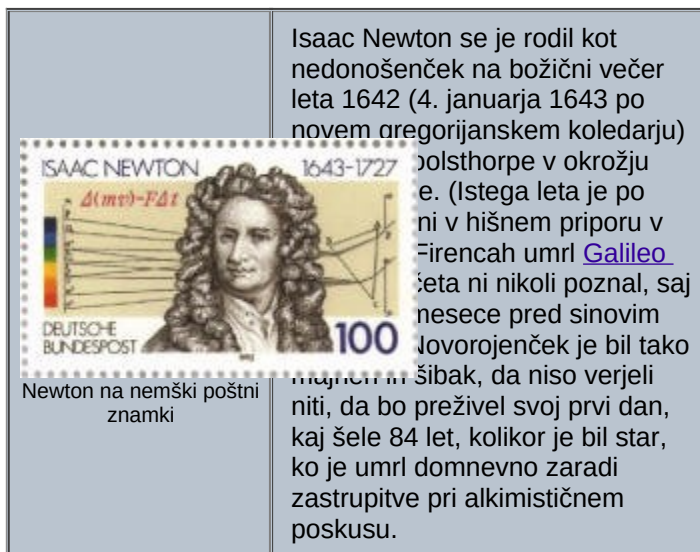


Isaac Newton - prvi fizik ali zadnji čarovnik?



Newton na nemški poštni znamki

"Newton ni bil prvi v dobi razuma. Bil je zadnji od magov, Babiloncev in Sumercev, zadnji veliki um, ki je gledal v vidni in intelektualni svet z enakimi očmi kot tisti, ki so začeli graditi našo intelektualno dediščino pred nekaj manj kot deset tisoč leti."

John Maynard Keynes

Mladost

Ko je imel tri leta, se je mati nanovo poročila s premožnim Barnabasom Smithom, zato je Isaac preživel mladost nekaj km stran od doma na kmetiji maminih staršev. Do svojega enajstega leta, ko je očim umrl, je živel stran od matere, čemur biografiji pripisujejo veliko krivde za njegov zelo težek, skorajda bolesten značaj. Očima je sovražil z dna duše. Ko je leta 1662 sestavljal spisek svojih grehov, je vanj vključil tudi naslednji zapis: "Grozil očetu in materi Smith, da ju bom zažgal s hišo vred."

Po očimovi smrti je mati želela, da bi njen prvi sin Isaac počasi prevzel kmetijo, zato ga je poklicala nazaj iz šole v Granthamu, kjer je spoznaval osnove latinščine in geometrije. Toda s svojo drobno postavbo je sorodnike že kmalu prepričal, da za delo na polju ne bo pretirano uporaben. Velikokrat se je, namesto da bi gnal živino na pašo, raje zvalil pod drevo in bral knjigo. Stric, ki je zgodaj opazil njegovo nadarjenost za študij, je prepričal mamo, da ga je vpisala na univerzo v Cambridge.

Šolar - kužna leta

Tako se je mladi Newton leta 1661, sicer malo starejši od svojih sošolcev zaradi prekinjene osnovne šole, znašel na Trinity Collegeu. Čeprav se je znanstvena revolucija nezadržno širila po Evropi, pa so bile univerze nanjo dokaj imune. Prva leta študija se je moral Newton poglobiti v Aristotela, čeprav so se v zraku že čutili vplivi novih spoznanj. Kmalu je odkril dela Francoza Reneja Descartesa, ki je v nasprotju s tistimi, kar so se učili na predavanjih, zagovarjal mehanični pogled na svet. Leta 1664 si je na neuporabljene liste v svoji šolski vadnici pod naslovom *Quaestiones Quaedam Philosophicae* (Določena filozofska vprašanja) zapisal nekaj misli, ki so danes eno redkih pričevanj o njegovem takratnem razmišljanju. Sestavek je podnaslovil z "Amicus Plato amicus Aristoteles magis amica veritas" (Platon je moj prijatelj, Aristotel je moj prijatelj, a moj najboljši prijatelj je resnica).



Newton raziskuje sestavo svetlobe.

Iz zapisov v *Quaestiones* lahko sklepamo, da je podrobno proučil celotnega Descartesesa in veliko bral atomista Pierra Gassendija, vendar z njunimi dognanji nikoli ni bil v celoti zadovoljen. Skozi spise cambridgeškega platonista Henryja Mora je odkril hermetično tradicijo, ki je svet razlagala z alkemičnimi in magičnimi pojmi. Antagonizem med obema glavnima predstavama o svetu in naravnih pojavih v njem, med "mehanično" in "hermetično" tradicijo, je vseskozi vplival na njegovo razmišljanje in predstavljal ključni problem njegove celotne znanstvene kariere.

Najbolj ga je zanimala kemija, v katero so ga uvajale knjige Roberta Boyla, vendar si je že prvo leto študija kupil tudi izvod Evklidovih *Elementov*. Kmalu zatem je prebral še Keplerjevo *Optiko*, deli Vietea in Wallisovo *Arithmetico infinitorum*. Po letu 1663 je poslušal zanimiva predavanja Isaaca Barrowa in preko njega spoznal tudi dela Galileija, Fermata, Huygensa in še nekaterih. Kasneje je v pismu Hooku napisal: "Če sem videl dlje od Descartesesa, je to zato, ker sem stal na ramenih velikanov." Proti koncu leta 1664 je trčil ob mejo takratnega matematičnega znanja in ugotovil, da lahko začne lastne raziskave. Leta 1665 je prišel do prvih odkritij pri zapisu funkcij z neskončnimi vrstami in začel razmišljati o fluksijah in fluentih, kot je sam imenoval infinitezimalni račun.

Kmalu po diplomi (bachelor's degree) leta 1665 so univerzo v Cambridgeu zaradi kuge zaprli za dve leti. Newton se je pred boleznijo umaknil domov na deželo, kjer je lahko v miru študiral. Teh nekaj mesecev v domačem Woolstropu je bilo najbolj plodovito obdobje v njegovem življenju, če ne kar v celotni zgodovini fizike (primerjati se ga da samo še z Einsteinovim magičnim letom 1905). Kot je sam kasneje zapisal, je takrat prišel do štirih izmed svojih velikih spoznanj: (1) binomski teorem, (2) infinitezimalni račun, (3) gravitacijski zakon in (4) sestava bele svetlobe.

Leta 1669 je svoja nova matematična dognanja povzel v spisu *De Analisi per Aequationes Numeri Terminorum Infinitas* (O analizi neskončnih vrst), ki je kot rokopis krožil v ozkem univerzitetnem krogu. V naslednjih dveh letih je spis predelal in izdal pod novim naslovom *De methodis serierum et fluxionum* (O metodi vrst in fluksij). Čeprav je takrat njegovo delo poznalo le nekaj kolegov, je bil v tistem času že vodilni matematik Evrope.

Profesor

Po ponovnem odprtju univerze leta 1667 so Newtona sprejeli med člane Trinity Collegea. Dve leti zatem je odšel v pokoj njegov učitelj Isaac Barrow prav z namenom, da bi prepustil častno mesto Lucasianovega profesorja matematike svojemu genialnemu učencu. Proforsko mesto je Newtona razbremenilo služnja denarja z inštrukcijami, a je moral v zameno pripraviti določeno število predavanj na leto. Prva tri leta (1670-1672) je predaval nova spoznanja v optiki, ki jih je zbral v eseju *O barvah*, kasneje pa objavil kot prvo poglavje v svoji *Optiki*.

Študij optike je bil že od Keplerjeve *Paralipomene* iz leta 1604 osrednje vprašanje znanstvene revolucije. Descartesovo odkritje sinusnega lomnega zakona je v omenjeni študij uvedlo novo matematično pravilo, ki je le še podprlo prepričanje, da naravi vladajo matematični zakoni. Svetloba je bila osrednji element Descartesove mehanične filozofije narave. Realnost svetlobe predstavlja gibanje, prenešeno preko materialnega medija. Newton je popolnoma prevzel mehanično teorijo svetlobe, vendar se je bolj zavzel za atomistično alternativo, kjer svetlobo sestavljajo majhni gibajoči se delci. Korpuskularna teorija svetlobe je bila vseskozi špekulacija na robu njegovih teorij o optiki. Newton je dosegel največje uspehe pri pojasnitvi barv. Stara teorija, ki je temeljila še v Aristotelu, je mavrico razlagala kot posledico preobrazbe svetlobe, ki je v svoji osnovni obliki bela. Descartes je to teorijo

združil z mehanično podobo sveta. Vendar je Newton s serijo poskusov v letih 1665 in 1666 pokazal, da lahko teorijo preobrazbe zamenja enostavnejša teorija analize. Obrnil je stališče in trdil, da je bela svetloba le vsota vseh barv, ki sestavljajo mavrico. Te se lahko poljubno mešajo in razklanjajo s pomočjo prizme. Do takšnega prepričanja so ga pripeljali poskusi z enobarvno svetlobo, ki je ni mogel več razločiti. Trdil je, da različni delci v svetlobi (različne barve) povzročajo različne vtise o barvah v očesu. Ker je spoznal, da kromatične aberacije nikoli ne bo mogel odstraniti iz leče, je skonstruiral prvi reflektorski teleskop.

Njegova spoznanja o naravi barv je v svet ponesla Kraljeva združba iz Londona, ki so jo ustanovili leta 1660. Ko so ga imenovali za profesorja, ga nihče v znanstvenih krogih izven Cambridgea skorajda ni poznal. Novica o konstrukciji teleskopa na zrcalo leta 1671 mu je prinesla članstvo v omenjeni družbi. Navdušen nad toplim sprejemom, jim je Newton naslednje leto poslal tekst o naravi barv, ki je bi večinoma kar dobro sprejet, čeprav je izzval nekaj kritik.

Med najhujšimi kritiki Newtonovega spisa je bil Robert Hooke, ki se je imel za izvedenca v optiki. Napisal je uničujočo kritiko spisa takratnega novinca v znanstvenih krogih. Še normalnega človeka kritika potre, kaj šele čustveno neuravnovešenega Newtona. Po tem neljubem dogodku se je Newton zaprl pred svetom in delal le še zase.

Leta 1675 je med obiskom Londona slišal, da je Hooke sprejel njegovo razlago barv. To ga je opogumilo, da je spisal novo delo o barvah, ki nastanejo na tankih plasteh, in je zelo podobno drugemu poglavju njegove kasnejše knjige *Optika*. Temu spisu pa je priložil še en sestavek z naslovom *Hipoteza o razlagi lastnosti svetlobe*, v katerem je obdelal celotni sistem narave. Hooke ga je obtožil plagiatorstva, kar je Newtona znova razburilo, vendar se je zadeva umirila že z izmenjavo nekaj vljudnostnih pisem. Še nekaj sporov in materina smrt je Newtona tako izčrpalo, da je doživel živčni zlom. Po tem se je za šest let umaknil iz javnega življenja.

V letih samote je veliko študiral hermetične spise, s katerimi se je spoznal že pred diplomo. Od vedno ga je zanimala alkimija, sedaj pa se je globoko poglobil v obskurne knjige in iskal skrite pomene. V teh letih se je njegova predstava o svetu bistveno spremenila. Iz tipičnega predstavnika mehanicistične šole, ki je naravne pojave razlagala z gibanjem delcev materije, se je prelevil v čarovnika.

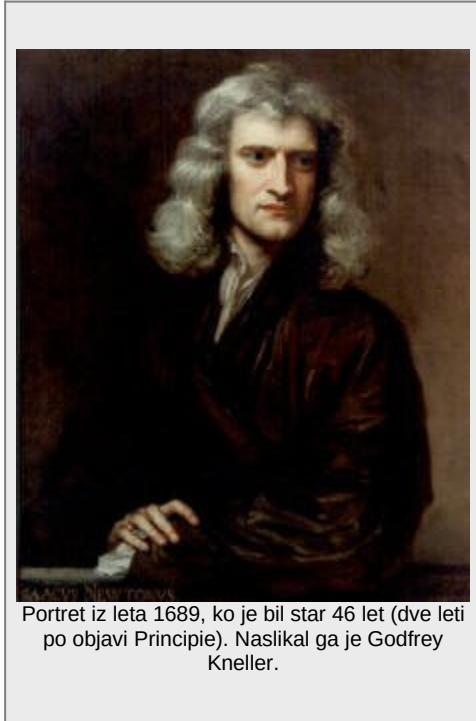
V letih samote je veliko študiral hermetične spise, s katerimi se je spoznal že pred diplomo. Od vedno ga je zanimala alkimija, sedaj pa se je globoko poglobil v obskurne knjige in iskal skrite pomene. V teh letih se je njegova predstava o svetu bistveno spremenila. Iz tipičnega predstavnika mehanicistične šole, ki je naravne pojave razlagala z gibanjem delcev materije, se je prelevil v čarovnika. Okrog leta 1679 je opustil idejo etra in začel iskati razloge, zakaj se nekatere snovi spajajo med seboj, druge pa ne. Pojave si je razlagal z notranjo privlačnostjo in odbojnostjo med posameznimi delci snovi, ki so bili neposredno prevzeti s pojmi hermetične filozofije o simpatijah in antipatijah. To je med mehničnimi filozofi zbudilo burne proteste. Newton je na vse skupaj gledal le kot na razširitev mehanične predstave o svetu in ne kot na nekaj popolnoma novega. Poskušal je združiti mehanično predstavo o svetu s pitagorejsko idejo, ki je zagovarjala matematično naravo sveta. Pojem sile je bil srečni proizvod takšne sinteze in hkrati Newtonov glavni prispevek k razlagi narave.

Principia

Newton je sprva apliciral idejo o privlaku in odboju med delci samo na zemeljske dogodke. Novo idejo je dobil v pismu, ki mu ga je leta 1679 poslal Hooke in z njim skušal ponovno vzpostaviti korespondenco. Hooke je v pismu omenil analizo gibanja planetov pod vplivom centralnega privlaka. Newton seveda na pismo ni odgovoril, začel pa je razmišljati v tej smeri. Zamislil si je poskus: iz visokega stolpa spustimo kamen. Ker je tangencialna hitrost na vrhu večja kot spodaj, kamen zanese proti vzhodu. Tir kamna je izrisal kot spiralo, ki se konča v centru zemlje. To je bilo napačno, kot ga je opozoril tudi Hooke, ki je trdil, da mora biti gibanje eliptično. Newton ni rad poslušal kritik, a se je vseeno sprijaznil s porazom. Vendar ni v celoti sprejel Hookovega načela in prevzel, da je gravitacija konstantna. Čeprav kamen res pada po spirali v konstantnem polju, pa je Hooke izjavil, da po njegovem gravitacija pada s kvadratom razdalje. Veliko let kasneje je bilo to pismo glavni dokazni material, s katerim je poskušal Hooke Newtona obdolžiti plagiatorstva. Vendar Hooke ni nikoli matematično izpeljal eliptičnih orbit iz gravitacijskega zakona. Vse je trdil le na podlagi intuicije. V letih

1679 in 1680 se je Newton ukvarjal samo s problemom gibanja planetov. Teorije gravitacije še ni poznal.

Januarja leta 1684 so Edmond Halley, Christopher Wren in Robert Hooke skupaj kosili v neki Londonski gostilni in se pogovarjali o astronomiji. Halley in Wren sta bil prepričana, da lahko Keplerjeve zakone izpeljeta iz gravitacijske sile, ki pada s kvadratom razdalje. Hooke jima je nazaj ztrdil, da je to že enkrat dokazal, vendar njegove besede niso zveneje prepričljivo, zato mu je Wren ponudil nagrado, če mu prinese dokaz v dveh mesecih, kar pa mu ni uspelo.



Avgusta 1684 je Newtona obiskal mladi astronom Edmond Halley in se pozanimal, če mogoče on zna izpeljati eliptične poti planetov iz centripetalne sile, ki pada s kvadratom razdalje. Newton mu je ztrdil, da je to res enkrat že izračunal, a je papirje nekje založil. Domenila sta se, da mu bo Newton ob prvi priliki poslal izpeljavo. Čez tri mesece je Halley resnično prejel pošto iz Cambridgea, v kateri je bil kratek traktat z naslovom *De Motu* (O gibanju), v katerem je Newton matematično dokazal, da iz gravitacijskega zakona, pri katerem pada sila s kvadratom razdalje, sledi, da planeti krožijo po elipsah. Halley ga je prepričal, da je o svojem dokazu napisal knjigo. V dveh letih je tako nastala *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Matematični principi filozofije narave), eno temeljnih del moderne znanosti.

Pomenljivo je, da spis *De Motu* ni vseboval zakona univerzalne gravitacije med vsemi masnimi telesi. Prav tako ni vseboval nobenega od Newtonovih treh zakonov gibanja. Šele ob popraviljanju prvotnega spisa, je Newton vključil vanj princip inercije (prvi zakon) in zametke drugega. Z vpeljavo kvantitativnega pojma sile je postal drugi zakon osnova kvantitativne mehanike in s tem nove paradigme naravoslovnih znanosti.

Kvantitativne mehanike opisane, v *Principii*, ne smemo zamenjevati z mehanično filozofijo. Slednja je samo predstava o svetu, ki poskuša naravne pojave zvesti na gibanje nevidnih delcev snovi. Mehanika iz *Principie* pa je nudila kvantitativni opis gibanja vidnih teles. Temeljila je na treh zakonih gibanja: (1) telo ostaja v stanju mirovanja, če ga le v spremembo ne prisili sila, (2) sprememba gibanja (hitrosti, pomnožene z maso) je sorazmerna s silo, (3) vsaka akcija ima svojo reakcijo. Da se telo giblje po krogu, mora sila učinkovati nanj pravokotno na smer gibanja. Z analizo Keplerjevih zakonov je Newton dokazal, da planete in Luno drži v kroženju po elipsah ista sila, ki deluje med vsemi masnimi delci.

Luna je oddaljena za približno 60 Zemljinih radijev. Izračunal je, za koliko mora Luna med kroženjem okoli Zemlja "pasti" vsako sekundo, in to primerjal z meritvami na površju Zemlje. Ugotovil je, da je razdalja pri Luni za 3600 krat manjša od izmerjene na Zemlji, kar se lepo sklada z gravitacijskim zakonom. Silo je poimenoval z latinsko besedo za težkost in težo *gravitas*. Zakon univerzalne gravitacije, ki ga je kasneje apliciral še na gibanje kometov in plimovanje morij, deluje na vsako masno telo v vesolju, in to sorazmerno s produktom obeh mas in obratno sorazmerno z razdaljo med njima.

Ko je Kraljeva družba leta 1686 prejela rokopis prve knjige v *Principii*, se je Hooke začel pritoževati, da mu je Newton vse skupaj ukradel, česar pa nikakor ni mogel utemeljiti. Vendar se je Newton na obtožbe odzval enako nespretno, kot jih je Hooke postavljaj. Namesto da bi Hooka potolažil s kakšno opombo na dnu strani, kar bi starca v svojem znanstvenem zatonu povsem zadovoljilo, je iz knjige sistematično izbrisal vsakršno omembo njegovega imena. Prav tako ni dovolil objave svoje *Optike* in ni hotel prevzeti predsednikovanja Kraljevi družbi, dokler Hooke ne umre.

S *Principio* je Newton takoj mednarodno zaslovel. Čeprav so bili kontinentalni znanstveniki zvesti mehanicističnemu idealu vsaj še eno generacijo, pa niso mogli nasprotovati nenavadnem uspehu

Newtonovih računskih napovedi. Mladi britanski znanstveniki so si ga počasi vzeli za vzor. V kratkem času so vsa pomembna mesta na univerzah zasedali mladi Newtonovi privrženci. Newton, čigar najbližji odnos z žensko je bilo ponesrečeno razmerje z materjo, je našel zadoščenje kot vodja skupine mladih znanstvenikov. Razmerje s Fatiom de Duillierom, švicarskim matematikom, živečim v Londonu, ki je imel podobne nazore, je bilo eno najglobljih doživetij njegovega odraslega življenja.



Portret iz leta 1726;
avtor je Enoch Seeman.

Kmalu po izdaji *Principie* je Newton, vedno vdan protestant, pomagal pri boju proti katolizaciji Cambridgea, kot je hotel katoliški kralj James II. Kot predstavnik univerze je v Londonu vodil pogajanja in izbojeval premirje. V tistem obdobju je spoznal veliko imen takratne angleške inteligence; med njimi tudi filozofa Johna Locka. Londonski zrak mu je ugajal, zato je, na prigovarjanje prijatelja Fatia, v Londonu začel iskati službo. Leta 1696 so ga tako imenovali za upravnika kovnice denarja. Čeprav je zadržal stolico v Cambridgeu še do leta 1701, je od tedaj naprej največ časa preživel v Londonu.

Razmerje s Fatiom je počasi zašlo v krizo. Fatio je namreč resneje zbolel in se, posredno tudi zaradi finančnih težav doma, vrnil v Švico. Newtona je prijateljeva odsotnost močno prizadela. Kmalu je zamrlo tudi dopisovanje med njima. Nekaj mesecev kasneje sta Newtonova dobra prijatelja Samuel Pepys in John Locke prejela žalilni pismi, v katerima jima je Newton sporočal, da ne želi nobenih stikov več. Locka je celo obtožil, da ga skuša zaplesti v zvezo z neko žensko. Oba prijatelja je zaskrbelo, da se je Newtonu zmešalo, čeprav danes trdijo, da je preživel samo drugi živčni zlom. Čez čas se je Newtonu stanje izboljšalo, a nikoli več se ni vrnil k poglobljenemu znanstvenemu delu. Preselitev v London je pomenila konec

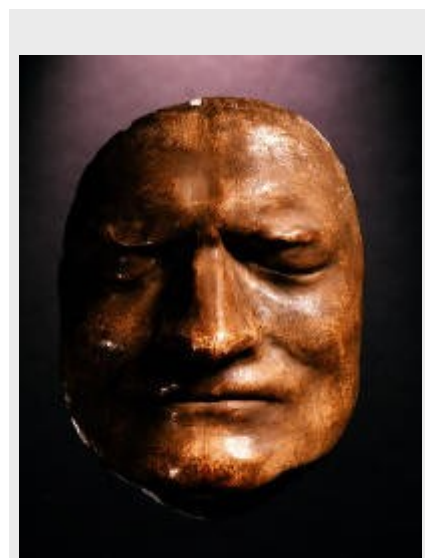
njegovega ustvarjalnega obdobja.

Državna služba mu je prinašala lep dohodek, zato se ni bal starosti. Bil je strah in trepet londonskih ponarejevalcev, saj jih je kar nekaj poslal na vislice. Kasneje je bil izvoljen v parlament, kjer je spregovoril le enkrat, ko je vprašal, če bi lahko zaprli okno.

Starost

V zgodnjih devetdesetih letih 17. stoletja je poslal Locku kopijo rokopisa, v katerem je poskušal dokazati, da so deli Svetega pisma, ki govorijo o sveti Trojici, potvorbe izvirnega teksta. Ko je Locke poskušal sestavek objaviti, se je Newton zbal, da bi zaradi svojih kontroverznih stališč zabredel v težave, in sestavka ni dovolil natisniti. V kasnejših letih je veliko časa namenil interpretaciji Danijelovih in Janezovih pridig ter kronologiji starih kraljestev. Obe deli so objavili šele po njegovi smrti.

V Londonu je Newton igral vlogo patriarha angleške znanosti. Leta 1703 so ga izvolili za predsednika Kraljeve družbe, že štiri leta prej pa ga je francoska Academie de Sciences imenovala za enega od osmih tujih članov. Leta 1705 ga je kraljica Ana kot prvega znanstvenika povzdignila v viteza. Kraljevi družbi je predsedoval zelo avtoritarno, kar je zanetilo veliko sporov. Prvi kraljevi astronom John Flamsteed je dolgo let zbiral natančne astronomske podatke o legi nebesnih teles, kar je bilo Newtonu v veliko pomoč pri pisanju *Principie*. Proti koncu 17. stoletja se je Newton ponovno lotil študija Luninega gibanja, zato je pri Flamsteedu, ki je imel tudi sam težak značaj, zaprosil za nove podatke. Ker meritev ni uspel dobiti dovolj hitro, se je kraljevemu astronomu poskušal na vsak način maščevati. Kot predsednik Kraljeve družbe je poskušal izsiliti čimprejšnji natis Flamsteedovih meritev, s



Newtonova posmrtna maska;
original hrani Royal Society.

čimer je sprožil spor, ki je trajal skoraj deset let. Oblast je uspel prepričati, da je zaplenila meritve in jih, z uredniškimi posegi Flamsteedovega smrtnega sovražnika Edmonda Halleya, izdala v knjižni obliki. Po dolgem pravdanju je sodišče odločilo v prid Flamsteeda, ki je takoj nato vse preostale kopije knjige zažgal in izdal svojo različico. Newton se mu je maščeval tako, da je sistematično zbrisal vse reference na njegove meritve iz nove izdaje *Principie*.

V Gottfriedu Wilhelmu Leibnizu je našel Newton bolj enakovrednega tekmeca. Danes je popolnoma jasno, da je infinitezimalni račun Newton iznašel, preden se je Leibniz sploh začel resno zanimati za matematiko. Vendar je kasneje Leibniz prišel do podobne teorije popolnoma neodvisno in jo uspel prvi objaviti leta 1684. V *Principij* je Newton samo nakazal na svoje odkritje, natisnil pa ga je šele kot dodatek v *Optiki* leta 1704. Takrat se je bitka o prvenstvu razplamtela do vrelišča. Newton se javno v spor ni vtikal, je pa objavljajl svoja pisma pod imeni mlajših kolegov. Kot predsednik Kraljeve družbe je ustanovil celo komisijo, ki naj bi razrešila spor, hkrati pa skrivno sam napisal uradno poročilo in ga anonimno objavil v *Philosophical Transactions*. Celu Leibnizova smrt ni umirila bitke, ki se je bila zadnjih 25 let Newtonovega življenja. Skorajda vsak njegov sestavek iz teh let ima vmes vrinjen jezni odstavek proti nemškemu filozofu. Boj je končala šele Newtonova smrt.

Zadnja leta se je ukvarjal predvsem s prenovljenimi izdajami svojih glavnih del. Umrl je 20. marca 1727 (31. marca po novem koledarju) v Londonu.