

Prosazování Newtonovy teorie ve Francii osmnáctého století a pokusy o její zpochybnění

JIŘINA KRAUSOVÁ

Assertion of Newton's theory in France in 18th century and attempts to question it. Newton's ideas didn't prevail over Cartesianism quickly or easily and there was a long dispute between the supporters of both sides, motivated not only scientifically, but nationally and emotionally as well. French Newtonianism was not identical to Newton's own ideas and had many specific attributes. It often overstepped the purview of science and became a part of popular culture. The essay concludes with an assessment of the particular contribution of French Enlightenment researchers to the application of Newton's theory.

Keywords: Enlightenment • France • Newton • Newtonianism • 18th century • Cartesianism • history of science • history of physics

Při četbě děl francouzských osvícenců a především Voltaira můžeme nabýt dojmu, že Newton a newtoniánství představovalo přímou inspiraci pro osvětenství a že Newtonova gravitační teorie zaznamenala ve Francii jednoznačné a relativně rychlé vítězství nad starší teorií Descartovou. Francouzští učenci se skutečně Newtonovými díly intenzivně zabývali a především v letech 1687–1750 publikovali četné ohlasy na tyto spisy. Akceptování jeho teorie ale nebylo rychlé ani bezproblémové a dokonce i v Anglii ještě v roce 1700 jen „hrstka nejloajálnějších Newtonových žáků přijímala všechny aspekty jeho gravitační teorie“ [22, s. 246]. V tomto článku bych se chtěla zaměřit na specifika francouzského newtoniánství, jeho soupeření s karteziánstvím a pokusy o jeho zpochybnění včetně vzniku některých méně známých konkurenčních teorií. Budu se věnovat i třem hlavním oblastem testování Newtonovy teorie v osvětenské době – výpočtu rozměrů Země, pohybu Měsíce a návratu Halleyovy komety.

Newtonovy myšlenky uvedla do Francie skupina matematiků soustředěná kolem Nicolase Malebranche (1638–1715). Ti jako první akceptovali jeho gravitaci a optické experimenty. Kolem Malebranche se utvořil kroužek, jehož členové mimo jiné ve Francii prosazovali také Leibnizův infinitezimální počet. Patřil mezi ně markýz de l'Hôpital (1661–1704), Pierre Varignon (1654–1722) a také stálý sekretář Akademie Bernard le Bovier de Fontenelle (1657–1757). Malebranche

četl již v roce 1706 v latině Newtonovu „Optiku“, kterou vysoce oceňoval, byl ale zároveň považován i za největšího žijícího Descartova žáka [11, s. 10]. Tato rozpolcenost byla ostatně pro francouzské newtoniánství dosti typická. Také akademici a astronomové Jacques d'Allonville de Louville (1671–1732) a Joseph-Nicolas Delisle (1688–1768) přijali Newtonovu koncepci a citovali ho ve svých dílech. Louville ve svém příspěvku o statice „Eclaircissement sur une difficulté de statique proposée à l'Académie“, publikovaném v ročence Akademie z roku 1722, cituje Newtonův spis „Analysis per quantitatum series, fluxionem ac differentias“ (1711), Delisle se s Newtonem osobně setkal při své návštěvě Royal Society v roce 1724 a čerpal z jeho myšlenek ve svých „Mémoires pour servir à l'histoire et au progrès de l'astronomie“ (1738) [8, s. 69]. První překlady Newtona do francouzštiny vyšly v Holandsku, které bylo více otevřeno novým teoriím a panovala tam svoboda tisku. Francouzští protestanté tam proto již v roce 1720 vydali „Optics“ v překladu Pierra Coste. Přesto ještě několik desetiletí nebylo ve Francii známo celé Newtonovo dílo. Oproti tomu přijetí Leibnizovy mechaniky a větší otevření Akademie cizincům ve 30. letech vedlo k určité renesanci zájmu o matematiku v Paříži, která usnadnila cestu pro postupné přijetí Newtonova systému.

Maglo rozděluje toto přijímání Newtonovy mechaniky ve Francii do čtyř etap. První představuje samotný vznik teorie do roku 1687, druhou období jejího odmítání, především ze strany Huygense, Leibnize a karteziánů. Třetí etapu nazývá etapou revize ve 30.–60. letech 18. století, kdy docházelo k reinterpetaci a doplňování Newtonovy mechaniky zásluhou Maupertuise, Clairauta, Eulera, d'Alemberta a částečně Daniela Bernoulliho. Poslední fází je etapa standardizace této teorie, na které nesou zásluhu především Lagrange a Laplace [16, s. 137].

Prvním veřejným obhájcem Newtona na půdě Académie Royale byl Pierre Louis Maupertuis (1698–1759), i on se ale ještě pokoušel jeho myšlenky sloučit s karteziánstvím, když například uváděl, že „gravitační teorie je perfektním doplněním mechanické vědy, které Descartes marně hledal“ [16, s. 156]. Svým umírněným postojem se mimo jiné snažil neurazit žádného ze svých patronů v Akademii, především karteziánsky smýšlejícího Johanna Bernoulliho, který ho učil matematice a editoval jeho vědecké práce. Maupertuis se s Newtonovou teorií seznámil během svého pobytu v Anglii v roce 1728. Letopočet 1728 bývá také považován za určité rozhraní. Zatímco před tímto rokem byl Newton sice diskutován, ale ne ústřední osobností vědeckých polemik ve Francii, poté se situace značně změnila. V reakci na obhajobu Descartovy vírové teorie v člancích akademika Privata de Molières (1677–1742) dal sekretář Akademie Fontenelle v ročenkách Akademie z let 1729 a 1730 najevo, že obhajoba Descartovy nebeské mechaniky se stává napříště důležitým tématem akademických debat. Zároveň do těchto diskusí uvedl i samotný termín „karteziánství“ [18, s. 46]. Fontenelle

zastával názor, že Newtonova teorie sice není chybná, ale nespočívá na odpovídajících mechanistických základech a jeho přínos pro vědu je tak možno uznat pouze v oblasti geometrie a metodologie. Naopak Descartes podle něj skutečně podnítil fyzikální pokrok a významně naboural staletou autoritu církve a univerzity, přestože karteziánství není podpořeno experimentálně. Nutnost založení teorie na experimentu nebyla ještě obecně zdůrazňována a oceňovala se i samotná teorie jako taková. Teprve Maupertuis podmiňoval správnost fyzikální teorie jejím experimentálním založením [16, s. 161].

Fontenellovo karteziánství bylo specifické i tím, že nebylo bezvýhradné. Fontenelle zpopularizoval vlnovou teorii ve svém spise „Entretiens sur la pluralité des mondes“ (1686) a jasně ji formuloval a vysvětlil ještě v roce 1752 v díle „Théorie des tourbillons cartésiennes avec les reflexions sur l'attraction“. Pokud jde o kosmologii, byl jednoznačným zastáncem Descarta a vytýkal Newtonovi, že gravitaci dostatečně nevysvětlil. Naopak neskrýval výhrady k Descartově metodologii, ve spise „Doutes sur le système physique des causes occasionelles“ zpochybnil karteziánskou kauzalitu a nesouhlasil ani s Malebranchovým okasionalismem. V metodologické oblasti vytýkal Descartovi přílišné založení jeho metody na matematice a také zdůrazňování role Boha jako jediné absolutní jistoty, což Fontenelle nepovažoval ve vědě za nutné. Snaha nalézt absolutní jistotu podle něj pouze vede vědce k metafyzice [17, s. 55]. Stejně tak odmítal i všeobecné přijetí jediného vědeckého systému, které považoval za svazující, a po celou dobu svého dlouhého působení v Akademii se snažil i zde prosadit princip odstupu od jednotlivých vědeckých systémů a udržování jejich plurality. Tím významně přispěl také k uchování karteziánských prvků ve francouzské vědě.

Zajímavé je Fontenellovo srovnání Descarta a Newtona v „Éloge de Newton“ z roku 1726. Obě osobnosti oceňuje jako génie, kteří založili matematiku na geometrii a byli skvělými geometry, přičemž Descartes se snažil najít první principy všeho, zatímco Newton si kladl skromnější cíle, což Fontenelle oceňoval. Na Newtonově metodě především uznával důležitost přesného pozorování, které si nemá klást za cíl odhalit příčiny jevů, ale poznat co nejlépe jejich důsledky. V této souvislosti zdůrazňoval i roli experimentu jako jediné cesty k vědecké pravdě. Fontenellův kritický empirismus ho tedy vedl k přijetí Descartovy kosmologie, Newtonovy metodologie a také Galileovy fyziky, kterou považoval za zdroj moderního vědeckého myšlení jako takového [17, s. 59].

Fontenellovy práce nebyly jediné, které v 18. století vysvětlovaly a propagovaly Descartovu kosmologii. Zmíněný Privat de Molières vydal v letech 1733–1738 obsáhlé dílo „Leçons de physique“, v němž podal kompletní rozbor pozemské a nebeské mechaniky založené na Descartově vírové teorii. Molières sice Newtonovu teorii neopomíjel a stejně jako mnozí další karteziáni uznával, že gravitace skutečně přírodním zákonem je, ovšem v rámci vírové teorie nebeského

pohybu [18, s. 345]. Také „Journal des savants“ ještě v roce 1740 oslavoval Newtona jako vynikajícího matematika, který se ovšem dopustil chyby, když přešel od matematických výpočtů k fyzice. Jeho filosofické názory považoval časopis dokonce za nebezpečné, protože řetězec principů vysvětlujících přírodní jevy je pouze zdánlivý a asociativní, na rozdíl například od Keplerových zákonů. Časopis dokonce podezíral Newtona, že publikaci svých teorií uspěchal na základě společenské poptávky tak, aby Anglie získala vlastní plnohodnotnou mechanickou teorii a nemusela užívat francouzskou, Descartovu [18, s. 349].

Výsledkem Maupertuisových snah o smíření Descarta s Newtonem byl spis z roku 1738 „La figure de la terre“, týkající se sporu o tvar Země. Zatímco Maupertuis na základě výpočtů svých a Johanna Bernoulliho (1667–1748), podepřených Newtonovou teorií, předpokládal podobně jako Huygens, že Země je zploštělá na pólech (tzv. pomerančový tvar), jejich rival Jacques Cassini (1677–1756) se opíral o svá astronomická měření a prosazoval protáhly (tzv. citrónový) tvar Země. Newton a Huygens dospěli k názoru, že má Země zploštělý tvar, na základě měření gravitace v různých zeměpisných šířkách (poblíž rovníku a ve Francii) pomocí kyvadla. Pokusy naznačovaly, že gravitace poblíž rovníku je slabší, což se vysvětlovalo větší vzdáleností povrchu Země od jejího středu v rovníkové oblasti. Newton předpokládal, že příčinou vyboulení Země na rovníku je její rotace. Naopak Cassini v roce 1718 v rámci mapování Francie prováděl triangulační měření pozemských vzdáleností, pozorování hvězd a měření jejich vzdálenosti od obzoru z různých stanovišť, přičemž získal opačné výsledky. Jeho měření zakřivení Země byla ovšem prováděna pouze v Evropě. Akademie na Maupertuisův podnět iniciovala dvě vědecké expedice, které měly za úkol ověřit a porovnat velikost stupně zeměpisné délky v polární oblasti Laponska a v rovníkové oblasti Peru. Král expedice schválil, protože slibovaly přispět ke zlepšení navigačních metod. Maupertuis se osobně zúčastnil expedice do Laponska, která trvala od léta 1736 do srpna 1737. Výprava do Peru se protáhla dokonce na několik let. Výsledky získané Maupertuisovou skupinou byly již v září 1737 uveřejněny v časopise „Mercure de France“ a sám Maupertuis je prezentoval ve svém projevu na veřejném zasedání Akademie v listopadu téhož roku. Obě skupiny badatelů vyba-vené moderními anglickými přístroji potvrdily původní Newtonovy výsledky, přesto Cassini nadále odmítal teorii zploštělé Země přijmout a volal po dalším výzkumu za použití ještě dokonalejších přístrojů. Teprve jeho syn Cassini de Thury na jaře 1740 uznal přesnost provedených měření a správnost Newtonovy představy o tvaru Země [20, s. 234]. Hlavní zásluhu na definitivním vyřešení otázky však přičítal práci své a dalších královských astronomů [18, s. 345]. Dokonce ještě ve druhé polovině 18. století ovšem existovali ve Francii zastánci konkurenčních teorií o tvaru Země. Například amatérský vědec J. F. C. de La Perrière (1694–1776) odmítal nejen Newtonovu, ale i Descartovu teorii a domníval se, že Země má

tvar perfektní koule [6, s. 79]. Anatom a lékař Jean-Pierre David (1737–1784) naopak zůstal zastáncem teorie prodlouženého tvaru Země [6, s. 88].

Ani po uveřejnění Maupertuisových výsledků nebyla podpora Newtonova učení ve Francii ještě příliš široká. V roce 1738 napsal abbé Granet ve svém díle „Réflexions sur les ouvrages de littérature“, že Newtonova doktrína nemá v Paříži příliš velký úspěch. Uvedl, že ji odmítají profesori z univerzity i jezuité a mnozí další, protože nevidí rozdíl mezi touto teorií a starou řeckou filosofií [18, s. 378]. Zmínění jezuité, např. Noël Regnault nebo abbé Machi, často obviňovali Newtona ze spinozismu, deismu nebo epikurejského materialismu. Skutečnost, že se obhajoby Newtona ujal známý kritik církve Voltaire, tuto teorii činila v jejich očích ještě bezbožnější [18, s. 381]. Tyto výtky ovšem nebyly příliš oprávněné, protože Voltaire sám hledal teologické ospravedlnění newtoniánství a uváděl, že gravitace je podle jeho názoru podobně jako pohyb udělena hmotě Bohem [18, s. 389]. Jak samotný Newton, tak i Voltaire byli věřícími lidmi, avšak Voltairova kritika církve a jejích dogmat byla často neoprávněně zaměňována za kritiku víry jako takové.

Bylo by zjednodušením vykládat diskusi o tvaru Země jako karteziánsko-newtonovský konflikt, ačkoliv ji tak veřejná sféra vnímala. Toto chápání ostatně podpořil i Voltaire ve svých „Éléments de la philosophie de Newton“ a samotný Maupertuis se mu také nebránil, protože mu pověst obhájce newtoniánství přinášela veřejné uznání a respekt. Můžeme nicméně říci, že i když nesouhlasila s Newtonovými výpočty, neměla teorie protáhlé Země sama o sobě nic společného s karteziánstvím. Přesto bylo její vyvrácení newtoniány využíváno pro zpochybnění Descartovy vírové teorie, i když se o ni Cassini neopíral [20, s. 221]. Celý problém je možno spíše chápat jako konflikt nových matematických metod a moderních anglických přístrojů se zastánci přijatých astronomických praktik a přístrojů domácí výroby. Maupertuis a další mladí akademici také zavedli modernější metody geodetické praxe opírající se o nákladné výzkumné cesty, nové přístroje a matematické prostředky [20, s. 235].

Výhrady karteziánů vůči Newtonovi a snaha obhajovat Descartovu mechaniku byly často i emotivní povahy. Například oddaný kartezián Pierre Desfontaines (1685–1745) byl pohoršen, že je Descartovi, kterého považoval za jednoho z největších filosofů, prokazován nedostatečný respekt a Angličan Newton je povyšován nad domácího, francouzského vědce. Uznával sice, že Newton poskytl lepší vysvětlení povahy světla než Descartes, ovšem jeho názory na povahu hmoty, prostoru a přitažlivosti nazýval „chimérami vypůjčenými od zastaralé a chybné filosofie Řeků“ [18, s. 97]. Výstižně tyto motivy shrnul d’Alembert, když v roce 1751 napsal, že karteziáni na svém přesvědčení nadále lpí pouze „z otrocké přichylnosti k tomu, čemu se naučili v mládí, či nevím z jaké národní zaujatosti, což je vždy hanbou filosofie“ [1, 97].

Jednou z hlavních výtek karteziánů vůči Newtonovi byla skutečnost, že by gravitační síla měla působit na dálku přes prázdňý prostor, protože věřili, že hmota prostor zcela vyplňuje. Přitažlivost působící na dálku považovali za absurdní a okultní, dokonce za určitý návrat ke středověku. Například Huygens, který navázal na Descarta a dále jeho teorii rozpracoval, předpokládal, že se síla přenáší vždy prostřednictvím médií. Tuto úlohu měly plnit např. éter pro světlo, magnetické médium pro magnetismus a pro gravitaci pak jemná látka vířící kolem rotující Země všemi směry a způsobující volný pád [19, s. 159]. Ostatně i sám Newton se v době, kdy se začal univerzální gravitací zabývat, snažil vycházet z karteziánské představy, nicméně nepovažoval vírovou teorii za dostačující, protože setrvačný pohyb planet by je nutil se vzdalovat od centra soustavy. Navrhl proto tok zvláštního druhu éteru do centrálního tělesa, kde by byl chemicky transformován a znovu v jiné formě vyzářen. Tato cirkulace by umožňovala vysvětlit setrvávání planet na jejich drahách [21, s. 194]. Postupně se však Newton s vírovou teorií zcela rozešel a upřednostnil koncept prázdňého prostoru. Karteziáni se také domnívali, že všechny objekty vyzařují částice, což nám umožňuje je vidět. Také lidé za sebou všude, kudy projdou, zanechávají malé, ale silně působící částice [15, s. 41]. Maupertuis na tuto výhradu reagoval prohlášením, že Newton také věřil, že přitažlivost může být výsledkem působení určité jemné látky produkované fyzickými tělesy, naše nedostatečné znalosti o vlastnostech těles ale zatím neumožňují jednoznačně určit její povahu. Zcela gravitaci odmítnout by však bylo možné pouze tehdy, kdyby se prokázalo, že v přírodě nefunguje. Touto reinterpretací konceptu přitažlivosti se ovšem Maupertuis pokusil vysvětlit gravitaci jako jev vycházející z mechanické podstaty těles, což nebylo v souladu s Newtonovým výkladem [16, s. 158].

Také Euler a d'Alembert se pokoušeli odvodit základní koncepty mechaniky z podstaty tělesa a tím „vměstnat Newtonovu mechaniku do karteziánského rámce“ [13, s. 41]. Zatímco se podle Newtona při rovnoměrném přímočarém pohybu těles bez působení vnější síly uplatňuje jakási vnitřní síla, podle Eulera se při tomto pohybu uplatňuje setrvačnost, která je vnitřní vlastností těles a která je pro přírodu charakteristická a slouží k zachování daného stavu [13, s. 120]. Newton ještě vycházel ze scholastické představy, že síly jsou substancemi, d'Alembert se již snažil fyziku co nejvíce oddělit od metafyziky a jejích termínů. Newtonovu terminologii považoval za nejasnou. Mechanika neměla analyzovat příčiny pohybu těles, ale pouze jejich chování. Síla tedy pro něj nebyla substancí, ale vlastností časoprostorové struktury pohybující se hmoty. Naproti tomu u Eulera si síla substancíální aspekt ponechala [4, s. 68]. D'Alembert si stanovil cíl vyloučit sílu z těles a za tímto účelem formuloval své vlastní zákony setrvačnosti, pohybu a rovnováhy. Koncepti sil náležejících pohybujícím se tělesům považoval za metafyzickou a zcela ji vyloučil. Přičítal jí lidské tendenci přenášet naše

vlastnosti na neživé věci. Vztah síly k tělesům přirovnával k rychlosti, která také není součástí samotných těles. Podobně jako Newton odmítal spekulovat o hlubších příčinách a snažil se přísně držet matematicky zpracovaných jevů. Výsledkem těchto úvah je jeho spis „*Traité de mécanique*“ (1743), kde pojmem „síla“ označuje samotný efekt nebo jev, aniž by autor hledal jeho příčinu [7, s. 24].

Zmíněné pokusy o obhajobu gravitační teorie její částečnou reinterpetaci způsobily, že karteziáni začali kritizovat posun samotných newtoniánů v chápání Newtona. Tato kritika nebyla zcela neopodstatněná. Podobný posun můžeme dobře dokumentovat na příkladu Voltaira, který šířil ve Francii Newtonovo učení prostřednictvím svých spisů „*Lettres anglaises*“ (1734) a „*Éléments de la philosophie de Newton*“ (1738). Voltaire viděl v Newtonově teorii především univerzální systém vysvětlující svět na racionálním principu. Sílu nevnímal jako vlastnost, ale v souladu s převládajícím dobovým názorem ji ztotožňoval buď s Leibnizovou „živou silou“ (*vis viva*, obdoba kinetické energie), nebo s Descartovou „hybnou silou“ (impulsem). Nejednotné chápání pojmu síly přetrvávalo ostatně po celé 18. století [19, s. 170].

Brzy se objevili další významní propagátoři newtoniánství, přičemž volili různé prostředky a formy této popularizace. Maupertuis a Voltaire přivedli ke studiu Newtonovy mechaniky Émilie du Châtelet (1706–1749), na jejímž zámku Cirey pobýval i Francesco Algarotti (1712–1764), autor populárního spisu „*Il newtonianismo per le dame*“ z roku 1737. Algarotti propagoval Newtona nejprve v Bologni, kde již v roce 1729 zopakoval před skeptickým publikem převážně karteziánských vědců Newtonovy optické experimenty [18, s. 362]. Jeho spis byl spíše popularizačního charakteru a byl psán formou rozhovoru filosofa a dámy z vyšší společnosti, které jsou v průběhu dialogu vysvětlovány jednotlivé aspekty Newtonovy teorie. Naopak Voltaire se ve svých „*Elements de la philosophie de Newton*“ pokoušel o odbornější výklad i formu určenou poučenějším čtenáři. Ohrazoval se dokonce proti poznámce holandského editora svého spisu, který uváděl, že je kniha „dostupná každému“ [18, s. 365]. Sama Madame du Châtelet, které oba výše uvedení autoři své spisy dedikovali, přeložila do francouzštiny Newtonovy „*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*“, nicméně zaujal ji i Leibnizův princip „živé síly“, který popularizovala ve svém spise „*Institutions de physique*“ (1740).

Postupně se newtoniánství i vlivem výše zmíněných osobností do určité míry oddělilo od samotného Newtona a stalo se samostatným společenským i vědeckým světovým názorem. Jeho typickými rysy bylo zdůrazňování geometrického chápání světa, matematizace vědy, ale i důvěra v možnost porozumění světu přesnou aplikací matematických principů a v univerzální platnost přírodních zákonů. Protože se příznivcům této teorie podařilo na jejím základě objasnit celou řadu jevů, ovlivnily její ontologické a epistemologické důsledky myšlení

a představitost i mimo rámec přírodních věd. Příkladem může být uplatňování principů linearity, redukcionismu a universalismu a také myšlenka řádu a rovnováhy, kterou bylo možno aplikovat i na společenské vědy. Newtoniánství kladlo také velký důraz na důležitost empirických dat a používání metody indukce. Používala se dvoustupňová metodologie a newtoniáni kladli důraz na to, že metody analýzy a syntézy mají být používány ve správném pořadí, tj. nejprve analýza a poté syntéza [13, s. 14]. Typický je výše zmíněný redukcionismus, tj. přesvědčení, že každý jev má pouze tolik příčin, kolik stačí k jeho vysvětlení.

Nemalý podíl na rozvoji newtonovského paradigmatu mělo i rozšíření jeho učení mimo akademické prostředí do oblasti obecné představitosti [14, s. 66–67]. Newtoniánství se již neomezovalo čistě na to, co Newton sám napsal, ale představovalo obecnou víru v mechanistický pohled na svět. Podle Loutha byla u Newtona dosažena taková míra lidovosti, že zjevná jednoduchost jeho vědeckých zákonů dosáhla bodu, kdy se staly „formou určitého folklóru“ [14, s. 71]. K oblíbení Newtona jako symbolu modernity a pokroku v osvícenské Francii přispěl i zájem osvícenců o vše anglické, který se nejvýrazněji projevoval v období po roce 1750. Například zámožný markýz de Girardin si nechal vybudovat zahradu v anglickém stylu se sochami Newtona a Voltaira, a jedna z pařížských *salonnières* slečna de Ferrand se nechala portrétovat s knihou nadepsanou Newtonovým jménem, aby podpořila svůj obraz vzdělané a moderní ženy [18, s. 11].

Přes výše uvedené společné rysy nebylo francouzské newtoniánství jednotným proudem a přístup k obhajobě Newtonova odkazu se u jednotlivých osobností lišil. Příkladem mohou být Maupertuis a Voltaire. Maupertuis si udržoval od Voltairova populárního newtoniánství odstup a přimykal se spíše k zastáncům Newtona na půdě Akademie. I skutečnost, že v době, kdy Voltaire nejintenzivněji pracoval na propagaci Newtonovy teorie ve Francii, pobýval Maupertuis převážně na expedicích v zahraničí, přispěla k jejich dalšímu vzájemnému odcizení [18, s. 344].

Zásluhou Maupertuise se Newtonovy myšlenky staly důležitou oblastí zájmu Akademie a v matematické a fyzikální sekci se studovaly a napodobovaly Newtonovy experimenty. Významným tématem byly důkazy všeobecné gravitace prováděné na nebeských tělesech z důvodu jejich ideálního pohybu a skutečnosti, že tato tělesa a jejich pohyb mohla být přesně měřena. Například d’Alembert ve svých „*Eléments de philosophie*“ zdůrazňoval dobrou dokazatelnost Newtonova systému na nebeských tělesech za použití přesných výpočtů. Bez těchto matematických důkazů a jejich porovnání s pozorovanými jevy by si „newtonovská hypotéza nezasloužila žádné upřednostnění před vírovou, která dobře vysvětluje okolnosti pohybu planet, ale způsobem tak neúplným, a mohli bychom říci tak nedbalým, že i pokud by byly jevy zcela odlišné než jsou, mohli bychom je vysvětlit také, často stejně dobře a někdy i lépe“ [2, s. 232].

Po vyřešení problému tvaru Země se objevila v roce 1747 další pochybnost o Newtonově teorii, když Alexis Clairaut (1713–1765) na zasedání Akademie upozornil, že Newtonovy výpočty nesouhlasí pro pohyb Měsíce. Vzhledem k významu tabulek pohybu Měsíce pro námořnictvo se jednalo o důležitou praktickou otázku, kterou se pokoušel vyřešit již sám Newton, jenž si byl vědom nepravidelností v pohybu Měsíce ovlivňovaného jak Zemí, tak Sluncem. Matematickým problémem tří těles se zabývali d'Alembert, Clairaut i Euler, všichni ale dospěli k rozdílu oproti pozorované hodnotě ve dvou řádech [11, s. 39]. Samotný výpočet byl komplikovaný a umožňoval jen přibližné řešení. Komplikovaly jej navíc nepravidelnosti v dráze Měsíce kolem Země, například pohyb perigea a apogea, které obíhají kolem naší planety s periodou devíti let. Uvedené obtíže způsobily, že se chtěl Clairaut dokonce pokusit o modifikaci gravitačního zákona. Určitou jeho úpravu navrhovala již Madame du Châtelet v roce 1740, ovšem ne pro astronomické účely, ale například pro pohyb mízy v rostlinách. Vzhledem k tomu, že byl Clairaut jejím učitelem, mohl ji dokonce na podobnou myšlenku sám přivést. Clairautovo řešení ovšem mělo své odpůrce. Například přírodovědec Buffon obhajoval Newtonovy výpočty. Kritizoval zejména skutečnost, že by podle Clairautovy úpravy fyzikální jevy jako je pád tělesa k zemi, pohyb Země kolem Slunce a pohyb Měsíce kolem Země nebyly řízeny stejným zákonem. Clairaut se bránil tím, že jeho úprava univerzálnost gravitačního zákona nezpochybňuje, protože její aplikace přináší odlišné výsledky pro působení přitažlivosti na menší vzdálenosti, ale s rostoucí vzdáleností (např. pro vzájemné působení Země a Slunce) je rozdíl nepatrný. Jeho princip by tedy byl univerzální a Newtonův zákon by představoval zvláštní případ tohoto principu platný pro větší vzdálenosti [3, s. 28]. Zároveň ale Clairaut poukázal i na metafyzický charakter Buffonovy kritiky a odmítl používání nematematických argumentů v debatě o Newtonově teorii [16, s. 159].

Sám Newton vycházel z vlastního pojetí lunárních uzlů, tj. bodů, v nichž měsíční dráha křížuje rovinu ekliptiky. Dospěl k závěru, že tyto uzly jsou retrogradní a jejich spojnice rotuje s periodou 18,6 roku proti směru pohybu Měsíce. Pro přesný výpočet pohybu Země zohledňoval precesi průsečíků nebeského rovníku s ekliptikou, kterou objevil již Hipparchos a vysvětlil Koperník. Problémem dřívějších výpočtů ale byla skutečnost, že Země byla považována za všude stejně hustou. Newton určil správně pohyb těžiště Země kolem Slunce, ale neznal moment setrvačnosti, takže nezohlednil úhlový pohyb zemské hmoty okolo jejího těžiště a neuměl určit správně pohyb zemské osy [5, s. 133]. Protože se částice v rotujícím tělese pohybují různými směry, nelze pouze zprůměrovat pohyb všech částic v tělese, abychom získali celkový moment hybnosti. Newton neměl dostatečné znalosti dynamiky pevného tělesa, takže problém neuměl uspokojivě vysvětlit. Jeho dynamika je z dnešního pohledu dynamikou hmotných

bodů. Pracoval s aritmetickou sumou hybnosti částic tělesa, což mu umožnilo získat pouze střední hodnotu, tj. průměrný pohyb uzlů. Daný problém si ale uvědomoval a zřejmě měl sám o svém postupu pochybnosti [5, s. 138].

Do diskuse iniciované Clairautem se postupně zapojovali i další badatelé. Euler, který také prováděl příslušné výpočty, souhlasil s tím, že Newtonův zákon pro pohyb Měsíce nefunguje, i s nutností úpravy gravitačního zákona, odmítl nicméně Clairautovu modifikaci s odůvodněním, že by již například pro Merkur nevycházela. Také d'Alembert navrhl vlastní řešení problému, podle něhož se Měsíc sice pohybuje v souladu s Newtonovou teorií, ale působí na něj kromě gravitace ještě další síla, zřejmě magnetická [12, s. 32].

Teprve v květnu 1749 vystoupil Clairaut znovu v Akademii a tentokrát uznal správnost Newtonovy verze. Chybu při řešení rovnic zdůvodnil jejich matematickým zjednodušením, které mělo na výsledek mnohem větší vliv, než tehdejší matematici očekávali. Problém přesto nebyl definitivně odložen a Euler přesvědčil petrohradskou Akademii, aby pro rok 1752 vypsala soutěž o nejlepší řešení problematiky měsíčního pohybu, kterou ovšem opět vyhrál Clairautův příspěvek [11, s. 40].

Také třetí významný důkaz správnosti Newtonovy teorie souvisí s Clairautovým jménem. Clairaut v listopadu 1758 v Akademii předpověděl návrat Halleyovy komety s chybou pouze v rozmezí jednoho měsíce. Na příslušných výpočtech spolupracoval s astronomem Jerôme Lalandem (1732–1807) a Nicole Lepauté (1723–1788), manželkou proslulého hodináře. Sám Halley, který kometu pozoroval v roce 1682, předpověděl její návrat na rok 1758. Newton ve svých „Principia Mathematica“, publikovaných v roce 1687, neprovedl úplné začlenění pohybu komet do svého modelu vesmíru a teprve Halley ve svém spise z roku 1705 „Synopsis of the Astronomy of Comets“ propočítal gravitační efekt Jupiteru a Saturnu na kometární dráhy. Na základě těchto výpočtů zpětně ztotožnil kometu z roku 1682 s kometou pozorovanou v roce 1531 Petrem Apianím a v roce 1607 Johannem Keplerem a určil její periodu na 76 let. Kometa byla skutečně poprvé znovu pozorována 25. 12. 1758, perihéliem však prošla až 13. března 1759, přičemž Clairaut, Lalande a Lepauté předpověděli její průchod perihéliem na 13. dubna. Téhož roku byla také kometa francouzským astronomem Lacaillem pojmenována Halleyova na jeho počest. Úspěšná predikce návratu komety prokázala rostoucí přesnost nebeské mechaniky [11, s. 40]. Byla také jedním z prvních úspěšných testů newtonovské fyziky a její schopnosti vysvětlovat přírodní jevy.

Řada úspěšných ověření Newtonovy mechaniky však nezabránila jejím odpůrcům v úsilí tuto teorii zpochybnit. Pozoruhodným příkladem těchto snah byla osm let trvající debata o vyvrácení gravitačního zákona, kterou zahájila v roce 1769 publikace článku o experimentech se změnou hmotnosti těles v souvislosti

s nadmořskou výškou v měsíčníku „Journal des Beaux-Arts et des Sciences“. Jako autor článku byl uveden Jean Coultaud, který popisoval experimenty s kyvadlem prováděné v Savojských Alpách. Coultaud uváděl, že experimenty prokázaly zvyšování hmotnosti těles přímo úměrně k jejich rostoucí vzdálenosti od zemského povrchu, což by bylo v rozporu s Newtonovým gravitačním zákonem. Ačkoliv akademici d’Alembert a Lalande toto tvrzení odmítli, svou podporu mu naopak vyjádřili obhájci karteziánství i zástupci katolického kněžstva [6, s. 74].

Je třeba připomenout, čím se vlastně karteziáni ve Francii 18. století vyznačovali. V souladu s Descartem se především domnívali, že prostor je vyplněn jemnou látkou, která víří a tyto víry unáší nebeská tělesa. Pozorovatelné projevy gravitace vysvětlovali tlakem hmoty v těchto nebeských vírech. Hmota jako taková byla definována pouze rozprostraněností jako jedinou základní vlastností, přičemž neměla mít jiné atributy než ty kvantifikovatelné. Karteziáni uznávali pravidlo zachování množství pohybu ve vesmíru a sílu těles měřili mírou jejich pohybu (mv), nikoli jejich „živé síly“ (mv^2) [20, s. 38]. Typický byl karteziánský racionalismus a mechanistická představa o světě jako dokonalém hodinovém stroji, stejně tak jako důvěra v lineární vzestup vědění. Descartes prezentoval svou fyziku jako určitý druh mechaniky, který umožňuje přemýšlet o světě jako o stroji, jemuž je možno porozumět a ovládat ho. Již Descartes, stejně jako později Newton, zavedl princip redukcionismu, podle něhož mohou být všechny přírodní jevy zredukovány na elementární mechaniku částic, ze kterých je vše složeno. Dochází tudíž k redukci komplexních jevů na jednoduché prvky, což však může ztěžovat pochopení jednoty těchto komplexních entit [14, s. 70]. Také karteziánské myšlení se postupem času posunulo od přírodovědného ke společenskému, i když odmítalo epistemologickou hodnotu sociální zkušenosti. I přes rozdíly mezi karteziánským a newtoniánským světovým názorem došlo postupně k zahrnutí karteziánských vlivů do newtoniánství i k výše zmíněnému posunu ve vnímání Newtona některými badateli, můžeme tedy hovořit o určitém karteziánsko-newtoniánském postoji. Smíšení obou škol ovlivnilo i společenské vědy, takže racionalismus převládl v 18. století jako hlavní princip porozumění lidským záležitostem [14, s. 72].

Koncem 60. let bylo již ovšem čisté karteziánství ve francouzských vědeckých kruzích prakticky překonáno a i mimo akademickou sféru bylo silně oslabeno, mimo jiné i v důsledku důkazů, které jsme zmínili v předchozí části článku. Evans uvádí, že „v roce 1770 již neexistovala jednotná karteziánská fyzika, pouze sdílená víra ve víry a nechut’ k působení na dálku“ [6, s. 104]. Akademik Delambre označoval za posledního karteziána v Akademii Pierra Bouguera, který zemřel v roce 1758. Přes oslabenou pozici karteziánství však působila ještě i v době zveřejnění výsledků Coultaudova experimentu ve Francii řada odpůrců newtoniánství, kteří Coultauda podpořili.

Popíšme si nyní, v čem Coultaudův experiment spočíval. Dvoje přesné kyvadlové hodiny byly umístěny v různé nadmořské výšce po dobu dvou měsíců, přičemž podle Newtonovy teorie měly jít vyšší a tudíž od středu planety vzdálenější hodiny pomaleji. Ukázalo se ale, že vyšší hodiny šly naopak o 27 minut a 20 sekund rychleji. Stejně výsledky údajně přineslo i následné dvojí opakování pokusu. Ten byl podle údajů v článku proveden s mimořádnou pečlivostí, což uznal i d'Alembert, který se k experimentu vyjádřil ve své přednášce v Akademii v červnu 1769. Přestože oceňoval způsob provedení pokusu, s jeho závěry nesouhlasil. Uvedl, že pokud by měl výsledek odpovídat Coultaudovu tvrzení, musela by být hustota hory, na které se nacházela měřicí stanoviště, vyšší než průměrná hustota planety v poměru 8:3. Své argumenty d'Alembert zaslal i do časopisu, v němž byl původní článek otištěn [6, s. 77].

Tím však celý spor zdaleka neskončil. Na Coultaudovu výzvu uvedenou v článku, aby i další badatelé zopakovali jeho experiment, odpověděl jistý Mercier a uvedl, že jeho výsledky potvrdily Coultaudovy závěry. Coultaudovi se dostalo i podpory ze strany katolického kněze, biologa a fyzika Josepha-Etienna Bertiera (1702–1783), který působil jako korespondent Akademie a byl odpůrcem Newtona mimo jiné i z náboženských důvodů. Vytýkal mu, že se podle jeho teorie tělesa pohybují samovolně a nepotřebují žádného božského hybatele. Bertier vnímal Coultaudův experiment jako definitivní vyvrácení Newtonovy teorie [6, s. 85]. V roce 1773 se pokusil o zopakování experimentu a také on dospěl k závěru, že objekty váží tím více, čím výše se nacházejí.

K prověření experimentu se rozhodl i newtonián Georges-Louis Le Sage (1724–1803) ze Ženevy, který udržoval korespondenci s řadou francouzských vědců, např. s Lalandem. Le Sage se pokoušel najít mechanické vysvětlení gravitace a domníval se, že jej našel. Jeho řešení spočívalo v tom, že vesmír je vyplněn částicemi, které se pohybují vysokými rychlostmi všemi směry. Tyto částice pronikají i skrz pevný materiál, přičemž je jejich malá část objektem zachycena. Tento efekt vede podle něj k tomu, že jsou dvě tělesa, z nichž každé částečně stíní druhé před deštěm částic, k sobě vzájemně přitahována [6, s. 88].

Ve snaze obhájit Newtona se Le Sage chtěl pokusit dát výsledky Coultaudova experimentu do souladu s gravitační teorií. Přípravoval i vlastní zopakování pokusu, rozhodl se ale nejprve Coultauda osobně kontaktovat. Ke svému překvapení však zjistil, že ani Coultaud, ani Mercier ve skutečnosti neexistují. Navštívil i lokality jejich údajných experimentů, kde si však nikdo z místních obyvatel na podobné pokusy nepamatoval. Le Sage o tomto zjištění informoval v článku v časopise „Observations sur la Physique“. Odhalení podvodu vyvolalo značný skandál ve vědeckých kruzích. Většina obhájců Coultauda postupně uznala svůj omyl, takže zůstaly pouze Bertierovy experimenty, jejichž důvěryhodnost Le Sage zpochybnil a následnou Bertierovu obhajobu již odmítly vědecké časopisy

publikovat. Opakování experimentu plně potvrdilo Newtonovy předpoklady. Teprve v roce 1777 uznal i Bertier neprůkaznost svých pokusů, ačkoliv zůstal obhájcem teorie o zvyšování hmotnosti těles s výškou [6, s. 99]. Za nejpravděpodobnějšího autora článků podepsaných smyšlenými jmény Coultaud a Mercier je dnes považován karteziánský teolog Hyacinthe-Sigismond Gerdil (1718–1802), pozdější kardinál a kandidát na papeže. Je pokládán za zástupce poslední generace anti-newtoniánů, které se ještě dostalo pozornosti ve specializovaném vědeckém časopise [6, s. 103].

Přes intenzitu, s níž probíhala diskuse mezi příznivci Descartova a Newtonova učení, se například Judith P. Zinsser domnívá, že i Francouzi, kteří se považovali za newtonovce, šířili ve skutečnosti směs newtoniánství, karteziánství a leibniziánství a že v podstatě „nikdy neexistoval nepřekonatelný rozpor mezi karteziánstvím a newtoniánstvím ve Francii“ [22, s. 246]. Pro ilustraci si můžeme uvést d'Alembertovo hodnocení Descarta a Newtona, které podal v „Discours préliminaire“. Descarta označuje za „vzácného muže“ a obdivuje ho za to, že čerpal své znalosti „spíše ze sebe sama než z knih“ [1, s. 84]. Za nesmrtelnou považuje jeho aplikaci algebry na geometrii, zato o vírové teorii uvádí, že je „dnes téměř směšná“, ale v Descartově době „si nebylo možno představit nic lepšího“ [1, s. 86], protože nebyly k dispozici dostatečné astronomické znalosti. Descarta oceňuje i pro jeho přispění k překonání scholastiky a uvědomění si skutečnosti, že pohyb se řídí zákony. Newtona nazývá d'Alembert géniem a tím, kdo „vtiskl filosofii tu formu, kterou, jak se zdá, má již podržet“ [1, s. 88]. Chválí ho jako pečlivého matematika a hájí ho před výtkami, že přitažlivost znali již staří Řekové nebo že vrací do fyziky scholastické prvky. Své srovnání uzavírá výzvou, abychom si Descarta vážili, ale upustili „bez hořkosti od názorů, které by o století později sám potíral“ [1, s. 94].

Newtonova teorie představovala základ, na němž se mohla mechanika dále rozvíjet prostřednictvím jeho nástupců, mezi nimiž zaujímalí Francouzi význačné místo. Francouzští matematici jako Clairaut, d'Alembert nebo Laplace se značnou měrou zasloužili o konečné vysvětlení a ověření Newtonovy gravitační teorie [22, s. 249]. Zabývali se mimo jiné oblastmi, které Newtonovy zákony nepopisovaly, např. pohybem složených těles, tekutin nebo vln v napjaté struně. Lagrange vyřešil Newtonův problém stability sluneční soustavy, v níž probíhají nejen pravidelné změny v pohybu Měsíce a planet, ale i variace sekundární, které se hromadí v čase a vedly k úvahám, že by se po určité době mohla sluneční soustava rozpadnout. Tyto zdánlivé změny Laplace ve své „Mécanique céleste“ (1799) definoval jako dlouhodobé periodické nepravidelnosti, které stabilitu sluneční soustavy neohrožují. Uvedené poznatky byly i důsledkem stále přesnější práce pozičních astronomů v 18. století.

V 18. století došlo v návaznosti na Newtona také k významnému posunu od geometrického k analytickému kalkulu. Newton popisoval síly geometricky, například rozdělením křivky pohybu na nekonečně malé úseky. Na jeho zákony se v době osvícenství pohlíželo jako na principy vycházející ze základnějších zákonitostí, jako je systém páky nebo virtuální rychlost. Matematici, kteří ve Francii jeho teorii rozpracovávali, však kladli namísto studia geometrických objektů velký důraz na rovnice a funkce popisující vztahy mezi stavy fyzikálních systémů. Přitom zmínky o symetrii jsou dnes považované spíše za dědictví geometrické tradice, což například Brian S. Hepburn považuje za určitý paradox [13, s. 5]. Na evropském kontinentu vrcholila v 18. století kritika staré syntetické geometrické metody, které bylo vytýkáno, že zatemňuje hlubší porozumění a ztěžuje aplikaci daného principu na podobné problémy. Newton vnímal geometrii jako poddisciplínu vědy o pohybu s odvoláním na to, že již „staří“ takto geometrii chápali (tj. například čáru si lze představit jako geometrické vyjádření pohybu bodu). Rozšířil ji však na univerzální vědu o pohybu těles a o tom, jak je tento pohyb utvářen v čase prostřednictvím sil [13, s. 19]. Za originální přínos francouzských newtoniánů lze tedy ve vědecké oblasti považovat především novou mechanickou interpretaci rovnic a jejich vztah k rovnováze a principu nejmenší akce, což představovalo obohacení původního Newtonova kalkulu [13, s. 16].

Určitý odklon od newtonovské vědy založené na matematice představovalo období francouzské revoluce, které se vztahovalo spíše k rousseauovské představě sepětí s přírodou jako cesty k dosažení harmonie. K jeho popularitě nepřispělo ani sepětí newtoniánství s Akademií, která byla považována za jednu z privilegovaných institucí „odrážejících zkorumpovanou podstatu starého režimu“ [9, s. 372]. V Rousseauově duchu vystupoval například Bernardin de Saint-Pierre (1737–1814), který ve svém spise „Études de la Nature“ (1784) ostře vystupoval proti mechanismu v přírodních vědách a obhajoval přímý kontakt s přírodou a přirozený rozum. Prosazoval i teorii prodloužené Země nebo myšlenku, že příliv a odliv jsou důsledkem periodického tání polárních čepiček [10, s. 155].

S výjimkou těchto přechodných tendencí však newtoniánství v průběhu 18. století zcela ovládlo fyziku a nahradilo předchozí koncepce. Především Laplaceovou zásluhou převládla koncem sledovaného období ve francouzském vědeckém prostředí snaha rozšířit principy newtonovské fyziky, které se tak osvědčily v oblasti astronomie a mechaniky, i na další oblasti, jako jsou světelné jevy, magnetismus, galvanismus nebo chemie. Toto chápání newtoniánství jako obecného principu fyzikálních věd se stalo velmi vlivným i ve fyzice 19. století, kdy se newtoniánství postupně stalo synonymem klasické fyziky.

Literatura

- [1] Jean d'ALEMBERT. *Úvod k Encyklopedii*. Praha, Svoboda, 1950, 114 s.
- [2] Jean d'ALEMBERT. Elements de philosophie. In *Mélanges de littérature, d'histoire et de philosophie*. Amsterdam, Zacharie Chatelain & fils, 1759, Tome IV, 470 s.
- [3] Siegfried BODENMANN. The 18th Century Battle over Lunar Motion. *Physics Today*, 2000, č. 63, s. 27–32.
- [4] J. Christiaan BOUDRI. *What Was Mechanical about Mechanics: The Concept of Force between Metaphysics and Mechanics from Newton to Lagrange*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2002, 292 s.
- [5] Geoffrey J. DOBSON. Newton's Problems with Rigid Body Dynamics in the Light of his Treatment of the Precession of the Equinoxes. *Archive for History of Exact Sciences*, 1998, č. 53, s. 125–145.
- [6] James EVANS. Fraud and Illusion in the Anti-Newtonian Rear Guard. *Isis*, 1996, č. 84, s. 74–107.
- [7] Alain FIRODE. *La dynamique de d'Alembert*. Paris, Vrin, 2001, 168 s.
- [8] John L. GREENBERG. Mathematical Physics in Eighteenth-Century France. *Isis*, 1986, č. 77, s. 59–78.
- [9] Seymour L. CHAPIN. The Academy of Sciences during the Eighteenth Century: An Astronomical Appraisal. *French Historical Studies*, 5, 1968, č. 4, s. 371–404.
- [10] Roger HAHN. *The Anatomy of a Scientific Institution: The Paris Academy of Sciences, 1666–1803*. Berkeley–Los Angeles–London, University of California Press, 1971, 433 s.
- [11] Thomas L. HANKINS. *Science and the Enlightenment*. Cambridge, Cambridge University Press, 1985, 216 s.
- [12] Thomas L. HANKINS. *Jean d'Alembert*. Oxford, Taylor & Francis, 1990, 260 s.
- [13] Brian S. HEPBURN. *Equilibrium and Explanation in 18th Century Mechanics*. Pittsburgh, University of Pittsburgh, Faculty of Arts and Sciences, 2007, 141 s.
- [14] Jonathon LOUTH. From Newton to Newtonianism: Reductionism and the Development of the Social Sciences. *Emergence: Complexity and Organisation*, 13, 2011, č. 4, s. 63–83.
- [15] Michael R. LYNN. Divining the Enlightenment: Public Opinion and Popular Science in Old Regime France. *Isis*, 92, 2001, č. 1, s. 34–54.
- [16] Koffi MAGLO. The Reception of Newton's Gravitational Theory by Huygens, Varignon and Maupertuis: How Normal Science may be Revolutionary. *Perspectives on Science*, 11, 2003, č. 2, s. 135–162.

- [17] Leonard M. MARSÁK. Cartesianism in Fontenelle and French Science, 1686–1752. *Isis*, 50, 1959, č. 1, s. 51–60.
- [18] J. B. SHANK. *The Newton Wars and the Beginning of the French Enlightenment*. Chicago, University of Chicago Press, 2008, 464 s.
- [19] Wolfgang SCHREIER. *Geschichte der Physik*. Berlin, VEB Deutsche Verlag der Wissenschaften, 1988, 447 s. .
- [20] Mary TERRALL. Representing the Earth's Shape: The Polemics Surrounding Maupertuis's Expedition to Lapland. *Isis*, 83, 1992, č. 2, s. 218–237.
- [21] Curtis WILSON. Newton's Orbit Problem: A Historian's Response. *The College Mathematics Journal*, 25, 1994, č. 3, s. 193–200.
- [22] Judith P. ZINSSER. Multiple Beginnings: New Insights on the Scientific Revolution and Enlightenment in France. *Studies in History and Philosophy of Science*, 2011, č. 42, s. 245–249.

Summary

The acceptance of Newton's gravitational theory in eighteenth-century France was a long and gradual process. French Newtonianism showed many specific attributes. The most important testings of the law of gravity were disputes over the shape of the Earth, lunar motion and the prediction of the return of Halley comet in 1758. In each of these cases the theory proved to be correct, even if some of the participants accepted it only after a very long time. Especially after 1728 the terms of Newtonianism and Cartesianism were exactly defined and the argument between their defenders was transferred onto the academic ground. Pure Newtonianism or Cartesianism were rare, though, and most scientists were influenced by both movements. They often tried to include some of Newton's opinions into Cartesian thinking and to reinterpret them. This was usual, for example, for some Newtonian popularizers in France, where his theory became a symbol of modernity and progress and was transferred into a general faith in a mechanistic world-view. A late attempt to falsify Newton's theory was the long dispute over the so-called Coultaud's experiment from 1769. French Newtonians contributed to the expansion of Newton's theory into other fields of science and to the shift from geometrical toward analytic calculus.

Author's address:
Katedra filozofie FF ZČU
Sedláčkova 19, 306 14 Plzeň
krausoji@kfi.zcu.cz