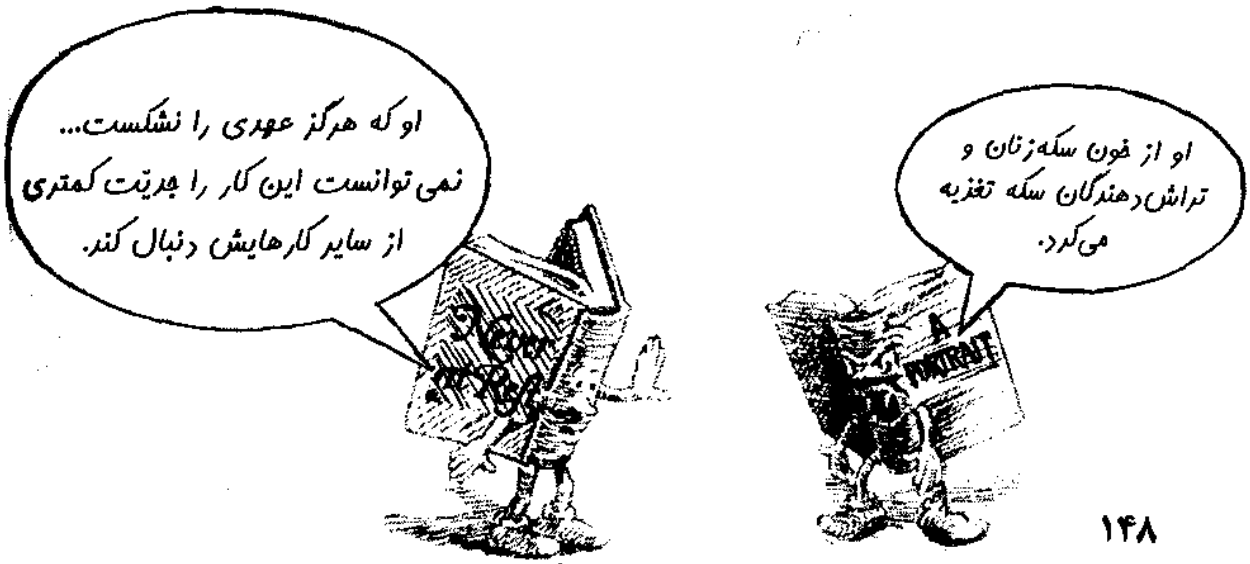
خوف‌انگیزترین حریف نیوتون ویلیام چالونر بود.

چالونر در میان جاعلان سکه مانند پرفسور موریارتی داستانِ شرلوک هلمز بود.او بیش از ۳۰,۰۰۰ سکه تقلبی ضرب کرده بود. او مردان زیادی را برای دریافت جایزه به بالای چوبه دار فرستاد. خود او ۵ بار که دو بار آن با خفه‌کردن شاهدان بود از این سرنوشت گریخت اما پس از حرفه‌ای که سراسر با کامیابی همراه بود او مرتکب خطای به مبارزه طلبیدن ایزاک نیوتون شد.

چالونر عملاً به ضرابخانه سلطنتی تهمت ناکارآیی زد و پیشنهاد اصلاح آن را داد. نقشه او این بود که همکار خود هالوی را به عنوان متصدی دستیگرکنندگان سکه منصوب کند و خود نیز سرپرست ضرابخانه شود. پارلمان پذیرفته بود و به چالونر اجازه آزمودن دستگاه‌های مخفی ضرابخانه را داد. نیوتون بلادرنگ آن را رد کرد. و با شدت تمام مشغول جمع‌آوری شواهدی شد که ممکن بود چالونر را به دام اندازد. بعد از دو سال، پروندهٔ نیوتون چون گزاره‌های کتابِ *اصول* کاملاً پژوهشی بود. او دستور بازداشت چالونر را صادر کرد. این بار گریزی در کار نبود.

# درخت تایبورن

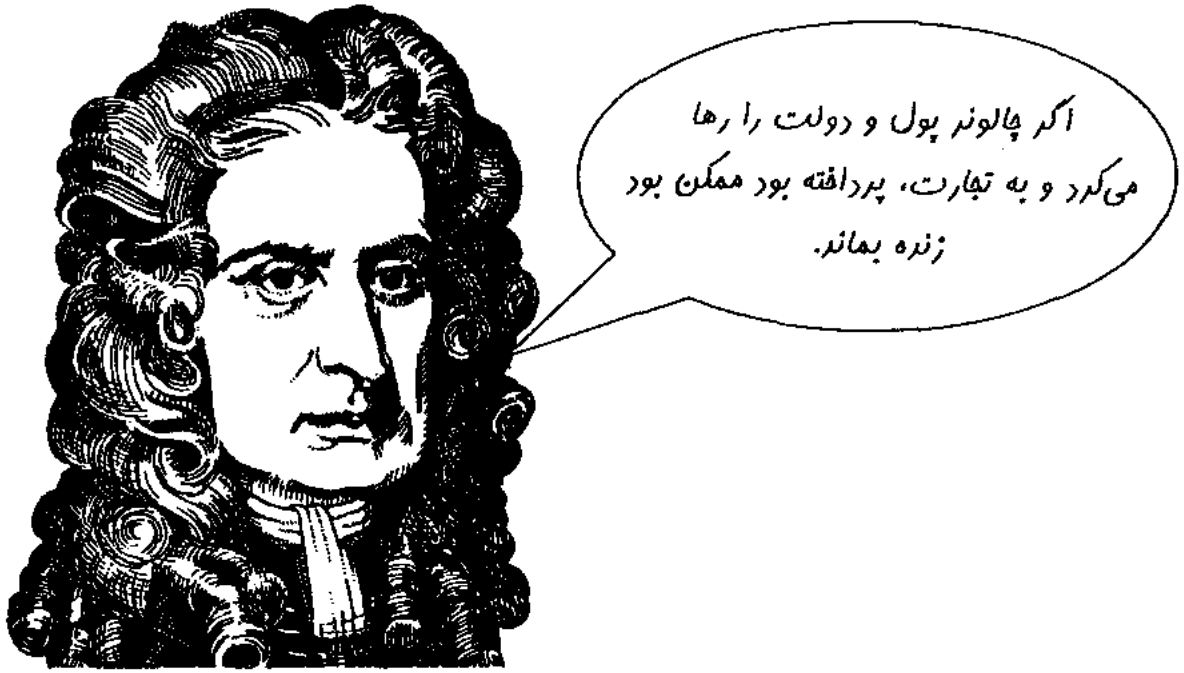
در سال ۱۶۹۷ در تایبورن به سبب جنایت در سیستم پولی کشور ۱۹ اعدام اجرا شد. نیوتون مجموعاً ۲۸ نفر را بالای چوبه دار فرستاد. آیا او کینه‌توزی سادیست بود؟




فرانک اِمانوئل

ریچارد، دست‌خال

عدالت که همیشه از او سیلی خورده بود،
اکنون با دست‌های آهنین آماده بود او را
قطعه‌قطعه کند.


اگر چالونر پول و دولت را رها
می‌کرد و به تجارت، پرداخته بود ممکن بود
زنده بماند.

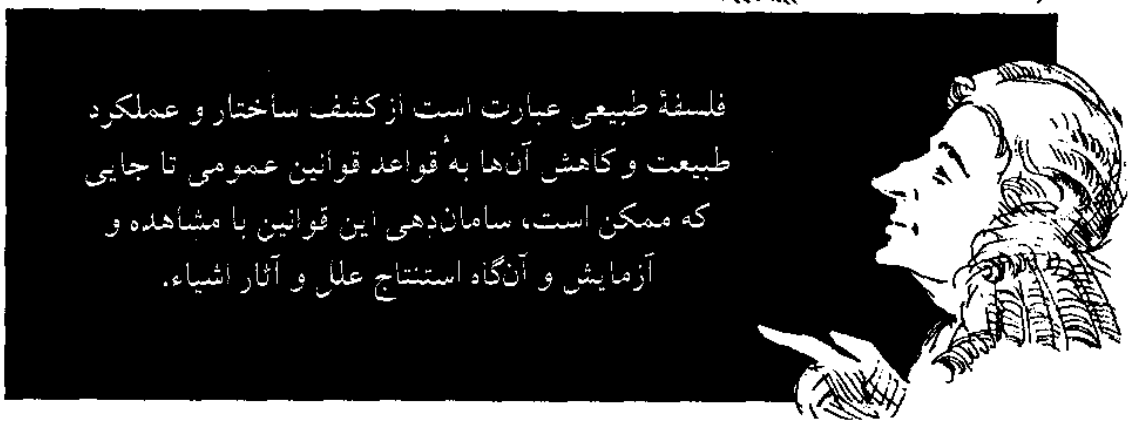
## رئیس کل

با شروع قرن جدید هوک بیمار شد و در غیاب نفوذ اجرایی او انجمن سلطنتی بی‌رونق شد. این انجمن در مقایسه با دوران شکوفایی‌اش در سال ۱۶۷۰ به وضعیت اسفباری افتاده بود.

او به عنوان رئیس انتخاب شد شغلی که برای تمام عمر آن را حفظ کرد، نیوتون شروع به احیا انجمن کرد. اما قبل از آن او حساب‌هایی برای تصفیه کردن داشت.

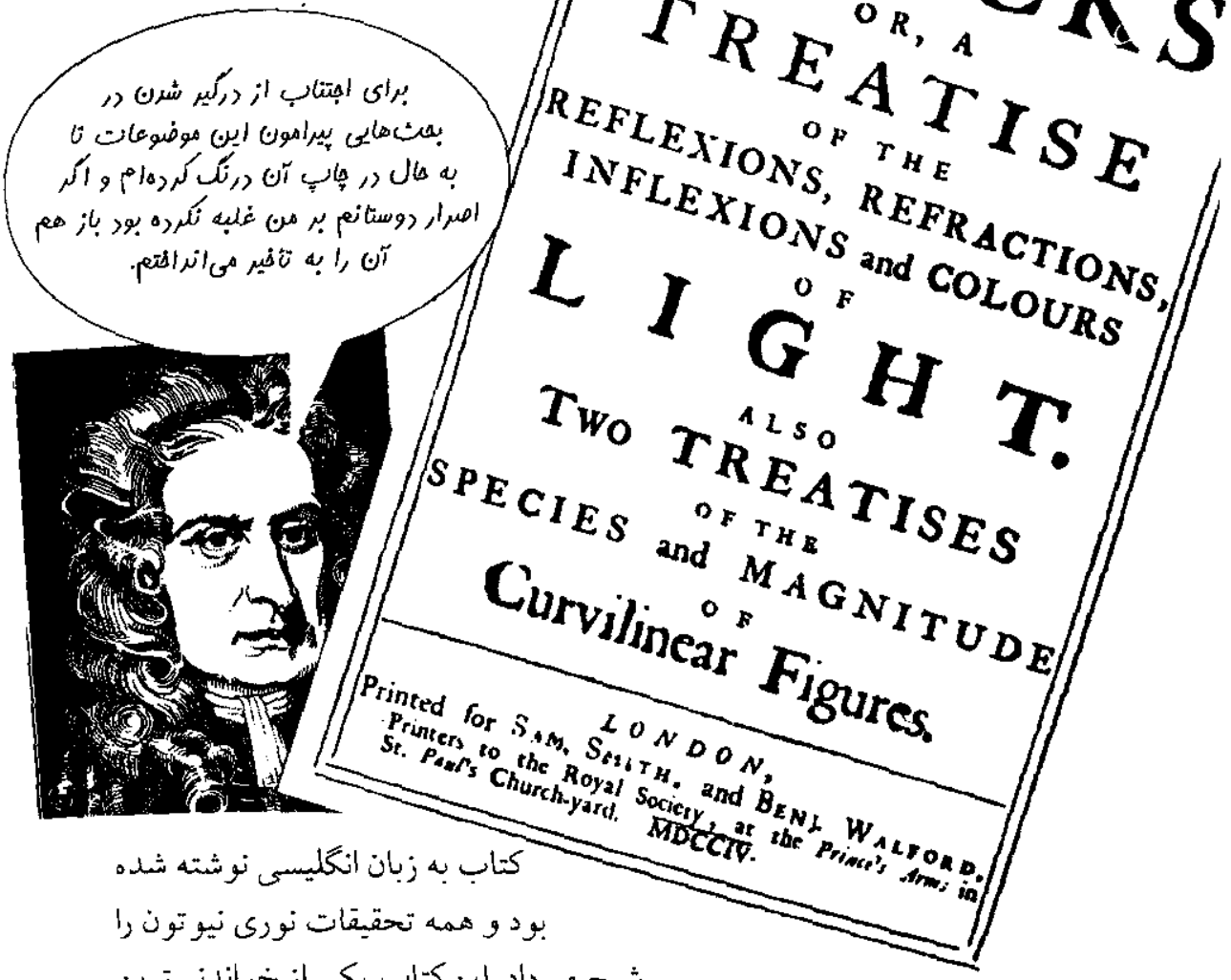
هوک در سال ۱۷۰۳ در حالی که کور و منزوی شده بود و به ورطهٔ فقری نکبت‌بار غلتیده بود درگذشت. فشار بر ضرابخانه سلطنتی به اندازه‌ای کاهش یافته بود که نیوتون خودش را بی‌کار یافت. او توجه‌اش را به انجمن سلطنتی معطوف کرد.

او طرحی برای سامان‌دهی **انجمن سلطنتی** داشت.

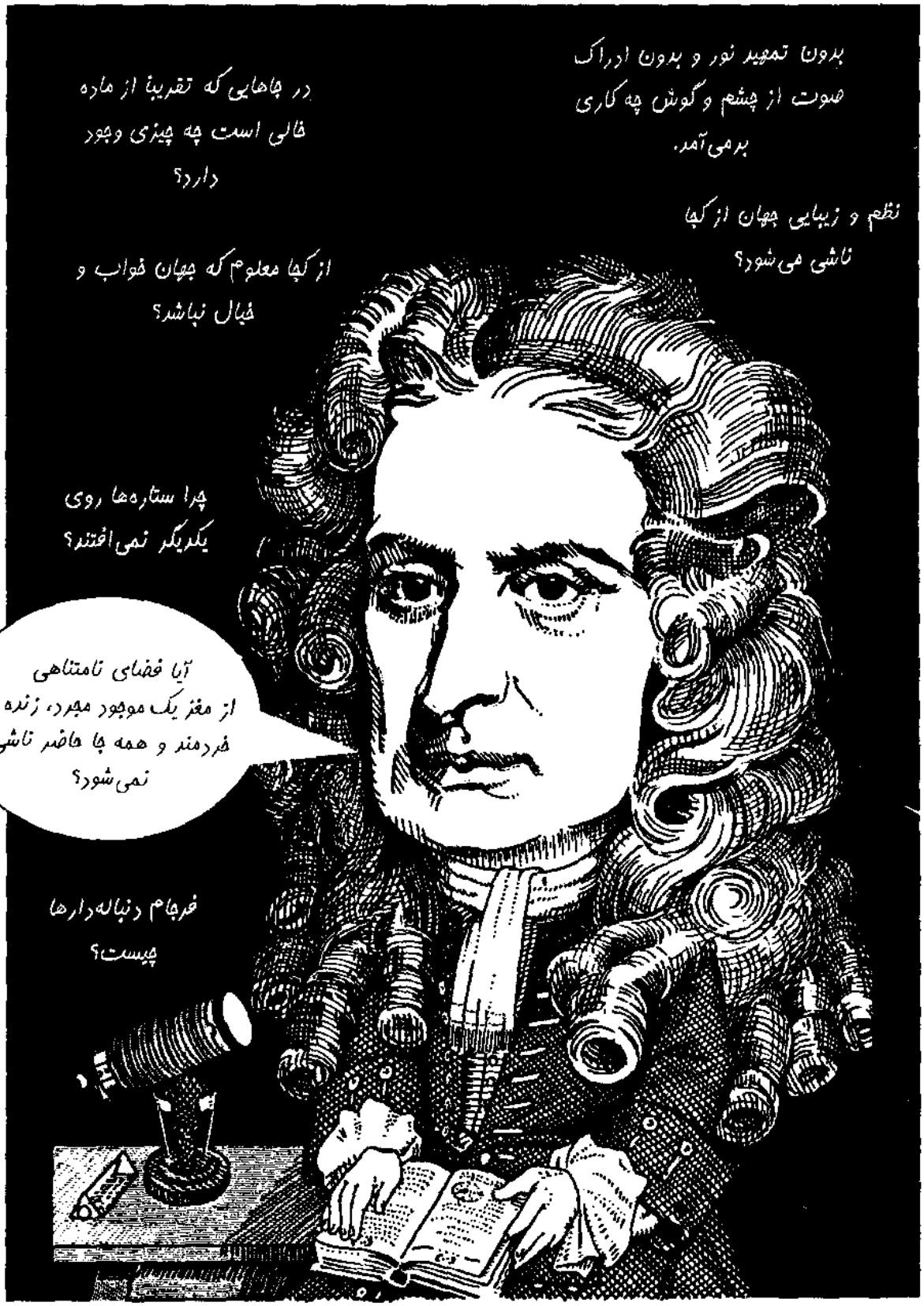



در حالی که رئیس پیشین به ندرت به خود زحمت شرکت در جلسات را می‌داد نیوتون در طول ۲ سال فقط سه جلسه را از دست داد. برای اعاده علاقه و افزایش اعضا او هر جلسه آزمایش انجام می‌داد. این مجموعه آزمایشات با آزمایش پمپ هوای فرانسیس هاکسبی آغاز شد.

نیوتون رسماً به عنوان برجسته‌ترین دانشمند شهر شناخته شد و با توجه به انزوای محتاطانه هوک، نیوتون سرانجام احساس کرد می‌تواند نورشناسی خود را منتشر کند.




کتاب به زبان انگلیسی نوشته شده بود و همه تحقیقات نوری نیوتون را شرح می‌داد. این کتاب یکی از خواندنی‌ترین کتاب‌هایِ بزرگِ تاریخ علم است و نه تنها در زمان خودکه در سراسر قرن ۱۸ تأثیری عظیم داشت. علاوه بر این، این کتاب چهره جدیدی از نیوتون به منزلهٔ دانشمندی نظریه‌پرداز را آشکار می‌کند. دانشمندی که حتی اگر همه پاسخ‌های صحیح را هم نمی‌دانست، تقریباً از همهٔ پرسش‌ها آگاهی داشت. او پرسش‌هایی دربارهٔ شیمی، فشارسنجی، فیزیولوژی، گردش خون، متابولیسم و هاضمه، حواس حیوانی، بینایی، جهان خلقت، سیل، روش تجربی، علت و معلول، رابطهٔ بین فلسفه طبیعی و اخلاقی و غیره داشت. دیگر چه چیز باقی می‌ماند؟



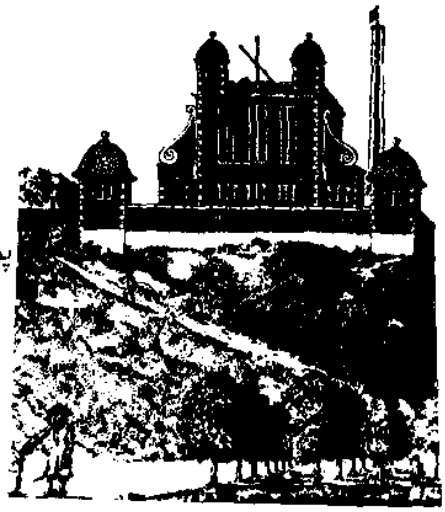

نیوتون اندیشه دیگری درباره فضای نامتناهی داشت، پس کتاب را برای حذف صفحات مربوطه بازپس گرفت، اما چند نسخه از کتاب اصلی از دست رفته بود.

## سر درد نیوتون

نیوتون برای کامل کردن نظریه قمری خود که هنوز ناکامل بود شدیداً به رصدهای دقیق‌تر مدار ماه نیاز داشت.

راه‌حل جناب ایزاک نیوتون برای مداوای سردرد: سر تان را با بند جوراب ببندید تا بی‌حس شود. این کار با کند کردن جریان خون سر را خنک می‌کند.

یک منجم سلطنتی وجود داشت که محاسبه موقعیت ماه و ستارگان بر عهده او بود اما در مدت ۳۰ سال چیزی ارائه نداده بود.



جان فلامستید، اولین منجم سلطنتی، در سال ۱۶۷۶ از رصدخانه جدید کمبریج، شروع به رصد کرد.

*پول این ساختمان از فروش باروت قدیمی و فاسد تأمین شده بود.*

فلامستید که از نقرس فلج شده بود با تندخویی و گرفتن حالت تدافعی، حاضر نبود مشاهداتش را به این بهانه که مایملک شخصی او هستند، در اختیار دیگران بگذارد.

فلامستید

## حلقه طلایی

نیوتون برای محاسبه مکان ماه ۱۸۰ پوندبه فلامستید پرداخت. اما فلامستید پول را صرف رصد ستارگان ثابت کرد، که به کار نیوتون نمی‌آمد، وقتی سرانجام فلامستید مجبور شد از سر رصدهایش بگذرد، نیوتون متوجه شد که آن‌ها با اشتباهاتی آمیخته شده‌اند.

فلامستید از هر فرصتی برای تحقیر نیوتون ...

... یا برای چوب لای چرخ گذاشتن و یا متهم کردن او به اعمال نادرست استفاده می‌کرد.

نیوتون خشمگین، به سراغ *اصول* رفت و همه ارجاعات به فلامستید را حذف کرد، علاوه بر این به سبب عدم پرداخت حق عضویتش او را مجبور به ترک انجمن سلطنتی کرد.

## زاویه‌یاب

پیرمنتیس ۷۶ـ۱۴۳۶

رجیومونتانوس اولین کسی بود که پیشنهاد کرد از موقعیت ماه برای تعیین موقعیت کشتی‌ها در دریا استفاده شود. اما مسئله اندازه‌گیری دقیق هنوز پابرجا بود. در سال ۱۷۰۷ ناوگان بریتانیا تحت فرمان دریاسالار شاول به سبب هدایت نادرست به صخره‌های جزایر سیلی برخورد کرد. دو هزار مرد و گنجینه‌ای که در ناو سرفرماندهی بود از بین رفتند. این امر باعث شد که مسؤلان امر به مسئلهٔ جهت‌یابی توجه کنند.

نیوتون می‌دانست که می‌توان با یک ساعت دقیق موقعیت را یافت. اما هنگامی که او این روش را به کاربرد دریافت که «وقتی طول جغرافیایی یک بار در دریا گم شود به وسیله هیچ ساعتی نمی‌توان آن را یافت.»

روش فاصله قمری به ناوبری‌ای با دقتی بیش از دو دقیقه قوی برای اندازه‌گیری فاصله بین ماه و یک ستاره ثابت و افق نیاز داشت. خود نیوتون یک زاویه‌یاب دوتایی انعکاسی ساخته بود که قادر به رویت ماه با همین میزان دقت حتی روی میز متحرک کشتی بود. او آن را در سال ۱۶۹۹ به انجمن سلطنتی نشان داد. اما هنگامی که هوک ادعا کرد که سی‌سال پیش آن را اختراع کرده است آن را دور انداخت.

در سال ۱۷۱۴ سر ایزاک توسط پارلمان به سرپرستی کمیته‌ای که بهترین راه «برای پیداکردن طول جغرافیایی» را جستجو می‌کرد. انتخاب شد. یک جایزه ۲۰۰۰۰ پوندی پیشنهاد شده بود.

نیوتون در سال‌های بعدی با سیل طرح‌های غیرعادی سروکار داشت.

جایزه سرانجام به جان هاریسون ساعت‌ساز برای کورنومتری داده شد، که کاپتان کوک با آن دریانوردی کرد. (زاویه‌یاب مستقلاً در آمریکا و انگلستان در سال ۱۷۳۱ دوباره اختراع شد)

## دلخوری و خشم فراوان

در مقایسه با دشمنی میان نیوتون و لایبنیتز، مشاجره شدیدی که برای دو دهه جریان داشت و بعد از مرگ فیلسوف آلمانی نیز ادامه یافت، نزاع با فلامستید یک آزردگی جزئی بود.

برتراند راسل

این بحث در سال ۱۶۸۴ هنگامی آغاز شد که لایبنیتز دستاوردهای خود در زمینه حسابان را بدون اشاره به پیشرفت‌های نیوتون در این زمینه، منتشر کرد.

اگر لایبنیتز تا آنجا پیش نرفته بود که ادعا کند او تنها مبدع حسابان است ممکن بود نیوتون از آن می‌گذشت. دوستان نیوتون آماده کارزار شدند.

جان والیس

... سرانجام نیوتون خشمگین اجازه داد متن همه نامه‌های آنها از سال ۱۶۷۶ منتشر شود. اما این کار، تنها لایبنیتز را به انکار همه‌چیز واداشت!

آلمانی‌ها در حالی‌که در انظار عمومی نیوتون را می‌ستودند، حملات خبیثانه بی‌نام و نشان را در مجلات علمی آغاز کردند. نیوتون این‌گونه پاسخ داد...

کارولین آنسباخ ۱۷۳۷ - ۱۶۸۳

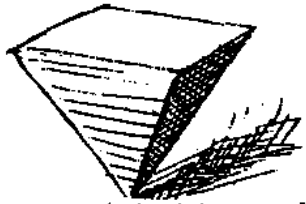
## تجربه‌گرا

این جنجال با مرگ لایبنیتز خاتمه نیافت. آشکار شد که کالینز ناشری در لندن در سال ۱۶۷۶ حساب فاصله نیوتون را به او نشان داده است. چیزی که بدگمانی‌های نیوتون را تشدید می‌کرد.

هریک از حریفان حامیانی گرد آوردند. این مشاجره که به قرن ۱۹ کشانده شد باعث شکافی شد که ریاضی‌دانان انگلیسی را از روند پیشرفت‌های اروپا برای مدت ۱۰۰ سال جدا کرد و آنها از استفاده از سیستم علامت‌گذاری برتر لایبنیتز که مورد بحث بود امتناع کردند. نشانه‌های آلمانی dx، dy و ∫ که ما امروزه به کار می‌بریم ۱۰۰ سال دیرتر به انگلستان رسید.

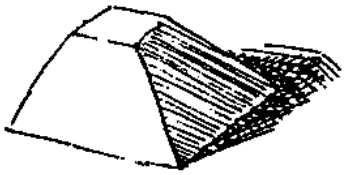
بحث حق تقدم تنها موضوع نزاع میان این دو غول اندیشمند نبود. نیوتون نماد یک جنبش فلسفی بود که مکتب اصالت تجربه انگلیسی خوانده می‌شود.

در حالی‌که لایبنیتز ساختمان عظیمی از استنتاجات را بر روی تعداد اندکی از اصول منطقی بر پا می‌کرد.

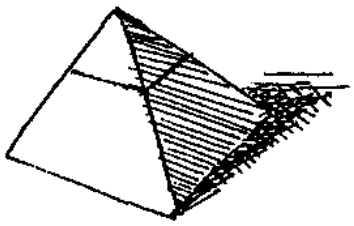


نظام لایبنیتز ناپایدار است و یک نقص کوچک آن را به ورطه نابودی می‌رساند.

نیوتون نتایج معقول را به صورت قیاسی از بررسی حقایق فراوان استنتاج می‌کرد.



او می‌تواند بی‌آنکه باعث فروریختن تمام (ساختمان) شود یک نقیصه را تصحیح کند.



## گاهشماری

نیوتون علاوه بر بحث‌هایی که داشت مجبور شد اوقات فراوانی از سال‌های آخر عمرش را برای پنهان کردن عقاید آریانی‌اش، صرف بازنویس نوشته‌هایی مربوط به الهیات کند. شاهزاده کارولین توجه خود را به تاریخ مذاهب معطوف کرده بود و درخواست دیدن نسخه‌ای از نوشته‌های او را کرد. نیوتون که با آشکار شدن حقیقت در معرض هلاکت قرار می‌گرفت با حذف همه نشانه‌های ضد تثلیثی عقایدش، خلاصه‌ای از نوشته‌هایش تهیه کرد. اما زمانی که یک نسخه قاچاقی خلاصه در پاریس چاپ شد، موجی از انتقادات را برانگیخت که پاسخ نیوتون را طلب می‌کرد. او مجبور شد همه چیز را بازنویسی کند.

با حذف عقاید آریانی چه چیزی باقی می‌ماند؟

*هدف نیوتون این بود که ثابت کند تمدن یهودی از یونانی کهن‌تر است.*

بدعت تکان‌دهنده نیوتون **گاهشماری نجومی** بود. او اوصاف آسمان شب را در ادبیات کهن با یکدیگر مقایسه کرد و با استفاده از تقویم اعتدالین و از روی موقعیت ستارگان تاریخ را محاسبه کرد، و گاهشماری رایج را ۵۰۰ سال کوتاه‌تر کرد. او تاریخ سفر ارگونات‌ها را سال ۹۳۷ قبل از میلاد محاسبه کرد.

این یک اتفاق غیر مترقبه در دنیای تغییرناپذیر مورخین باستانی بود. ولتر تعجب کرد که دنیای علم تحمل این را نداشت که مردی را در آن واحد بزرگ‌ترین ریاضی‌دان و فیزیکدان و در عین حال بزرگ‌ترین تاریخ‌دان بداند.

*این اقتداری بود که پذیرفتن آن برای غرور شفصی آسان نیست.*

THE

CHRONOLOGY

OF

ANCIENT KINGDOMS

AMENDED.

To which is Prefix'd,

*A* SHORT CHRONICLE *from the Firſt Memory of Things in* Europe, *to the Conqueſt of* Perſia *by* Alexander *the Great.*

By Sir *ISAAC NEWTON.*

*LONDON:*

Printed for J. TONSON in the *Strand*, and J. OSBORN and T. LONGMAN in *Pater-noſter Row.*

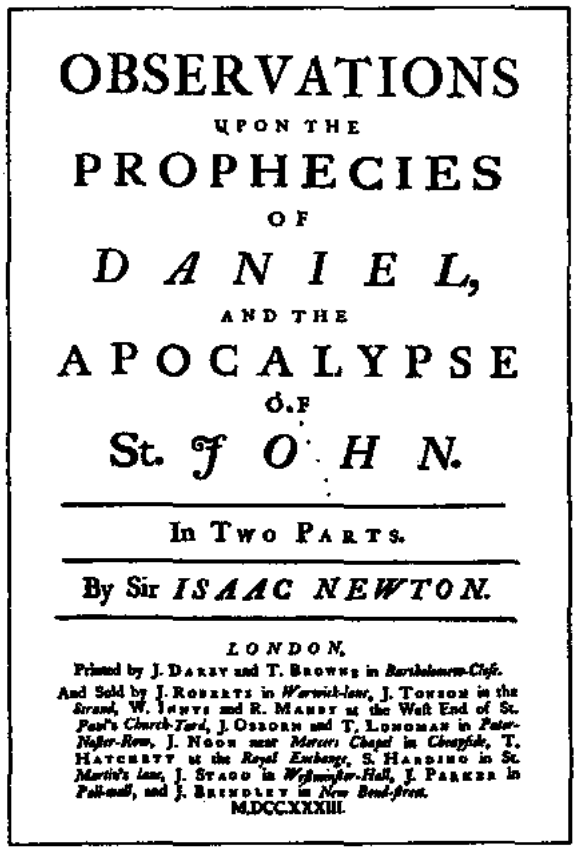
MDCCXXVIII.

نیوتون زنده نماند تا انتشار نسخه کامل ویرایش شده *گاهشماری اصلاح شده پادشاهان باستانی* را ببیند.

## غیب‌گویی‌ها

به همچنین آن‌قدر نیز زنده نماند که انتشار کتاب *مشاهداتی در بابِ غیبگویی‌ها* را ببیند، موضوعی که از سال ۱۶۷۰ او را به خود مشغول داشته بود.

او برای انتشار کارهایش عجله‌ای نداشت، زیرا پایان جهان قریب‌الوقوع نبود.


OBSERVATIONS
UPON THE
PROPHECIES
OF
*DANIEL*,
AND THE
APOCALYPSE
OF
St. *JOHN*.

In Two Parts.

By Sir *ISAAC NEWTON*.

*LONDON*,
Printed by J. Darby and T. Browne in *Bartholomew-Close*.
And Sold by J. Roberts in *Warwick-lane*, J. Tonson in the *Strand*, W. Innys and R. Manby at the Weſt End of St. *Paul's Church-Yard*, J. Osborn and T. Longman in *Pater-Noſter-Row*, J. Noon near *Mercers Chapel* in *Cheapſide*, T. Hatchett at the *Royal Exchange*, S. Harding in St. *Martin's lane*, J. Stagg in *Weſtminſter-Hall*, J. Parker in *Pall-mall*, and J. Brindley in *New Bond-ſtreet*.
M.DCC.XXXIII.

در اوایل سال ۱۷۲۵ نیوتون برای حفظ سلامتش به کنزینگتون رفت.

«سرایزاک اندکی زنده ماند و در ییلاق درگذشت. او بسیار مهربان و خوش‌اخلاق، اما بسیار ناتوان بود و قادر نبود آنچه را که می‌خواهد انجام دهد.» **کوندویت**

وقتی خواستند او را متقاعد کنند که به عوض پیاده آمدن، سواره تا کلیسا بیاید گفت:

او شروع به بخشیدن پول‌ها و سوزاندن برخی از کاغذها کرد. در مارس بیماری او ستگ مثانه تشخیص داده شد.

## سرانجام

سرانجام در بستر بیماری نیوتون عقیده‌ای را که برای چهل سال پنهان نگه داشته بود آشکار ساخت. او از آخرین مراسم مذهبی سرباز زد. او روز یک‌شنبه ۱۹ مارس از هوش رفت و در ساعت یک بامداد روز بعد درگذشت.

«درد او به اندازه‌ای شدید شد که تخت خواب زیر او
و تمام اتاقی که در آن بود از تقلای او به لرزه
درآمدند. چه تکاپویی داشت آن روح بزرگ برای
رهایی از منزل این جهانی خود.»

## نامه‌ای دربارهٔ انگلستان

نیوتون رفته بود اما تأثیر ماندگاری بر جامعه انگلیس برجای گذاشته بود. در آنجا همه از چشمان نیوتون و بادیدی کاملاً متفاوت از بقیه قاره که هنوز تحت سلطهٔ دکارت بود به جهان می‌نگریستند.

فیلسوف فرانسوی که در زمان خاکسپاری نیوتون، دوران تعبیدش را در انگلستان می‌گذراند تحت تأثیر جو روشنفکرانه آنجا قرار گرفته بود. ولتر در کتابش *نامه‌های فلسفی* حقایق مختلفی از زندگی و عقاید انگلیسی را شرح داده است. او انگلستان را در تضاد با خرافات، خودکامگی فئودالی آن سوی کانال مانش به مثابهٔ جزیره آزادی، مدارا و پیشرفت تصویر کرده است. *نامه‌های فلسفی* در سال ۱۷۳۴ در فرانسه چاپ وفوراً توقیف شد.

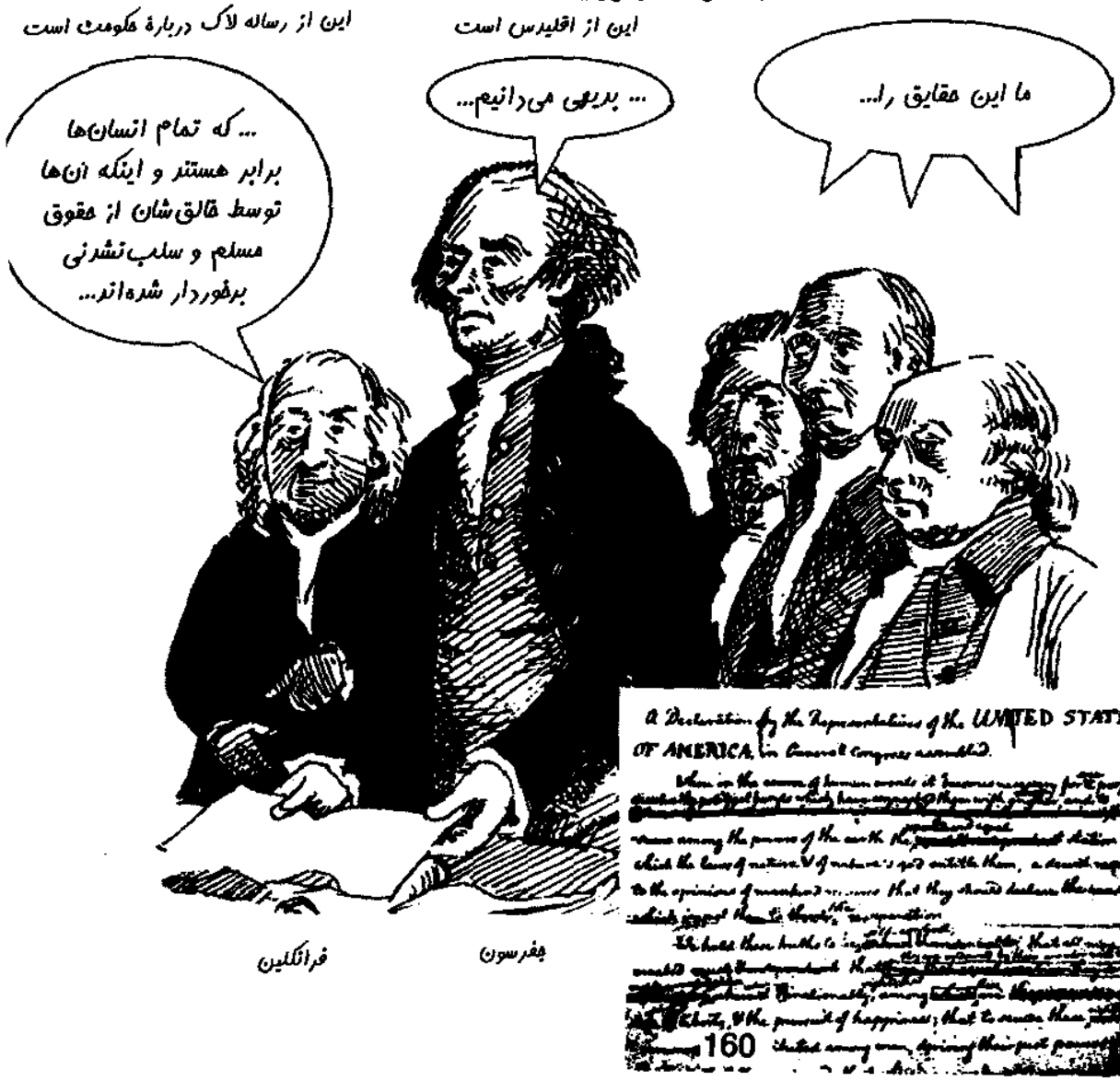
*نامه‌های دربارهٔ انگلستان* ولتر به سبب تأثیر آن بر تفکر اجتماعی، اقتصادی و سیاسی به یکی از تأثیرگذارترین کتاب‌های قرن تبدیل شد. این کتاب نقشی اساسی در فضایِ در آستانهٔ انفجار فرانسه بازی کرد.

«در عصری که نیوتون بی‌همتا را در خود پرورد، کارکردن چون کارگری ساده برای پاک کردن اندکی از خاکروبه‌هایی که سر راه آگاهی قرار گرفته‌اند، همتی بلند می‌خواست.»

جان لاک

پیروزی شکوهمند علمی نیوتون راه را برای فلسفه دموکراتیک لاک گشود. فلسفه‌ای که به روشن شدن پی‌در پی شعله‌های انقلاب در سراسر دنیا کمک کرد. این انقلاب‌ها با انقلاب آمریکا در سال ۱۷۷۶ شروع شدند و مفاهیم فلسفه لاک تقریباً به تمامی قوانین اساسی عصر مدرن راه یافتند.

لیبرالیسم به حقوق سلب نشدنی انسان باور دارد. در سال ۱۷۷۶ این اندیشه در بیانیه استقلال برای آغاز انقلاب آمریکا تبلور یافت.

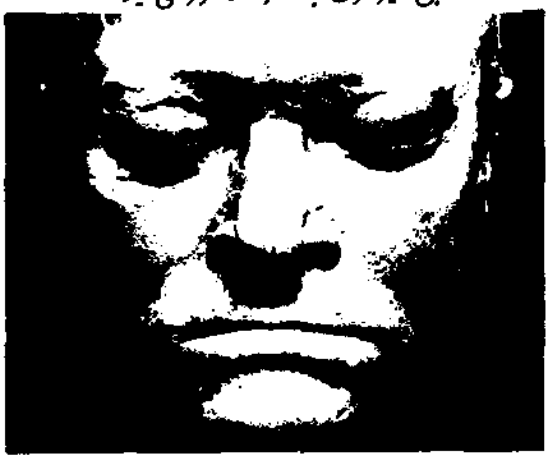


## انقلاب فرانسه

آرمانِ دموکراتیک «برابری» نقطه پایانی بر سلطنت لوئی شانزدهم که با انقلاب فرانسه در سال ۱۷۸۹ سرنگون شد، گذاشت.

مردم فرانسه اصرار فراوانی داشتند که همهٔ انسان‌ها برابر و با حقوقی سلب‌نشدنی زاده می‌شوند. بیانیه حقوق بشر و شهروند در سال ۱۷۸۹ پذیرفته شد. پاپ آن را به مثابهٔ ارتداد محکوم کرد.

من به مدارس و دانشگاه‌های اروپا نظر افکندم در آن‌ها چرخ ریسندگی لاک دیده می‌شود که پود التهاب دیوانه‌وار آن با چرخ آبی نیوتون به حرکت درمی‌آید.



ویلیام بلیک

## فضیلت اجتماعی

مطابق گفته‌های جِی. کِی. گالبریث خرید یک کت در قرن ۱۸ ام توسط یک شهروند متوسط قابل مقایسه با خرید یک ماشین یا حتی یک خانه در زمان حاضر است. به این لحاظ تولید انبوه لباس ارزان، کاری دموکراتیک و انقلابی بود، و این روح تکنولوژی جدیدی بود که قرار بود در خدمت انقلاب آمریکا گذاشته شود.

جان تراماز ۱۸۲۶-۱۷۳۵، دومین رئیس جمهور آمریکا

بنیامین فرانکلین ۹۰-۱۷۰۶

عقاید، بر مبنای اثری که استفاده از علم در صنعتی شدن بر ارزش‌های این جمهوری تازه متولد شده می‌گذارد، دسته‌بندی می‌شدند.

توماس جفرسون، ۱۸۲۶-۱۷۴۳، سومین رئیس‌جمهور امریکا

ممکن است لاک و نیوتون قدیسان سکولارهای انقلاب‌های سیاسی باشند اما انقلاب صنعتی که به دنبال آنان آمد احترام نیوتون نسبت به طبیعت را فراموش کرد. صنعتگران جدید به دنبال ایده‌های پرفایده‌تری رفتند.

حساب و نه حسابان ابزار پایه‌ای انقلاب صنعتی بود. و اگر سود و زیان به اخلاق و سیاست اعمال می‌شد، شادی و درد توانستند محاسبه شوند. درد را از شادی ناخالص کم کنید، حاصل،شادی خالص است.

جرمی بنتام ۱۸۳۲-۱۷۴۸. جسد مومیایی شده او در گنجه‌ای در دانشگاه کالج لندن نگهداری می‌شود.

فردگرایی هابزی، ولع بی حد و حصر بشر، وضعیت جنگ دائمی، رقابت آزاد اقتصادی و فرهنگی مفاهیم مد روز شده بودند. علاوه بر این، اثرات جانبی این کشمکش برای همهٔ نژادهای بشر مطلوب بود.

ویلیام گراهام سامر

## انقلاب آسمانی

این همهٔ چیزی است که می‌توان دربارهٔ انقلاب‌های زمینی گفت. تئوری‌های سِر ایزاک به سختی در آسمان‌ها آزموده شد. ناهنجاری‌های آسمانی که او نتوانسته بود آن‌ها را توضیح دهد دستاویز مخالفان شد، و همچنین موضوع کنش دو جسم بر یکدیگر از فاصله.

*این در واقع بازگشت به ویژگی‌های نهان و بدتر از آن ویژگی‌های توضیح‌ناپذیر نهان است. کسی که فلسفه و منطق را نفی می‌کند پناهگاهی برای بی‌خردی و تنبلی می‌گشاید.*

لایبنیتز

*اصل جاذبه به نظر من محال می‌آید. او چگونه توانست به خودش زحمت چنین تحقیقات گسترده و محاسبات پیچیده‌ای را بدهد که هیچ پایه و اساسی ندارد.*

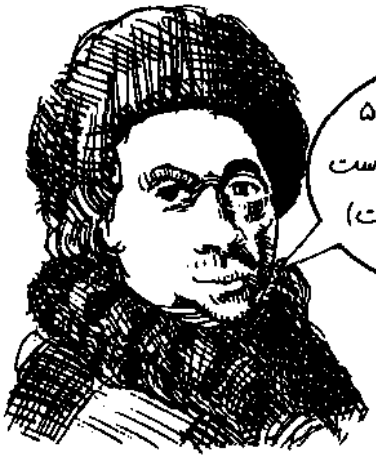
هویگنس

تحت تأثیر ولتر، دانشمندان روشنفکر فرانسوی نیز راه نیوتون را ادامه دادند و نظریه‌های او را برای نتایج مطلوب خود دنبال کردند.

*اگر کسی اینقدر ابله باشد که به گرداب مواد باورداشته باشد او را دکارتی می‌نامیم و اگر به مونادها اعتقاد داشته باشد لایبنیزی است، اما نیوتونی وجود ندارد. این اشتباه است که نام او را به یک فرقه بدهیم.*

*گابریل ـ امیل مارکوس مترجم اصول به فرانسه*

در سال ۱۷۳۶ موپرتیوس به لاپلند سفر کرد تا در نزدیکی قطب یک درجه طول جغرافیایی را اندازه‌گیری کند. نتیجه، پیش‌بینی نیوتون را تأیید کرد. در واقع یک درجه طول جغرافیایی در تورنئا بلندتر بود. زمین در نزدیکی قطب‌ها مسطح‌تر بود.



*در لاپلند یک درجه ۵۷۳۹۵ تویس و در فرانسه ۵۷۰۶۰ است (هر تویس، ۱/۹۴۹ متر است)*

لاگرانژِ ریاضی‌دان، زمان را به فضای سه بعدی دکارتی اضافه کرد و فضای چهار بعدی فضا زمان را به‌وجود آورد. او در سن ۲۸ سالگی *مسألهٔ* سه‌جسم راکه درواقع تبعیت ماه از قانون نیوتون را ثابت می‌کند، حل کرد.

لاپلاس در کتاب *مکانیک آسمانی* خود به این سؤال که آیا منظومه شمسی پایدار است یا نه، پاسخ داد. او نشان داد که علی‌رغم تأثیر ناهنجاری که سیارات بر یکدیگر دارند، منظومهٔ شمسی پایدار است.

لاپلاس یک قرن پس از مرگ نیوتون دربارهٔ قانون او گفت:

*هر مشکلی جدید برای آن موفقیتی جدید به همراه داشته است و این خود مطمئن‌ترین مشخصهٔ یک نظام حقیقی طبیعت است.*

پیر سیمون دو لاپلاس ۱۸۲۷-۱۷۴۹

## «اما هنوز حرکت می‌کند»

در سال ۱۸۷۱ در داخل پانتئون پاریس فوکو سرانجام موفق شد چیزی را ثابت کند که دیگران در انجام آن ناکام ماندند. او به طور قطعی ثابت کرد که زمین حرکت می‌کند. او یک توپ مسی ۶۰ کیلوگرمی را به وسیله یک سیم ۶۸ متری از بالای گنبد پانتئون آویزان کرد. وقتی که آن را آزاد کرد سوزن روی توپ، بر روی شن‌هایی که روی سطح زمین پاشیده شده بودند خطی را ترسیم می‌کرد.

با این وجود هنوز حرکت می‌کند» حرفی که گالیله در دادگاه نگفت!

خط ترسیم شده توسط نوسانات پیوسته نشان داد که آونگ رانش دارد. پس از پنج دقیقه، فاصله بین شروع اولین خط و آخرین به چندین سانتی‌متر می‌رسید. در واقع پاندول در یک نقطه نوسان می‌کرد، اما این زمین بود که در زیر آن از غرب به شرق می‌چرخید.

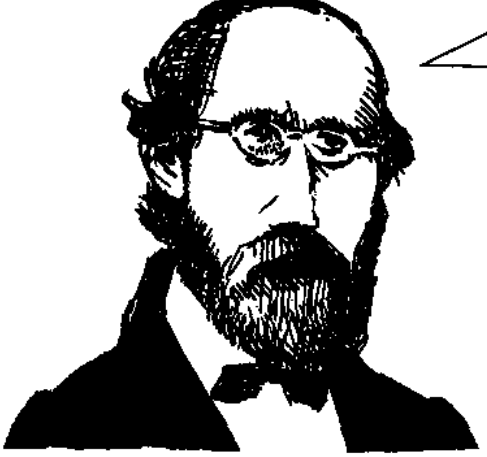
در زمینهٔ ریاضیات کار هنوز ادامه داشت.

اسقف برکلی ۱۷۵۳ ـ ۱۶۸۱

پارادوکس آشیلِ زنون به صورت مسئله اصلی باقی ماند: «آیا متغیری که به سمتی میل می‌کند به آن می‌رسد؟»

در سال ۱۸۷۲ وایرشتراوس با پرداختن به حسابان به عنوان یک محاسبهٔ عددی صرف و کنار گذاشتن هندسه از شر زنون خلاص شد. این ایده که منحنی‌ها حاصل نقاط در حال حرکت هستند، اشتباه بود. وایرشتراوس گفت که حد به هیچ وجه ایده نزدیک شدن را شامل نمی‌شود و ساکن است اما درست هنگامی که سرانجام حسابان براساس منطقی استواری شد، دنیای هندسه به قهقهرا رفت.

آشیلِ اقلیدس، اصل توازی بود. یعنی این اصل که دو خط موازی هیچگاه یکدیگر را قطع نمی‌کنند و بالعکس. او هیچ‌گاه ثابت نکرد که دو خط موازی یکدیگر را قطع نمی‌کنند. هندسه‌های نااقلیدسی توانستند به وجود آیند.



برنارد ریمان ۱۸۶۶ ـ ۱۸۲۶

یک شبه کره، تمام مثلث‌های سطح آن از یک قانون پیروی می‌کنند.

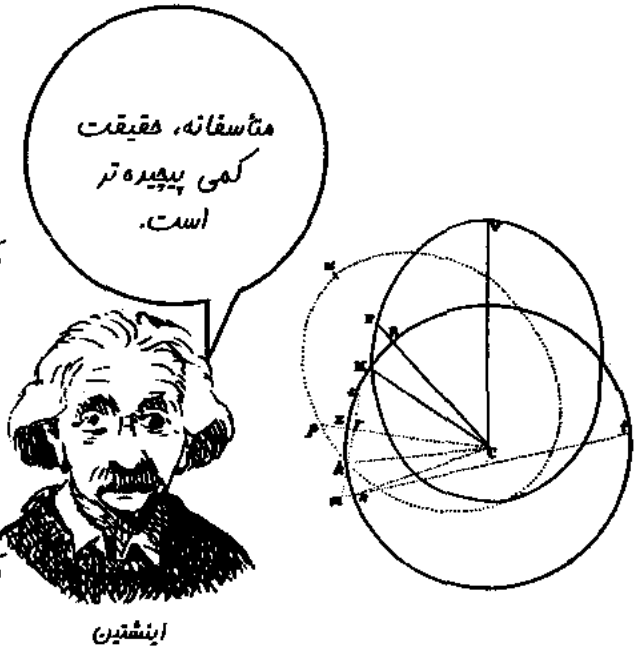
## سیاره گمشده

در سال ۱۷۸۱ ویلیام هرسل سیاره جدیدی به نام اورانوس را کشف کرد. اما بووارد ریاضی‌دان با ترسیم مدار آن در سال‌های بعدی به مسئله‌ای برخورد. او نتیجه گرفت که قوانین نیوتون در فواصلی به این اندازه دور از خورشید برقرار نیست.

یو.ج.ج. لو وریه اعتمادش را از دست نداد.

من براساس نظریه نیوتون پیش‌بینی می‌کنم اغتشاش به وسیله سیاره‌ای ناشناس به وجود آمده است. لو وریه مکان شیء ناشناس را محاسبه کرد. گاله در آسمان به دنبال جایی گشت که لو وریه گفته بود این سیاره باید در آنجا قرار داشته باشد. او در سال ۱۸۴۶ نپتون را کشف کرد.

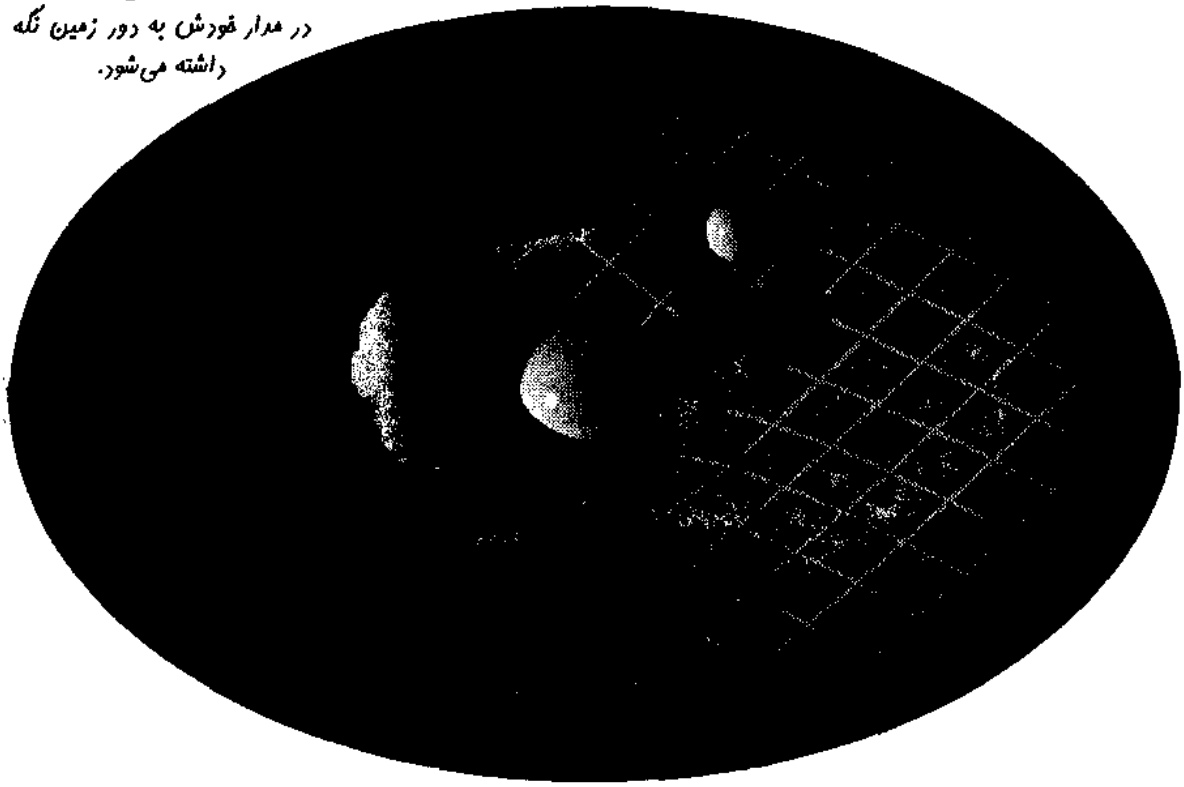
کشف نپتون، تقریباً ۲۰۰ سال پس از زمانی که ایزاک در باغستان سیب مادرش شروع به محاسبه حرکت کیهان کرد، شاید خارق‌العاده‌ترین تأیید قوانین نیوتون بود. لو وریه با جسارتی که از این موفقیت به دست آورده بود، وجود سیاره دیگری را برای توجیه رانش توضیح‌ناپذیر مدار عطارد، پیش‌بینی کرد. او این سیاره جدید را ولکان نامید.



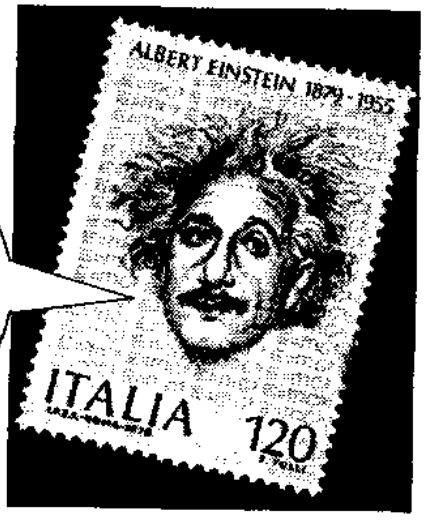

اینشتین

از تلاش برای توجیه پیچش مدار عطارد، اینشتین دلیل اینکه اجسام با وزن‌های متفاوت با یک سرعت سقوط می‌کنند را مورد بررسی قرار داد. او پی برد جاذبه باید به ساختار فضا ـ زمان وابسته باشد. در کشمکش برای محاسبه خواص فضا ـ زمان، او دریافت که هندسه آن توسط ریمان به وجود آمده است.

ماه به وسیله خمیدگی فضا ـ زمان در مدار خودش به دور زمین نگه داشته می‌شود.



اینشتین برای بررسی نظریه‌اش، پیشی‌بینی کرد مسیر یک اشعه نور باید تحت تأثیر یک میدان جاذبه خمیده شود. تأثیری قابل اندازه‌گیری که باید در طول کسوف قابل مشاهده باشد. در سال ۱۹۱۹ انجمن سلطنتی گروهی را به جزیرهٔ پرنسیپ در ساحل غربی آفریقا فرستاد. ادینگتون دریافت که نور واقعاً خم می‌شود. فضای ثابت مطلق نیوتون به پایان رسیده بود.



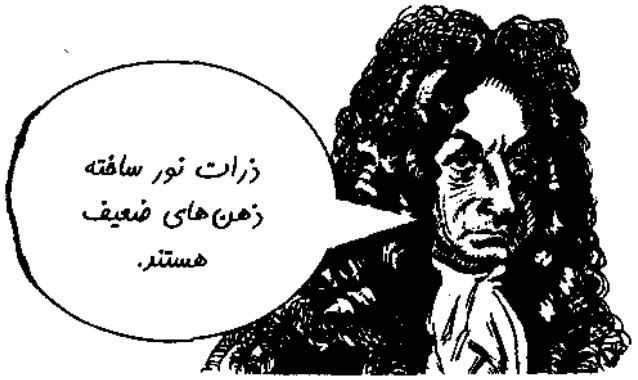

*نیوتون، مرا ببخش. تو تنها راهی را که برای انسانی با قدرت هوش و خلاقیت ممکن بود یافتی. مفاهیمی که تو به وجود آوردی هنوز بر تفکرات فیزیکی ما غالب است.*

## طبیعت دوگانه

در حالی که اینشتین به فضای مطلق نیوتون خاتمه داد، نظریهٔ نورشناسی خود را برپایهٔ دوگانگی موجی / ذره‌ای نور بنا نهاد.

نیوتون گاهی به نور به عنوان موج و گاهی به عنوان ذره می‌پرداخت. پس از اینکه حدس نیوتون در این زمینه، که برای دوره‌ای تلاشی ساختگی برای نجات فرضیه‌ای مرده تلقی می‌شد، ثابت شد، این حدس به منزلهٔ عالی‌ترین نمونه شهود یک نابغه به شمار آمد. اینشتین در مقاله‌ای راجع به فتوالکتریک نشان داد نور هم خاصیت موجی و هم خاصیت ذره‌ای دارد.

در پایان قرن ۱۹ کسی به وجود اتم اعتقادی نداشت.



این مثل $E=mc^2$ است.

بولتزمن، تنها بازمانده مکتب قدیمی به سبب تمسخرهای متفکران جوان ــ پیروان ارنست ماخ ــ به خودکشی کشانده شد.

اینشتین با مقاله‌اش درباره حرکت براونی مدرک ملموسی از وجود اتم ارائه داد.

در مواجهه با دوگانگی ماده نوع جدیدی از مکانیک به کار گرفته شد. در مکانیک کوانتومی اتصالات ماده و نیرو به وسیله جنبش کوانتا (بسته انرژی) انتقال پیدا می‌کند. انرژی و ماده، همانگونه که نیوتون در کیمیاگری به این نتیجه رسیده بود، می‌توانند به هم تبدیل شوند و کوانتوم نور، **فوتون** است. عموماً پذیرفته شده است که چهار نیروی متفاوت در طبیعت وجود دارد: **الکترومغناطیس** که پایه همه شیمی است و کوانتوم آن فوتون است. **نیروی قوی** که اتم‌ها را کنار هم نگه می‌دارد و کوانتوم آن **گلوئون** است. **نیروی ضعیف** که فروپاشی رادیواکتیو را موجب می‌شود و کوانتوم آن **بوزون** است. ضعیف‌تر از همه **جاذبه** است که کوانتوم آن گراویتون نام دارد.

تلاش‌های فراوانی برای متحد کردن این نیروهای جدا در یک نظریه بزرگ **نظریه همه چیز (TOE)** صورت گرفته است. اینشتین نیمه پایانی عمرش را صرف آشتی دادن مکانیک کوانتومی با جاذبه در یک نظریه واحد میدان کرد.

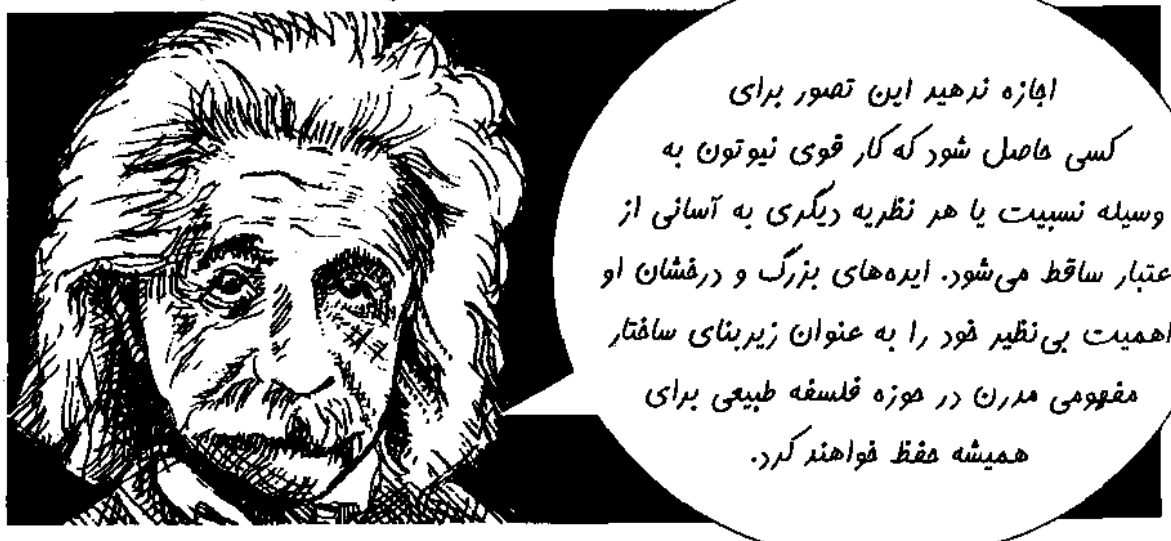
## کنش از دور

آیا دقیقاً می‌دانیم جاذبه چیست؟
اگر گراویتون‌ها وجود داشته باشند باید امواج گرانشی هم وجود داشته باشند. ردیاب‌های بسیار حساسی ساخته شده‌اند اما تاکنون هیچ موج گرانشی‌ای ثبت نشده است. گرانش به کوانتیزه شدن تن نمی‌دهد و هنوز هم تنها به عنوان پیامد خَم‌شدگی فضا ـ زمان تعریف می‌شود.

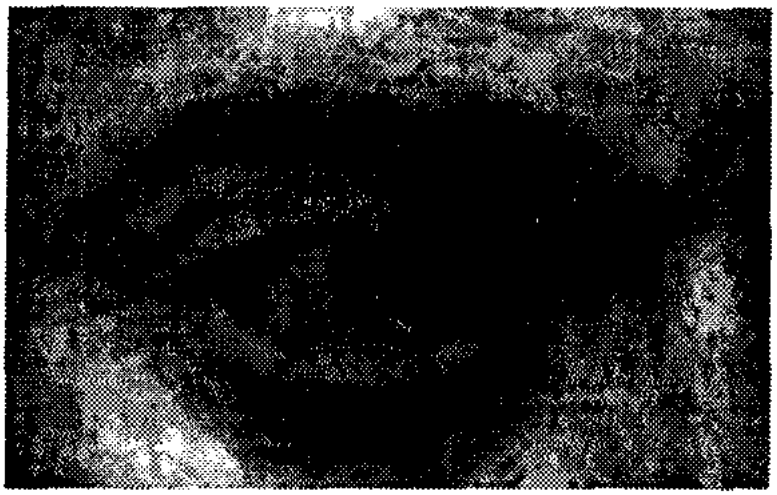
از طرف دیگر اِفرِم فیشباخ با اندازه‌گیری جاذبه در یک معدن در استرالیا به این نتیجه رسید که نیروی پنجمی هم در طبیعت به نام **فوق بار (Hypercharge)** وجود دارد. این نیروی ضدجاذبه‌ای تا فاصله ۶۰۰ پایی محسوس است و تأثیر آن می‌تواند این باشد که در خلا یک پر از یک آجر سریع‌تر سقوط نماید.

در نظریه **ریسمان** (String) نیروها به صورت ذرات نقطه‌مانند با تأثیر متقابل توصیف نمی‌شود بلکه نیروها چون ریسمان‌های بی‌نهایت کوچک، مارپیچی، فرفری و یک بعدی در نظر گرفته می‌شوند.

اما به هر حال، آینده هر چه که باشد...



*اجازه ندهید این تصور برای کسی حاصل شود که کار قوی نیوتون به وسیله نسبیت یا هر نظریه دیگری به آسانی از اعتبار ساقط می‌شود. ایده‌های بزرگ و درخشان او اهمیت بی‌نظیر خود را به عنوان زیربنای ساختار مفهومی مدرن در حوزه فلسفه طبیعی برای همیشه حفظ خواهند کرد.*



شاید یک دلیل سوءتفاهم رایج درباره شخصیت نیوتون که خوشحال و پرتوان و دارای چشمانی نافذ توصیف می‌شود این باشد که تصاویر منتشر شده از او خشن و غیرانسانی‌اند، به حالت یک ماهی مرده یا در بهترین حالت، فردی با وارستگی فرتوت.

حال آنکه تصاویر خوبی هم از او وجود دارند که همگی زا گادفری نِلِر کشیده است. یکی از آنها در زمانی که نیوتون ۴۵ ساله بود، همان حدودی که *اصول* تحریر شد، متعلق به موسسهٔ پورتموث است. یکی دیگر از تصاویر خوب از سال ۱۷۰۲ در گالری تصاویر ملی قرار دارد. حتی در تصویری که نِلِر از سال‌های کهولت نیوتون به دست می‌دهد، او باز هم با نشاط و سرزنده است.

نوش و فرح / میزان گردش ماه / شهاب های آسمانی و جزر
و مد دایم اقیانوس ها و سیبی که از درخت افتاد. همه و همه
نشانه‌های وجود جهانی واحد هستند که کشف
رموز آن را مدیون یک فرد هستیم: ایزاک نیوتون. نیوتون
بدون شک درخشان ترین یا بغه تمامی اعصار تاریخ است و
تا امروز همتا نشناخته باقی مانده.
کتاب حاضر به توصیف و توضیح پاره ای از درخشان ترین
آراء فردی اختصاص دارد که به میزان قابل توجهی از دانش
بشری که پیش از او تولید شده بود و همچنین باورهای زمانه
خود یا استناد جاری در این زمینه آگاهی داشت و به تنهایی
بیشرفت‌های چشمگیری در حوزه ریاضیات، مکانیک و
نظریه های مربوط به نور به وجود آورد.
کتاب حاضر، **قدم اولی** است در شناخت فردی خود آموخته
که در بیست و پنج سالگی نظام توضیحی کاملی از کل جهان
ارائه داد. فردی که بدون نظام توضیحی وی، بسیاری از
دانسته های علمی بعدی، از جمله نظریه نسبیت اینشتین
نمی توانست کشف گردد. اعتقادات شخصی نیوتون نیز از
دیگر مواردی است که در این کتاب مورد توجه قرار
گرفته اند.