

SIR ISAAC NEWTON – PRIEREZ ŽIVOTOM A DIELOM

Eva Majerníková

Abstract. Sir Isaac Newton PRS (4 January 1643 – 31 March 1727 [OS: 25 December 1642 – 20 March 1727]) was an English physicist, mathematician, astronomer, natural philosopher, alchemist, and theologian. His monograph *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, published in 1687, lays the foundations for most of classical mechanics and is one of the most important scientific books ever written. In this work, Newton described universal gravitation and the three laws of motion, which dominated the scientific view of the physical universe for the next three centuries. Newton showed that the motions of objects on Earth and of celestial bodies are governed by the same set of natural laws, by demonstrating the consistency between Kepler's laws of planetary motion and his theory of gravitation; thus removing the last doubts about heliocentrism and advancing the Scientific Revolution. Newton built the first practical reflecting telescope and developed a theory of colour based on the observation that a prism decomposes white light into the many colours that form the visible spectrum. He also formulated an empirical law of cooling and studied the speed of sound. In mathematics, Newton shares the credit with Gottfried Leibniz for the development of differential and integral calculus. He also demonstrated the generalised binomial theorem developed Newton's method for approximating the roots of a function, and contributed to the study of power series. Newton was also highly religious. He was an unorthodox Christian, and wrote more on Biblical hermeneutics and occult studies than on science and mathematics, the subjects he is mainly associated with. Newton secretly rejected Trinitarianism, fearing to be accused of refusing holy orders. Newton is considered by many scholars and members of the general public to be one of the most influential people in human history.

1. Biografia

Narodil sa 4. januára 1643 (25. december 1642 podľa juliánskeho kalendára), zomrel 31. marca 1727. Newton sa narodil tri mesiace po smrti svojho otca, prosperujúceho farmára Isaaca Newtona vo Woolstorppe-by-Costelworth v Lincolnshire, Anglicko. Narodil sa predčasne, bol malé dieťa (jeho matka Hannah Ayscough sa vraj vyjadřila, že sa zmesť do džbánu o obsahu 1 l). Keď mal tri roky, matka sa znova vydala za reverenda Barnabáša Smitha. Syna dala do výchovy svojej matke Margery Ayscough. Mladý Isaac nemal rád svojho otčima a zazlieval matke nový sobáš. Toto neskôr zaznamenal do zoznamu svojich hriechov do 19 rokov („Vyhrážanie otcovi a matke Smithovým, že im podpálím strechu nad hlavou“). Hoci vo svojich mladých rokoch bol zasnúbený, nikdy sa neoženil pre hlboké pohrúženie do štúdia a práce. Ovládal latinčinu, hebrejčinu a gréčtinu.

Od svojich 12 do 17 rokov navštevoval King's School v Granthame (tu ešte stále uchovávajú jeho podpis na parapetnej doske okna knižnice). V októbri 1659 ho vzali zo školy a presťahovali do Woolstorp-by-Colsterworthu, kde sa jeho matka, po druhý raz ovdovelá, snažila z neho urobiť farmára. Farmárčenie nenávidel, našťastie sa jeho učiteľovi z King's School podarilo presvedčiť jeho matku, aby ho poslala naspäť do školy dokončiť si vzdelanie. Motivovaný čiastočne odvetou za šikanu v škole, stal sa z neho výnimočný študent. V júni 1661 bol prijatý na Trinity College v Cambridge ako štipendista (s pracovnou aj študijnou náplňou). V tom čase bolo štúdium zamerané ešte na Aristotela, kým Newton preferoval moderných filozofov ako Descartesa a astronómov ako Keplera. V r. 1665 objavil a zovšeobecnil binomiálny teorém a začal rozvíjať teóriu, neskôr známu ako infinitesimálny počet. Skoro po získaní univerzitného titulu v auguste 1665 univerzitu dočasne zatvorili kvôli veľkej morovej epidémii. Hoci nebol už študentom Cambridgeskej univerzity, jeho súkromné štúdium doma vo Woolstorp v nasledujúcich dvoch rokoch viedlo k rozvinutiu jeho matematickej teórie, optiky a zákona gravitácie. V r. 1667 sa vrátil do Cambridge ako pracovník Trinity College. V tomto postavení sa od neho očakávalo, aby sa stal kňazom anglikánskej cirkvi, čomu sa Newton, vzhľadom na svoje neortodoxné náboženské názory, snažil vyhnúť. Našťastie pre Newtona, pre kňazskú ordináciu nebola stanovená žiadna lehota, takže sa mohla neobmedzene posúvať. Problém sa stal oveľa vážnejším, keď získal prestížnu Lucasiánsku profesúru matematiky v r. 1669 na odporúčanie svojho predchodcu I. Barrowa, prvého Lucasiánskeho profesora (ide o najprestížnejšiu profesúru matematiky a fyziky na svete; v súčasnosti táto katedra patrí S. Hawkingovi, v minulosti to boli napr. fyzici Sir G. Stokes, Sir J. Larmor, P. Dirac). V tom čase sa v takej významnej pozícii kňazskej vysviacke už nemohol vyhnúť. Napriek tomu dostal špeciálne povolenie od Karola II., v ktorom sa akceptovalo, že nemusel byť aktívny v cirkvi, aby mal viac času na vedeckú prácu.

Matematické práce

Newtonove matematické práce boli označené ako „výrazný pokrok vo všetkých odboroch matematiky svojej doby“. Rukopis prvej práce „De analysi per aequationes numero terminorum infinitas“ (K analýze rovníc s nekonečným počtom členov) poslal cez Isaaca Barrowa Johnovi Collinsovi (1669), pričom Barrow sa vyjadril: „Pán Newton, pracovník našej univerzity, a veľmi mladý... ale mimoriadneho génia a znalostí v týchto veciach“.

Neskôr sa Newton zaplietol do sporu s Leibnizom, týkajúcom sa priority objavu infinitesimálneho počtu. Moderní historici sa zhodli na tom, že Newton a Leibniz ho objavili nezávisle, hoci každý s veľmi odlišnou symbolikou. Newton publikoval infinitesimálny počet až v r. 1693 a v plnom znení až v r. 1704, kým Leibniz začal publikovať plné znenie

už v r. 1684 (Leibnizovo značenie sa považovalo za oveľa výhodnejšie a bolo prijaté na kontinente a po r. 1820 aj v Británii). Tento prístup si však nevšimá obsah. Obsah bol zverejnený v „Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica“ (1687), hoci ešte nie v adekvátnom matematickom jazyku a v predchádzajúcej práci „De motu corporum in gyrum“ (O pohybe telies na orbite) z r. 1684.

Tieto práce sú vyjadrením infinitesimálneho počtu v geometrickej forme, založenej na limitách podielov veľmi malých hodnôt veličín. Tu sa aj zdôvodňuje tento tvar a nazýva sa „metódou nedeliteľných veličín“. Preto „Principia“ boli označené ako „knihy teórie a aplikácií infinitesimálneho počtu“. Použitie metódy infinitesimálne malého prvého alebo vyššieho rádu je už zahrnuté v jeho práci „De motu...“ z r. 1684 a v článkoch o pohybe v priebehu dvoch desaťročí pred r. 1684. Newton odkladal publikovanie svojho počtu, pretože sa obával kritiky a protirečení. V r. 1699 členovia Royal Society, ktorej bol Newton členom, obvinili Leibniza z plagiatorizmu a tento spor prepukol naplno v r. 1711. Kráľovská spoločnosť prehlásila Newtona za objaviteľa infinitesimálneho počtu a Leibniza obvinila z podvodu. Táto štúdia bola spochybnená, keď sa zistilo, že Newton sám napísal záverečné poznámky o Leibnizovi. Tak sa začal trpký spor, ktorý poznačil životy oboch aktérov a skončil sa Leibnizovou smrťou (1716).

V r. 1670 - 1672 Newton prednášal optiku. V tomto období skúmal lom svetla. Ukázal, že hranol rozkladá biele svetlo na spektrum farebných lúčov, a šošovka a druhý hranol znovu skladá mnohofarebné spektrum na biele svetlo. Ukázal, že farebné svetlo nemení svoje vlastnosti oddelením od farebného zväzku a svietením na rôzne objekty. Našiel dôležitý poznatok, že farba objektov je dôsledok interakcie objektov s farebným svetlom, teda že objekty samotné negenerujú farbu. Toto je známe ako Newtonova teória farieb. Zostrojil Newtonov teleskop. Svoju teóriu zhrnul v knihe poznámok „O farbe“, ktorú neskôr rozšíril vo svojej „Optike“. Keď Robert Hooke kritizoval niektoré jeho myšlienky, Newton sa tak urazil, že sa stiahol z verejnej debaty. Nasledovala výmena listov v r. 1679 - 1680. Ďalšie pokračovanie sporu stimulovalo Newtona k vypracovaniu dôkazu zákona univerzálnej gravitácie, „...eliptický tvar planetárnych orbít pochádza od dostredivej sily nepriamo úmernej štvorcu rádius-vektora planéty“. Sporné vzťahy obidvoch pretrvali až do Hookovej smrti.

V r. 1704 publikoval (v angličtine) knihu „Optics“, v ktorej rozvinul korpuskulárnu teóriu svetla. Svetlo pokladal za zložené z extrémne malých častíc, hmota mala byť zložená z väčších častíc, z čoho vychádzala jeho špekulácia o svojho druhu alchymistickej transmutácii: „Sú hmotné telesá a svetlo navzájom konvertibilné, ... nemohli by telesá získať od svetelných častíc toľko energie, aby sa zhmotnili?“ Neskôr uprednostnil vlnovú teóriu svetla, aby vysvetlil interferenčné obrazce a difrakciu. Dnešná kvantová mechanika, fotóny a myšlienka vlnovo-časticovej duality len hmlisto pripomínajú Newtonove názory na svetlo.

Mechanika a gravitácia

V r. 1679 sa Newton vrátil k nebeskej mechanike, t. j. gravitácii a jej vplyvu na planetárne orbity podľa Keplerových zákonov. V tejto súvislosti došlo k výmene korešpondencie s Hookeom, ktorý spravoval korešpondenciu Kráľovskej spoločnosti. Objav kométy v zime v r. 1680 - 1681 („Veľká kométa“, G. Kirch) inšpiroval Newtona k oživeniu astronomického výskumu, ktorý vyústil v publikovaní „zákona univerzálnej gravitácie“ v r. 1684. Na podnet astronóma Sira Edmonda Halleyho (Halleyova kométa, 1682), ktorý sa tiež zaoberal gravitáciou, Newton konečne súhrnne spísal svoje výskumy v diele „Principia Mathematica Philosophiæ Naturalis“, ktoré bolo publikované na Halleyho náklady (1687). Newton postavil heliocentrickú predstavu slnečnej sústavy na modernejšie základy: objavil odchýlku Slnka od gravitačného centra slnečnej sústavy, kde malo byť umiestnené Slnko. Toto (nehybné) centrum postavil do spoločného centra gravitácie Slnka a všetkých planét. Newton postuloval neviditeľné sily, ktoré pôsobia na veľké vzdialenosti, za čo bol kritizovaný, že vnáša do vedy okultné hybné činitele. Newton odmietol kritiku tým, že javy implikujú gravitačnú príťažlivosť osebe, ale neindikujú jej pôvod a ani to nie je potrebné („Hypotheses non fingo“).

Neskoršie obdobie života

V r. 1690 Newton napísal množstvo náboženských pojednaní o doslovnej interpretácii biblie. Rukopis, ktorý zaslal Johnovi Lockeovi na tému Trojice, nebol nikdy publikovaný. Jeho práce na témy zo starého zákona (1728) a o Apokalypse (1733) boli publikované po jeho smrti. Bol aj členom Parlamentu Anglicka od 1689 - 1690 a v r. 1701, ale podľa niektorých zdrojov jeho jediné vyjadrenia sa týkali studeného prievanu a požiadavky, aby sa zatvárali okná.

V r. 1696 sa vrátil do Londýna, aby sa ujal postu správcu Kráľovskej mincovne, ktorý zastával až do svojej smrti. Toto miesto bolo založené ako „výnosné zamestnanie bez veľkých povinností“, ale Newton ho bral vážne, keď zanechal cambridgeské povinnosti v r. 1701, aby použil svoju moc k reforme meny a potrestaniu peňazokazcov. V r. 1717 sa prešlo „Zákonom kráľovnej Anny“ od strieborného krytia Libry šterlingov ku zlatému tým, že stanovil reláciu medzi zlatými mincami a striebornými penny v prospech zlatých. To spôsobilo, že strieborné mince boli roz-tavené a vyvezené z Británie. V r. 1703 sa stal predsedom Kráľovskej spoločnosti a asociovaným členom Francúzskej akadémie vied. V pozícii predsedu si Newton znepriatelil J. Flamsteeda, kráľovského astronóma, predčasným zverejnením jeho Historia Coelestis Britannica, ktoré Newton použil vo svojich štúdiách.

V r. 1705 kráľovná Anna povýšila Newtona do šľachtického stavu pri návšteve Trinity College v Cambridgei. Motiváciou boli skôr politické okolnosti s jeho zvolením za člena parlamentu ako jeho vedecká práca

alebo služby správcu mincovne. Po Sirovi Francisovi Baconovi bol Newton druhý vedec povýšený do šľachtického stavu.

Ku koncu svojho života Newton obýval rezidenciu v Cranbury Parke blízko Winchesteru so svojou neterou a jej manželom až do svojej smrti. Newton zomrel počas spánku 31. 3. 1727 a bol pochovaný vo Westminster Abbey. Po smrti sa našlo v jeho tele množstvo ortuti, pravdepodobne pochádzajúce z alchymistických pokusov. Otrava ortuťou by mohla vysvetľovať Newtonovu excentricitu na sklonku života.

2. Náboženské názory

„The most beautiful system of the sun, planets, and comets, could only proceed from the counsel and dominion on an intelligent and powerful Being.“

Newton pokladal náboženstvo a vedu za navzájom súvisiace: veda ako odvodená od náboženstva a jeho chválospev, takže tu nemohol byť zásadný rozpor. V oboch trval na tom rovnakom prístupe na základe historických a prírodovedných faktov. Nesúhlasil s metafyzikou ako vo fyzike, tak v teológii. Na históriu a prírodu nazeral podobne: obidve majú svoje latentné tajomstvá, pričom obidve sú v princípe jednoduché a merateľné.

V Newtonovom živote dominovalo náboženstvo hľadaním Stvoriteľa neba a zeme, a ku koncu života konštatuje: „...celý oceán pravdy leží predou mnou neobjavený“. Bol monoteista, ktorý veril v biblické prorocktá, ale neveril v Trojicu. Nikdy verejne nedeklaroval svoju heretickú vieru, ktorú by ortodoxia vnímala ako extrémne radikálnu. Preto nie je celkom jasný stupeň jeho herézy (socinián alebo arián), ale v každom prípade bol antitrinitarián. Napriek dobe, ktorá bola nábožensky netolerantná, sú známe niektoré jeho verejné prejavy, ako odmietnutie niektorých významenani a na smrteľnej posteli odmietnutie prijať sviatosti, keď mu boli ponúkané. Tým sa rozchádzal aj s väčšinou protestantov. Bol tiež obvinený, že je Rosenkrucián, ktorých bolo mnoho medzi členmi Royal Society a na dvore Karola II. Napriek tomu navonok bol konformným členom anglikánskej cirkvi po celý svoj život.

Hoci pohybové zákony mechaniky a zákony gravitácie sú jeho najznámejšie vedecké objavy, Newton varoval pred nazeraním na vesmír ako na púhy stroj, podobný veľkým hodinám. Povedal: „Gravitácia vysvetľuje pohyb planét, ale nemôže vysvetliť, kto uviedol planéty do pohybu. Boh riadi všetko a pozná všetko, čo je alebo môže byť.“ Newtonove štúdie Biblie a cirkevných otcov boli tiež pozoruhodné. Stanovil dátum Kristovho ukrižovania na 3. 4. 33, v zhode s tradične prijatým dátumom. Pokúšal sa tiež, ale neúspešne, odkryť skryté posolstvá Biblie.

Newton napísal o náboženstve viac ako o vede. Veril v racionálne pochopiteľný svet, ale odmietal hylozoizmus, implicitne prítomný u Leibniza a Spinozu. Usporiadanému vesmíru možno porozumieť a musí sa mu porozumieť racionálne. Videl dôkaz zámeru v usporiadaní sveta:

„Tak skvelé usporiadanie planetárneho systému musí byť dôsledkom výberu“. Avšak Newton pripúšťal Božie zásahy, ktoré môžu byť nutné k oprave systému v dôsledku pomaly narastajúcich nestabilit. Leibniz mu oponoval: „Všemohúci Boh, zdá sa, nemal dostatok predvídavosti, aby vytvoril večný pohyb.“

Newton videl Boha ako majstra stvoriteľa, ktorého existenciu nemožno popierať tvárou v tvár grandióznosti celého stvorenia. Nepredvídateľným dôsledkom úspechu Newtonovho systému v nasledujúcom storočí bolo posilnenie postavenia deistov, ako ho zastával Leibniz: Porozumenie sveta bolo teraz znížené na úroveň ľudského rozumu a ľudstvo sa stalo zodpovedným za korekcie a elimináciu zla. Veril v osobného Boha vševedúceho a všemohúceho. Bibliu interpretoval doslovne, z čoho podľa všetkého pochádzala jeho heréza. V r. 1672 sa Newton stal ariánom. Táto kresťanská heretická doktrína pochádza od Alexandra Ariusa (4. storočie), ktorý zastával názor, že Ježiš Kristus bol viac ako človek, ale menej než Boh. Z toho vyplýva, že neveril v Trojicu, teda v identifikáciu Ježiša s Otcom a s Duchom Svätým. Jeho spisy na túto tému sa objavili až v r. 1936 na aukcii v Londýne a zostali v súkromných rukách až do 90. rokov minulého storočia. Nedávne sprístupnenie týchto jeho doteraz neznámych spisov bolo veľkým prekvapením a doteraz nie sú celkom prebádané. Príčinou tohto oneskorenia boli práve jeho neortodoxné názory, ktoré v jeho časoch bolo v Anglicku nemysliteľné zverejniť. V rovnakom čase boli zverejnené aj jeho alchymistické výskumy, ktorými sa zaoberal takmer celý život.

V rukopise z r. 1704, v ktorom sa pokúšal nájsť vedecké informácie v biblii, odhadol koniec sveta po r. 2060. Komentoval to nasledovne: „Toto hovorím nie preto, aby som určil čas konca, ale preto, aby som zastavil unáhlené domnienky nadšencov, ktorí často predpovedajú čas konca a konajú tak, že diskreditujú posvätné proroctvá vždy, keď ich vlastné predpovede zlyhajú.“

Napriek všetkému zostáva aktuálnym Newtonovo teologické poslanstvo pre dnešok – možnosť zlúčenia moderného vedeckého myslenia s kresťanskou teológiou.

Osvietenský filozofi

Osvietenský filozofi si zvolili Galilea, Boylea a obzvlášť Newtona ako inšpiráciu a záruku svojich aplikácií ich predstáv o prírode a prírodných zákonoch na všetky, aj spoločenské oblasti všedného dňa. Bola to Newtonova predstava vesmíru, založená na racionálne poznateľných prírodných zákonoch, ktorá sa stala semenom ideológie osvietenstva. Locke a Voltaire aplikovali predstavu o prírodných zákonoch na politické systémy, ktoré mali mať vnútorné pravidlá. Fyziokrati a A. Smith aplikovali racionalistické predstavy o psychológii na ekonómiu, sociológovia kritizovali súdobý spoločenský poriadok a pokúšali sa podložiť vývoj histórie modelmi z prírodných vied. Niektorí (S. Clarke) vzdoro-

vali a sa snažili sa zosúladiť racionalistické prvky Newtonovej práce so svojimi silnými náboženskými koncepciami o prírode.

Prípady peňazokazcov

Ako správca Kráľovskej mincovne Newton odhadol, že 20 percent mincí, vybraných v čase výmeny v r. 1696, bolo falšovaných. Peňazokazectvo bolo vysoký priestupok, veľmi kruto trestané a usvedčenie najväčších vinníkov bolo veľmi ťažké. Avšak Newton sa osobne podujal na túto úlohu a v priebehu roka viedol viac ako 100 výsluchov svedkov, informátorov a podozrivých, a úspešne obžaloval 28 razičov mincí. Newtonovu dôslednosť ilustruje prípad W. Chalонера, ktorý vykonštruoval falošné sprisahanie katolíkov a nešťastných konšpirátorov nechal uväzniť. Neskôr obvinil mincovňu z napomáhania peňazokazcom a navrhol parlamentu vlastné riešenie. Newton ho obvinil z peňazokazectva a po zložitých zvratoch situácie bol nakoniec Chaloner obvinený z velezrady, obesený a rozštvrtený na Tyburnskej šibenici.

3a. Newtonove pohybové zákony

- 1. Prvý Newtonov zákon (zákon zotrvačnosti):** Teleso v pokoji alebo rovnomernom pohybe zotrvačuje v pokoji alebo rovnomernom pohybe, pokiaľ naň nepôsobí vonkajšia sila.
- 2. Druhý Newtonov zákon:** sila, pôsobiaca na teleso, sa rovná rýchlosti zmeny jeho hybnosti v čase. Ak je hmotnosť konštantná, je možné zákon formulovať pomocou zrýchlenia: sila je úmerná zrýchleniu, pričom konštanta úmernosti je hmotnosť telesa.
- 3. Tretí Newtonov zákon (zákon akcie a reakcie):** Každý akcii odpovedá rovnaká reakcia v opačnom smere. To znamená, že ku každej sile, ktorou jedno teleso pôsobí na druhé, existuje sila, ktorá pôsobí od druhého telesa v opačnom smere na prvé. Keďže telesá nemusia mať rovnaké hmotnosti, zrýchlenia oboch telies môžu byť rôzne.

Prvý a druhý zákon boli zmenou voči aristotelovskej fyzike, podľa ktorej sila je nutná k udržaniu telesa v pohybe. Newtonove zákony hovoria, že sila je nutná k *zмене* pohybového stavu telesa. Jednotkou sily v SI sústave je 1 newton (N).

Na rozdiel od Aristotelovej fyziky, Newtonova je univerzálna. Platí ako pre planéty, tak pre padajúci kameň. Vektorový charakter druhého zákona znamená geometrický vzťah medzi smerom sily a zmenou hybnosti telesa. Pred Newtonom sa predpokladalo, že planéta obiehajúca okolo Slnka potrebuje k udržaniu pohybu silu v smere pohybu. Newton ukázal, že jediné, čo je potrebné, je príťažlivá sila Slnka. Dokonca mnoho desaťročí po publikácii „Principia“ táto teória nebola akceptovaná a mnoho vedcov preferovalo Descartesovu teóriu vortexov.

3b. Gravitačný zákon

Newton sám často rozprával, že k teórii gravitácie ho inšpirovalo pozorovanie pádu jablka zo stromu, keď bol v kontemplatívnej nálade. (Prečo jablko padá vždy kolmo k zemi ... asi preto, že zem ho priťahuje ... v hmote musí existovať priťažlivá sila ... ak hmota priťahuje hmotu, sila musí byť úmerná veľkosti hmoty ... takže jablko priťahuje zem, rovnako ako zem priťahuje jablko ...)

Newtonov asistent v Kráľovskej mincovni a manžel jeho netere J. Conduitt opísal túto udalosť: „V r. 1666 Newton odišiel z Cambridge na dovolenku ku svojej matke v Lincolnshire. Kým sa prechádzal v záhrade, prišlo mu na myseľ, že sila priťažlivosti (ktorá spôsobila pád jablka) nie je obmedzená určitou vzdialenosťou od Zeme, ale môže pôsobiť oveľa ďalej... Prečo nie až k Mesiacu, povedal si a ak je to tak, potom ovplyvňuje jeho pohyb, možno ho udržuje v pohybe... Potom sa už zbral do výpočtov, aký by bol výsledok takej superpozície.“ Otázkou tu nebolo, či gravitácia existuje, ale či pôsobí až na Mesiac tak, že ho drží na orbite. Newton ukázal, že ak sila klesá so štvorcem vzdialenosti, možno vypočítať periódu mesačnej orbity a dostal skutočne dobrú zhodu. Domnieval sa, že tá istá sila je zodpovedná aj za iné orbitálne pohyby a nazval ju „univerzálna gravitácia“. Na vypracovanie úplnej teórie potreboval ďalších 20 rokov.

Newtonov zákon univerzálnej gravitácie hovorí, že každá bodová hmota vo vesmíre priťahuje inú bodovú hmotu silou, ktorá je priamo úmerná súčinu ich hmotností a nepriamo úmerná štvorcu ich vzdialenosti (pre veľké sféricky symetrické telesá tieto body možno stotožniť s ich hmotnými stredmi). Je to zákon univerzálny, Newtonom odvodený z empirických pozorovaní. R. Hook namietal, že Newton prevzal štvorec vzdialenosti od neho. Podľa najnovších výskumov v skutočnosti od konca 60. rokov 17. storočia predpoklad o poklese gravitačných síl so štvorcem vzdialenosti bol prijatý alebo aspoň navrhnutý mnohými súdobými vedcami (čoho si bol Newton vedomý podľa jeho vlastného vyjadrenia), takže Hookeova námietka sa javí ako neoprávnená. Hookeov skutočný prínos bola myšlienka jednotného opisu „nebeských pohybov“ a predpoklad o dostredivých silách namiesto Newtonových odstredivých, ktorý po korešpondencii s Hookeom Newton prijal. Podľa súdovej správy E. Halleya, Hooke súhlasil s Newtonovou prioritou demonštrácie príslušných pohybových trajektórií. V otázke, či Newton prevzal od Hookea nejaké výsledky, dodnes nie je celkom jasno. Hookeova korešpondencia sa totiž väčšinou nezachovala. Napriek tomu, Newtonove zásadné zásluhy o gravitačný zákon nie sú spochybniteľné, pretože Newton svoje výsledky jasne demonštroval.

Konštanta úmernosti, gravitačná konštanta bola presne určená H. Cavendishom v r. 1798. Jeho experiment bol prvou verifikáciou Newtonovho gravitačného zákona v laboratóriu. V jednotkách SI jej hodnota je $6,674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ (jednotkou sily je tu 1 Newton = N). Newtonov gravitačný zákon je výbornou aproximáciou efektov gravitácie

z Einsteinovej teórie všeobecnej relativity. Korekcie sú potrebné, len ak ide o veľmi masívne telesá a telesá s vysokou hustotou.

(Gravitácia vo vnútri gule narastá lineárne so vzdialenosťou od centra, nárast vplyvom dodatočnej hmotnosti je 1,5-násobok poklesu vplyvom väčšej vzdialenosti od centra. Teda ak sféricky symetrické teleso má homogénne jadro a homogénny povrch o hustote menšej než je $2/3$ hustoty jadra, potom gravitácia vo vnútri spočiatku klesá smerom von k rozhraniu a ak je guľa dostatočne veľká, ďalej smerom von opäť narastá a môže prevýšiť gravitáciu na rozhraní. Gravitácia Zeme je podľa všetkého najväčšia na rozhraní jadra a povrchu).

Newton sa stal najznámejším práve svojou teóriou gravitácie. Pravdou je aj to, že veľa ľudí v jeho časoch si prialo, aby na jeho hlavu spadol radšej kus železa než len jablko. Nebol práve príjemný a jeho vzťahy s ostatnými akademikmi po väčšinu jeho neskoršieho života boli zaťažené neustálymi dišputami a kontroverziami. Okrem Roberta Hookea (zakladateľa teórie pružnosti) mal spory s Gottfriedom Leibnizom (o prvenstve vo vynájdení infinitesimálneho počtu), Christianom Huygensom (o povahe svetla), s astronómom Johnom Flamsteedom (o publikovaní jeho výsledkov Newtonom) a s ďalšími.

Francúzsky matematik Lagrange často hovoril, že Newton bol najväčší génius, aký kedy žil a raz dodal, že „Newton bol tiež najšťastnejší, pretože nie je možné viac ako raz zistiť, ako funguje svet“.

Známy je epitaf od anglického básnika Alexandra Popea: „Nature and nature’s laws lay hid in night; God said ‚Let Newton be‘ and all was light.“

Newton sám bol skôr skromnejší, keď písal Hookeovi (1676) o svojich výsledkoch „Ak som videl ďalej, bolo to tým, že som stál na pleciach obrov“ (narážka na známy výrok, že „trpaslík na pleciach obra vidí ďalej než obor sám“).

Vo svojich memoároch Newton napísal: „Neviem, ako sa javím svetu, ale ja sa cítim ako malý chlapec hrajúci sa na brehu mora, keď naraz nájde obľejší kameňok alebo krajšiu mušľu, zatiaľ čo oceán pravdy leží celý neobjavený pred ním.“

V r. 2005 sa uskutočnil prieskum medzi členmi Kráľovskej spoločnosti o tom, kto mal väčší vplyv na vedu, Newton alebo Albert Einstein. Spoločnosť rozhodla, že najväčší celkový vplyv mal Newton. Podobný prieskum sa urobil medzi 100 najvplyvnejšími fyzikmi, ktorí rozhodli, že vo fyzike to bol Einstein, nasledoval Newton a prieskum na stránke PhysicsWeb udelil prvenstvo Newtonovi. Podľa kvantitatívneho hodnotenia veľkých inovátorov v knihe Ch. Murray: „Human Accomplishment“ je Newton na druhom mieste v matematike, jeden z dvoch najvplyvnejších vo fyzike a najdôležitejší vo vede vôbec.

Skratky v texte:

PRS... President of the Royal Society

OS... old style (= podľa juliánskeho kalendára)

Literatúra

1. NEWTON, Sir Isaac, Encyklopedia Britannica (Eleventh ed.). Chisholm, Hugh, ed (1911). Cambridge
2. I. NEWTON, Wikipedia, the free encyclopedia (a literatúra tam uvedená).
Kvôli presnosti životopisných údajov boli príslušné údaje prevzaté z tohto zdroja.

Eva Majerníková, prof. RNDr. DrSc, vedúca vedecká pracovníčka na Fyzikálnom ústave SAV. Pracuje v odbore teoretická fyzika – teória kondenzovaných látok a štatistická fyzika. Dlhý čas prednášala fyziku kondenzovaných látok a štatistickú fyziku na PŘF UP v Olomouci.