

Matematické principy přírodní filozofie

Isaac Newton

1. ledna 2006

Překlad z anglického vydání

University of California Press

Berkeley and Los Angeles, California

University of California Press

London, England

Newton Isaac, sir 1642-1727

Principia, English

The Principia: mathematical principles of natural philosophy/ New translated by I. Bernard Cohen and Anne Whitman, assisted by Julia Budenz; preceded by a guide to Newton's Principia by I. Bernard Cohen

ISBN 0-520-08816-6

Obsah

Autorova předmluva čtenáři

Protože starověcí autoři, (podle slov **Pappa**), přikládali velký význam *mechanice* při studiu přírody a vědy, pak novější autoři, když zavrhlí substance a okultní vlastnosti, snažili se podřídit jevy přírody zákonům matematiky.

V tomto díle se má na zřeteli pečlivý rozvoj aplikací matematiky k přírodní filosofii.¹ Starověcí autoři rozdělili *mechaniku* do dvou částí: *racionální*, rozvíjenou přesnými důkazy a *praktickou*.² *Praktická mechanika* je předmět, který tvoří všechna umění, ze kterých předmět *mechaniky* jako celek získal své jméno.

Ale protože ti, kteří provádějí nějaké umění, nepracují obecně s vysokým stupněm přesnosti, celý předmět *mechaniky* se odlišuje od *geometrie* pomocí přisuzování přesnosti *geometrii* a něco méně přesné patří mechanice. Ale chyby spočívají ne v samotném řemesle nebo umění, ale v těch, kteří provozují umění. Kdokoli, kdo pracuje s menší přesností, je horší mechanik, a jestli někdo mohl pracovat s dokonalejší přesností, ten by byl nejlepším ze všech mechaniků.

Avšak samotný popis přímých čar a kruhů, sloužící jako základ geometrie, v podstatě přísluší mechanice. Geometrie neučí tomu, jak popsat tyto přímé čáry a kruhy, ale předpokládá (postuluje) takový popis. Protože *geometrie* postuluje, že začátečník se učil popsat přímky a kruhy přesně, se už dříve učil přesně rýsovat kruhy a přímé čáry; a potom se učí, jak se řeší problémy pomocí těchto operací. *Geometrie* postuluje řešení těchto problémů z *mechaniky* a učí použití problémů, tak řešených. A *geometrie* se může chlubit tím, že s několika málo principy získaných z jiných polí, dosahuje mnohého.

A tedy *geometrie* je založená na mechanické praxi a není ničím jiným, než částí *obecné mechaniky*, která redukuje umění měření na přesné věty a důkazy. Ale protože řemesla a výroba jsou aplikovány zvláště v tom, učinit tělesa pohyblivými, *geometrie* je obecně použitá ve vztahu k veličině, a *mechanika* ve vztahu k pohybu.

V tomto smyslu *racionální mechanika* bude vědou, vyjádřenou v přesných větách a důkazech, o pohybech, vyvolaných nějakými silami, o silách, které jsou požadovány pro vyvolání nějakých pohybů, přesně vyložených a dokázaných.

Antickými autory byla tato část *mechaniky* rozpracována v termínech učení o pěti strojích,³ použi-

¹V současné terminologii název díla **Newtona**: "*Philosophia Naturalis Principia Mathematica*" se nejpřesněji vyjadřuje slovy "*Matematické principy fyziky*". Termín "*přírodní nebo přirozená filozofie*" - "*Natural Philosophy*" se udržel dosud v anglické literatuře, tak, např. je nazvána znamenité dílo **W. Thomsona** a **Tatea**.

²Newtonovo srovnání a kontrast mezi předmětem racionální nebo teoretické mechaniky a praktické mechaniky byly běžné v době Principií. Tak **John Harris** ve svém *Newtonian Technicum Lexicon* (Londýn 1704), citující autoritu **Johna Wallise**, učinil rozdíl mezi těmito dvěma následovně. Jedna byla "*Geometrie pohybu*" "*Matematická věda, která dávala najevo efekty strojů nebo pohyblivých sil*", a "*demonstruje zákony pohybu*". Druhá je "*obecně vzato pro ta řemesla, která požadují právě tak práci rukou, jako studium mozku*". Předmět Principií se stal obecně známý jako "*racionální mechanika*" následující **Newtonovo** použití tohoto jména v jeho předmluvě.

³Slova "*Pars haec mechanicae a vetribus in potentiis quinque ad artes manuales spectantibus excolta fuit, qui gravitatem (cum potentia manualis non sit) vix aliter quam in ponderibus per potentis illas movendis considerarunt*" představují pro překlad tu obtíž, že zde slova "*potentia*" jsou použita ve dvou různých smyslech, ze kterých jeden už se nepoužívá. Zachovalý smysl slova "*potentia*" je síla, výkon; a dokonce tento smysl je zachován za tímto slovem v překladu **Wolfse**, kde je dodáno slovo "*Kraft*", nebo markýzy **Du Chatelet**, kde je dodáno slovo "*puissance*", a fráze **Newtona** se stává dokonale nesrozumitelnou. Mezi tím v dobách **Newtona** slovo "*potentia*" je použito i jako rovnocenné slovu "*machina*" - stroj. Tak, např. v "*Mechanice*" **Wallise**, vydané v roce 1671 (*Opera omnia*, vol. I, 969) se hovoří: "*in cum peritrochio et cognatis potentiis quibus eadem est ratio*"..., a v záhlaví "*de axe in peritrochio et machinis cognatis*", nebo dále: "*Solent autem plerique omnes mechanicorum scriptores potentia hanc ad Vectem reducere*". V textu samotných "*Principií*" v důsledku II zákonů, **Newton** používá slova: "*potentiis mechanicis*" jako rovnocenné "*machinis mechanicis*", aby se vyhnul častému opakování slova "*machina*".

Základní stroje, zkoumané starověkými autory, jsou: *vectis* - páka, *axis in peritrochio* - rumpál, *trochlea seu polispastus* - kladka, *cochlea* - šroub, *cunes* - klín. Těchto pět strojů také má na mysli Newton, když hovoří o "*potentiis quinque*".

V anglickém překladu **Mottea** slovo "*potentia*" jsou všude překládána slovem "*power*", přičemž toto anglické slovo mělo také dvojitý význam, jak je vidět, např. podle následujícího výpisu z hlavy III **Maclaurin** - "*An Account on Sir Isaac Newton's Philosophical Discoveries*": "*It is distinguished by Sir I. Newton into practical and rational mechanics; the former treats of the mechanical powers viz: the leve, the axis and wheel, the pulley, the wedge and the screw to which the inclined plan is to be added and of their various combination together. Rational Mechanics comprehends the whole theory of motion and shew when the powers of forces are given how to determine the motion that are produced by them*". "*in*

tých v řemeslech (tj. pěti mechanických strojích - power); a věnovala sotva nějakou pozornost dokonce gravitaci (protože toto není řemeslo), kromě v pohybu nákladu pohybující se ukázanými stroji. Ale protože my jsme se zabývali přírodní filosofií spíše než řemesly, a jsou rukopisy o přírodní filosofií spíše než o řemeslech, budeme se hlavně zabývat tím, co se vztahuje ke gravitaci, lehkosti, silám pružnosti, odporu tekutin a tomu podobných silách toho druhu, ať přitažlivých nebo hybných. A protože naše současná práce se předkládá jako matematický základ přírodní filosofie. Protože základní problém (tj. všechny obtíže) filosofie, zdá se, objevuje síly přírody z jevu pohybů a potom dokázat jiné jevy z těchto sil. To jsou tyto závěry, ke kterým jsou obecná tvrzení v první a druhé knize směřovány, zatímco v třetí knize naše vysvětlení systému světa ilustruje tato tvrzení. Protože v knize 3, pomocí tvrzení dokázaných v předchozích knihách matematicky, my odvozujeme z nebeských jevů gravitační síly, pomocí kterých tělesa směřují směrem ke Slunci a směrem k jednotlivým planetám. Potom pohyby planet, komet, Měsíce a moře jsou vyvozovány ze sil pomocí tvrzení, které jsou tedy matematické. Kéž bychom mohli vyvozovat také zbývající jevy přírody z matematických principů mechaniky pomocí úvah stejného druhu! Protože mnohé věci mě vedou k tomu mít podezření, že všechny jevy jsou podmíněny možná některými silami, kterými se částice těles, pomocí příčin ještě neznámých, jiné jsou hnány směrem jeden ke druhému a drží pohromadě v pravidelných útvarech, respektive jsou odpuzovány jeden od jiného a a navzájem se vzdalují. Protože tyto síly jsou neznámé, do této doby pokusy filozofů objasnit jevy přírody zůstaly neplodné. Ale já doufám avšak, že buď principy stanovené zde, budou zbavovány nějakého světla tímto způsobem usuzování, nebo jinému správnějšímu, zde vyložené základy dostávají některá objasnění.

Při vydání tohoto díla projevil ohromnou podporu *Edmond Halley*, muž největší inteligence a univerzálních znalostí, který nejen provedl typografické opravy a dělal si starosti s provedenými dřevorezy, ale byl to on, kdo mě přiměl na cestu tohoto vydání. Když získal ode mě důkazy tvaru oběžných drah nebeských těles, nikdy nepřestal ptát se mě, abych komunikoval s Královskou společností, která potom svojí blahosklonnou pozorností a starostlivostí mě přinutila přemýšlet o zveřejnění knihy na světlo světa. Ale potom jsem se věnoval výzkumu rozdílů pohybů Měsíce, a potom jsem také začal zkoumat jiné aspekty zákonů a měření gravitace a jiných sil, křivky které musí být opsány tělesy přitahovanými podle daných zákonů, pohyby několika těles navzájem; pohyby těles v prostředí, které klade odpor, síly a hustoty a pohyby prostředí, oběžné dráhy komet, atd. Já jsem následkem toho myslel, že zveřejnění by mělo být odloženo do jiné doby, abych mohl prozkoumat tyto jiné věci a vydal společně všechny mé výsledky na světlo světa.

Vše týkající se pohybů Měsíce jsem seskupil v důsledcích tvrzení LXVI (které jsou nedokonalé), abych se neuchyloval k jednotlivým důkazům a k složitým metodám, neodpovídajícím vážnosti předmětu, a rovněž, abych se nezabýval těmito věcmi jedním za druhým v tvrzeních a důkazech, použitím metod rozvláčnějších než předmět pozorností, aby se nepřerušovala posloupnost ostatních vět. Ledasčemu, co jsem našel potom, jsem dal přednost při vsunutí, snad, do méně vyhovujících míst, spíše než abych změnil číslování tvrzení a odkazů. Já horlivě vybízím k tomu, aby se všechno zde vyložené, četlo blahosklonně a s otevřenou myslí, a aby se chyby v předmětu natolik obtížném snad do budoucna tak mnoho neodsuzovaly, ale vlídně se doplňovaly novými snahami mých čtenářů.

Trinity College, Cambridge, Isaac Newton
8. května 1686

Autorova předmluva k druhému vydání.

V tomto druhém vydání "*Principů*" bylo provedeno mnoho jednotlivých zdokonalení a bylo doplněno několik nových dodatků. Tak, v druhém oddílu první knihy, stanovení sil, jejichž působením tělesa mohla opisovat dané oběžné dráhy, je vyloženo jednodušeji a úplně. V oddílu čtvrtém (Pozn. českého překl.: v anglickém vydání je zde číslo 7) druhé knihy teorie odporu kapalin se zkoumá přesněji a teorie se dokazuje novými pokusy. Ve třetí knize teorie Měsíce a precese rovníkenností jsou vyvozovány úplněji z jejich principů a teorie komet je potvrzena pomocí více příkladů jejich oběžných drah, vypočítaných s větší přesností.

Londýn, 28. března 1713, Isaac Newton

tracing the powers that operate in nature from the phenomena we proceed by analysis and deducing the phenomena from the powers or causes that produce them we proceed by synthesis

Předmluva vydavatele ke druhému vydání.

Newtonovy filosofie nové, tak dávno žádané vydání, teď v mnohém opravené a doplněné, představuji Tobě, milý čtenáři. Hlavní látku tohoto nejproslulejšího díla můžeš zahlédnout v připojeném obsahu, o dodatcích a změnách jsi informován v předmluvě autora. Zbývá jen připojit něco ohledně samotné metody této filosofie.

Pokoušejíc se vykládat fyziku, je možné všeobecně se přesunout ke třem kategoriím. Především se odlišují různého druhu připisované předmětům zvláštní skryté kvality, ze kterých je neznámé nějakým způsobem také muselo pocházet, podle jejich mínění, vzájemné působení jednotlivých těles. V tomto spočívala podstata stochastických teorií, které získávají svůj počátek v *Aristotelovi a u peripatetiků*. Ti tvrdili, že jednotlivá působení těles vyplývají v důsledku zvláštnosti samotné jejich podstaty, v čem však tyto zvláštnosti spočívají, tomu oni neučili, tudíž, v podstatě ničemu neučili. Takovým způsobem se všechno omezovalo na pojmenování jednotlivých předmětů, a ne na samotnou podstatu věci, také je možné říct, že je jimi vytvořen filosofický jazyk a ne sana filosofie.

Jiní, zavrhli zbytečné nahromadění slov, doufali, že s velkým užitkem vynaloží svoji práci. Ti tvrdili, že všechna látka ve Vesmíru je homogenní a že všechny odlišnosti druhů, pozorované v tělesech, pocházejí z některých nejjednodušších a porozumění dostupných vlastnostech částic, tvořících tělesa. Vycházejíc, takovým způsobem, od jednoduššího k složitějším, by byly v právu, kdyby skutečně připisovali těmto prvotním částicím jen ty samotné vlastnosti, kterými je obdařila příroda, a ne nějaké jiné. Ale fakticky přenechávají sobě právo připouštět jaké se jim zlíbí nevědomé druhy a veličiny částic, neurčené jejich rozložení a pohyby, a rovněž vymýšlet si různé neznatelné kapaliny, volně pronikající póry těles a disponující všemocnou pronikavostí a skrytými pohyby.

Takovým způsobem se oddávají fantaziím, opovrhují skutečnou podstatou věcí, která, ovšem, nemůže být zajištěna klamnými předpoklady, když se jí stěží podaří zkoumat za pomoci přesnějších pozorování. Přebírající základy svých úsudků z hypotéz, dokonce kdyby vše další bylo jimi rozvinuto přesnějším způsobem na základě zákonů mechaniky, vytvořili by velmi elegantní a krásnou báseň, ale nicméně jen báseň.

Zbývá třetí kategorie - to jsou ti, kdo jsou následovníky experimentální filosofie (tj. experimentální metody při zkoumání jevů přírody). Oni se rovněž snaží odvodit příčiny všeho existujícího z jak možno jednoduchých principů, ale nic nepřijímali za princip jako jen to, co se potvrzuje jevy, které se udály. Oni nevymýšlejí hypotézy a nezavádějí je do fyziky jinak, než v podobě předpokládů, jejichž pravdivost podléhá zkoumání. Takovým způsobem používají dvě metody - analytická a syntetická. Síly přírody a nejjednodušší zákony jejich působení odvozují se analyticky z jakýchkoliv vybraných jevů, a potom synteticky se získávají zákony ostatních jevů. Toto je nejlepší způsob zkoumání přírody a je přijatý převážně jiným našim nejlepším autorem. Pouze tuto metodu považoval za důstojné aplikovat své práce pro její zdokonalení a rozvoj. On také však dal i vynikající příklad aplikace této metody, odvodíc nejšťastnějším způsobem objasnění systému světa z teorie gravitace, jako společné vlastnosti těles. Ale také jiní předpokládali nebo se domnívali, že existuje gravitace jako obecná vlastnost těles, ale on první a jediný ze všech mohl dokázat existenci gravitace na základě na základě uskutečněných jevů a postavit ji za základ nevjznešenějších průzkumů.

Mně, ovšem, jsou známé osobnosti s důležitými jmény, které trpíc některými předsudky, neochotně souhlasí s tímto novým principem a neznámému dávají přednost před důsledně stanoveným. Já nezamýšlím škodit jejich slávě, ale chci jen vše vyložit kratěji, abys ty sám, blahosklonný čtenáři, mohl sám utvořit správné mínění o této věci.

Abych začal úvahu od jednoduššího a přístupnějšího, zkoumám v obecných črtách, jaká je povaha gravitace na Zemi, aby se potom s velkou jistotou přešlo k tělesům nebeským, natolik daleko od nás vzdálených. Všichni filosofové souhlasí s tím, že *všechna zemská tělesa jsou přitahována k Zemi*. Už dávno je potvrzeno mnohačetnými pokusy, že neexistují skutečně lehká tělesa. To, co obvykle se nazývá lehkostí, není skutečná lehkost, ale pouze relativní, jeví se, pocházejíc z převládající gravitace těles obklopujících.

Dále, *když se všechna tělesa přitahují k Zemi, pak také Země se stejným způsobem přitahuje ke všem tělesům*. Že gravitace mezi Zemí a tělesy je působení vzájemné a patřičně rovné, projevuje se následující úvahou. Představíme si, že celý objem Země je rozdělen na dvě jakékoliv části, rovné nebo nerovné navzájem; tehdy, kdyby jejich gravitace navzájem nebyly by sobě rovné, pak menší by ustoupilo většímu, a po spojení části by se začaly pohybovat po přímé čáře, odcházejíc do nekonečnosti na tu stranu, kam je nasměrováno větší úsilí, což dokonale odporuje pokusu. Takovým způsobem gravitace

části navzájem vzájemně se vyrovnávají, tj. *působení gravitace jsou vzájemná a mezi sebou rovná.*

Hmotnosti těles, stejně se vzdalujících od středu Země, mají navzájem poměr, jako kvantita materie nebo hmoty těles. O tom se soudí z rovnosti zrychlení všech padajících těles působením tíhy těles, jelikož síly, udělující nerovným hmotám rovná zrychlení, musí být úměrné hmotám, uvádějících v pohyb. Rovnost zrychlení všech padajících těles vyplývá z toho, že v *Boylevově* vakuu, tj. když odpor vzduchu je odstraněn, všechna padající tělesa procházejí ve stejných dobách rovné prostory. Přesněji se toto potvrzuje pokusy s kyvadly.

Gravitační síly těles při rovných vzdálenostech jsou úměrné hmotám těles. Vskutku, jak tělesa Zemí, tak naopak také Země se přitahují tělesy s rovnými snahami, tj. hmota Země v každém z těchto těles jednotlivě, jinak - ta síla, kterou se Země přitahuje tímto tělesem, je rovna hmotě samotného tohoto tělesa na Zemi, stejná tíha je úměrná hmotě tělesa, tudíž i ta síla, kterou každé jednotlivé těleso se přitahuje Zemí, jinak - absolutní gravitační síla tělesa, je úměrná jeho hmotě.

Odsud vyplývá, že gravitační síla celého tělesa pochází a skládá se z gravitačních sil jeho částic, a když se zvětšuje nebo zmenšuje kvantita materie, pak ve stejném poměru náleží zvětšovat nebo zmenšovat také jeho gravitační schopnost. A tedy, působení Země se musí zkoumat jako sestávající z působení jednotlivých částic jí, tudíž také *všechna zemská tělesa se navzájem přitahují absolutními silami, úměrnými hmotě přitahujícího tělesa.* Taková je povaha gravitační síly na Zemi, prozkoumáme, jaká je v nebeském prostoru.

Všemi filosofy je uznáváno jako obecný zákon přírody, že každé těleso udržuje svůj stav klidu nebo rovnoměrného a přímočarého pohybu, dokud nebude donuceno aplikovanými na něj silami změnit tento stav. Odsud bezprostředně vyplývá, že tělesa pohybující se po křivých čarách, tj. tak, že se nepřetržitě odklánějí od přímočarých tečen ke svým oběžným drahám, povzbuzují se dosáhnout svoji křivočarou dráhu nějakou trvale působící silou. Protože planety rotují po oběžných drahách křivočaře, pak je nutná existence nějaké síly, opakovanými působeními které se neustále odklánějí od tečen.

Ale přiznání tohoto je shodné s přiznáním rovněž toho, co se odsud odvodí matematickými úvahami a co se přesnějším způsobem dokazuje, a právě: každé těleso, pohybující se po nějaké v rovině ležící křivce tak, že poloměrem, prováděným k bodu, nacházejícím se v klidu nebo pohybující se jakkoli, se opisují obsahy, úměrné dobám, nachází se pod vlivem síly, nasměrované k řečenému bodu. Astronomové stanovili, že hlavní planety kolem Slunce, satelity avšak - kolem svých hlavních opisují obsahy, úměrné dobám; z toho vyplývá, že ta síla, která je odklání od přímočarých tečen a nutí opisovat křivočaré oběžné dráhy, je nasměrovaná k tomu tělesu, které se nachází ve středu oběžné dráhy. Této síle možná je připisováno příhodně pojmenování: podle vztahu k pohybujícímu se tělesu je možné ji nazvat dostředivou, podle vztahu k centrálnímu tělesu - gravitační, nezávisle na tom, jaké příčině by se připisovala její původ.

Potom je nutné rozeznat rovněž, jak je dokázáno matematicky, jestli několik těles rotuje rovnoměrně po soustředných kruzích a čtverce doby rotace jsou úměrné třetí mocninám vzdáleností těchto těles od společného středu oběžných drah, pak dostředivé síly jsou nepřímo úměrné čtvercům vzdáleností.

Dále, když tělesa rotují po oběžných drahách, právě tak blízkých ke kruhovým, a vrcholy (apsidy) oběžných drah jsou nepohyblivé, pak ještě k tomu dostředivé síly jsou nepřímo úměrné čtvercům vzdáleností. Všichni astronomové souhlasí navzájem s tím, že obě tyto vlastnosti platí pro všechny planety.

Takovým způsobem dostředivé síly pro všechny planety jsou nepřímo úměrné čtvercům vzdálenosti ke středům oběžných drah. Když někdo namítne, že pro planety, zvláště pro Měsíc, apsidy se nenacházejí zcela v klidu, ale zvolna se přemísťují, pak je možné odpovědět, že když vezmeme na vědomí toto pomalé přemístění, pak se ukáže, že dostředivá síla skutečně ustupuje od nepřímé úměrnosti druhé mocniny vzdáleností. Tento ústup možná bylo nalezen matematicky a ukáže se velmi neznatelný. Tak, dokonce pro Měsíc, pro který je to největší, sotva převyšuje druhou mocninu, úměrnost síly, ke které je šedesátkrát blíže, než ke třetí. Ale správnější je druhá odpověď, právě: že přemístění apsid pochází ne z ústupu síly od nepřímé úměrnosti druhé mocniny vzdáleností, ale z různého druhu jiných příčin, že také vzniká největším stupněm v tomto díle. Tudíž, dostředivé síly, kterými se hlavní planety přitahují ke Slunci, a satelity ke svým hlavním, jsou zcela přesně nepřímo úměrné čtvercům vzdáleností.

A tedy, v dosud řečeném je stanoveno, že planety se udržují na svých oběžných drahách nějakou silou, na každou z nich stále působící, že tato síla je nasměrována ke středu oběžné dráhy, že její pnutí vzrůstá při přiblížení ke středu a ubývá při vzdalování od ní a že tento vzrůst probíhá ve stejné úměře, v jaké ubývá čtverec vzdálenosti, a ubývání síly - ve stejné úměře, v jaké čtverec vzdálenosti roste. Uvidíme avšak teď, dělajíc srovnání mezi dostředivými silami planet a gravitační silou, jsou-li stejného

druhu, nebo ne. Tyto síly budou stejného druhu, když disponují stejnými vlastnostmi a vyplývají ze stejných zákonů. Prozkoumáme především dostředivou sílu Měsíce, který je k nám nejbližším nebeským tělesem.

Přímočaré prostory, průchozí tělesa, puštěnými ze stavu klidu, v průběhu velmi malého zadaného intervalu času pod vlivem jakýchkoliv sil, jsou úměrné těmto silám - toto vyplývá z matematických úvah. Stejným způsobem dostředivá síla Měsíce, rotujícího po své oběžné dráze, bude mít takový poměr ke gravitační síle na povrchu Země, jako prostor, prošlý v průběhu malého intervalu času Měsícem pod vlivem dostředivé síly při jeho pádu ve směru k Zemi, představíme-li si, že tento se liší od kruhového pohybu, má poměr k prostoru, prošlému v průběhu téhož malého intervalu času těžkým tělesem, padajícím blízko povrchu Země pod vlivem své tíhy. První z těchto prostor je roven sinu verza oblouku, opsaného Měsícem za prozkoumávaný interval času; tím se také určuje sklon Měsíce od tečny, prováděné dostředivou silou, a je možné ji vypočítat, znajíc dobu rotace Měsíce a jeho vzdálenost od středu Země. Druhé z řečených prostor se nacházejí za pomoci pokusů s kyvadly, jak to dokázal Huygens. Po uskutečnění takového výpočtu se ukazuje, že poměr prvního prostoru ke druhému, jinak - dostředivé síly Měsíce, rotujícího po své oběžné dráze, ke gravitační síle u povrchu Země, je roven poměru čtverce poloměru Země ke čtverci poloměru oběžné dráhy Měsíce. Ale stejný poměr, jak toto vyplývá z výše vyloženého, a dostředivé síly Měsíce, rotujícího po své oběžné dráze, ke stejné síle při pohybu Měsíce u samotného povrchu Země. Dostředivá síla u povrchu Země se ukazuje, takhle, rovnou gravitační síle. Tudíž, toto nejsou dvě různé síly, ale je to stejná síla, jelikož kdyby byly různé, pak pod jejich celkovým působením by tělesa padaly na Zem dvakrát rychleji, než pod vlivem jen jedné síly gravitace. Takovým způsobem je stanoveno, že dostředivá síla, kterou se Měsíc stále odklání od tečny ke své oběžné dráhy a nutí se opisovat tuto oběžnou dráhu, je síla gravitace Země, rozprostírající se k Měsíci.

Rozšíření této síly na ohromné vzdálenosti se shoduje také se zdravým rozumem, protože nepozorovaně některým jejím zmenšováním na vrcholech dokonce nejvyšších hor. A tedy, Měsíc je přitahován k Zemi, tedy v podobě vzájemnosti tohoto působení, a Země je rovnou silou přitahována k Měsíci; všechno toto se obsírně dokazuje v zkoumaném díle tam, kde se hovoří o přílivech moře a o precesi rovnodennosti, pocházejících z působení Měsíce a Slunce na Zemi. Odsud my bezprostředně usoudíme, podle jakého zákona gravitační síla ubývá s růstem vzdálenosti od Země. Skutečně, protože gravitační síla se neodlišuje od dostředivé síly Měsíce, stejná poslední je nepřímou úměrná čtveřím vzdáleností, pak také síla gravitace se zmenšuje ve stejném poměru.

Přejdeme teď k ostatním planetám. Protože rotace hlavních planet kolem Slunce a rotace satelitů kolem Jupitera a Saturnu jsou jevy stejného druhu, jako rotace Měsíce kolem Země, to je již dokázáno, že dostředivé síly hlavních planet jsou směřovány ke středu Slunce, a satelitů - ke středům Jupitera a Saturnu, podobně je tato síla pro Měsíc směřována ke středu Země; potom, protože všechny tyto síly jsou nepřímou úměrné čtveřím vzdáleností ke středům, podobně jako síla Měsíce je nepřímou úměrná čtveřím vzdáleností, pak je nutné usoudit, že všechny tyto síly jsou jedné univerzální podstaty. Tedy, jako Měsíc je přitahován k Zemi, a naopak, Země k Měsíci, pak také všechny satelity jsou přitahovány ke svým hlavním planetám, s naopak, hlavní planety - ke svým satelitům, a nakonec, všechny hlavní planety - ke Slunci a Slunce k nim.

Odsud vyplývá, že všechny planety jsou přitahovány k Slunci a Slunce - k nim. Skutečně, protože hlavní planety jsou doprovázeny svými satelity, pak i tyto poslední rotují kolem Slunce spolu se svými hlavními, z čehož vyplývá, že planety všeho druhu jsou přitahovány ke Slunci a Slunce k nim. Gravitační síla satelitů ke Slunci se podrobně stanovuje, kromě toho, ještě podle nepravidelností v pohybu Měsíce, kterých nejpřesnější teorie, odhalená s obdivuhodnou bystrostí, se pojednává ve třetí knize tohoto díla.

Rozprostření gravitační síly Slunce ve všech směrech na ohromné vzdálenosti a její rozptýlení do všech částí obklopující její prostory může být s jasností odvozeno z pohybu komet, které přicházející z ohromných vzdáleností, se nesou v sousedství se Sluncem, jindy natolik blízko, že při průchodu perihélií se skoro dotýkají povrchu Slunce.

Teorii těchto nebeských těles, kterou dosud marně hledali astronomové, přesnějším způsobem potvrzenou pozorováními, my jsme zavázani našemu vynikajícímu autorovi, šťastně ji objevujícímu. Ukazuje se, že komety se pohybují po kuželosečkách s ohniskem ve středu Slunce tak, že poloměry, uskutečněné z tohoto bodu, opisují obsahy, úměrné dobám. Z tohoto jevu vyplývá a odvozuje se matematicky, že síly, udržující komety na jejich oběžných drahách, jsou směřovány ke Slunci a nepřímou úměrné čtveřím vzdáleností k jeho středu. Takovým způsobem komety jsou přitahovány ke Slunci, a tudíž, gravitační síla Slunce dosahuje nejen k planetám na známé vzdálenosti a přibližně v jedné rovině, ale rozprostírá se i na komety na nejrůznorodnější oblasti nebeského prostoru a na nejrůznorodnější vzdálenosti.

Tudíž, podstata přitahujících sil je taková, že jejich síly se vydávají na všechny vzdálenosti a působí na všechna přitahující tělesa a všechny planety a komety se navzájem přitahují a jsou přitahovány navzájem. Toto se potvrzuje rovněž dobře známými astronomům poruchami Jupitera a Saturnu, pocházejícími od jejich vzájemného působení, a rovněž výše připomínanými pomalými pohybem apsid, pocházejícím z podobné příčiny.

A tedy, je možné tvrdit, že Země a všechny nebeská tělesa, doprovázející Slunce, se navzájem přitahují.

Odsud vyplývá, že také jednotlivé nejmenší částice disponují rovněž přitažlivými silami, úměrnými jejich hmotám, jak toto bylo ukázáno pro pozemská tělesa. Tyto síly rovněž budou nepřímou úměrnou čtvercům vzdáleností, jelikož matematicky se dokazuje, že koule, utvořené z částic, přitahujících se podle tohoto zákona, se přitahují podle stejného zákona.

Předchozí závěry jsou založeny na axiomech, které nejsou popírány ani jedním filosofem, a konkrétně, že shodné důsledky, tj. takové, jejichž známé vlastnosti jsou shodné, pocházejí také ze shodných příčin a že jejich neznámé vlastnosti jsou rovněž shodné. Kdo, např. pochybuje o tom, že když tíha je příčinou pádu kamenu v Evropě, pak stejná příčina pádu je i v Americe, že když gravitace mezi kamenem a Zemí je vzájemná v Evropě, pak kdo začne popírat, že toto je vzájemné i v Americe? Když gravitační síla kamene a Země se skládá v Evropě z gravitačních sil jednotlivých částí těchto sil, pak kdo začne popírat, že tato síla se rovněž tak skládá i v Americe? Když gravitace Země na veškerá tělesa se rozprostírá v Evropě na veškerou vzdálenost, pak proč by se nerozprostírala rovněž tak i v Americe?

Na tomto pravidlu je založena celá filosofie, a když jej odstraníme, pak nelze nic tvrdit obecně. Pozorováním a pokusy se pozná struktura jednotlivých věcí: pouze když se řídíme tímto pravidlem, učiníme závěry o podstatě věcí obecně.

Protože všechna tělesa, nacházející se na Zemi nebo v nebeských prostorách, vzhledem ke kterým je možné vysvětlit buď pokusy nebo pozorování, se přitahují vzájemně, pak je možné tvrdit, že gravitace je společná vlastnost všech těles. Stejně jako si nelze představit těleso, které by nebylo rozměrné, jako pohyblivé a neproniknutelné, tak si nelze představit také těleso, které by nebylo přitahující, tj. těžké.

Když někdo začne tvrdit, že tělesa, tvořící nepohyblivé hvězdy - nejsou přitahující, jelikož jejich přitažlivost nebyla pozorována, pak uvažujíc rovněž tak, bylo by třeba říct, že tato tělesa nejsou ani rozměrná a že nedisponují ani pohyblivostí, ani neproniknutelností, jelikož také tyto vlastnosti pro nepohyblivé hvězdy nebyly nikým pozorovány. Co z toho vyplývá? Buď že mezi obecnými vlastnostmi těles se nacházejí také gravitace, nebo že rozměrnost, pohyblivost a neproniknutelnost rovněž se nacházejí mezi nimi, a tudíž, buď že podstata věcí se správně objasňuje gravitací těles, nebo že se nesprávně objasňuje také rozměrností, a pohyblivostí, a neproniknutelností.

Já slyším, jak někteří odmítají tento závěr a neznámo co mumlají o skrytých vlastnostech. Stále tvrdí, že gravitace je skrytá, utajená vlastnost, pro skryté vlastnosti není místo ve filosofii. Na toto je lehké odpovědět: utajené nejsou ty příčiny, jejichž existence se objevuje pozorováními s plnou jasností, ale pouze ty, jejichž samotná existence je neznámá a ničím se nepotvrzuje.

Tudíž, gravitace není skrytá příčina pohybu nebeských těles, jelikož jevy ukazují, že tato příčina existuje skutečně. Správnější je přiznat, že ke skrytým příčinám se obrací ti, kdo zákony těchto pohybů připisují neznámo jakým vírům některé čistě myšlené materii, dokonale nepostžitelné smysly

Ale, možná, gravitaci je třeba přiznat skryté příčině a vyloučit z filosofie proto, že příčina samotné gravitace je neznámá a nikým není nalezena. Kdo uvažuje takovým způsobem, musí se postarat, aby nepropadal do takového rozporu, který bourá základy celé filosofie. Příčiny jdou nerozdělitelným řetězem od složitějších k jednodušším, a když je dosažena nejjednodušší příčina, pak dále jít není kam. Proto nejjednodušší příčině nelze dát mechanické objasnění, jelikož kdyby takové existovalo, pak tato příčina by nebyla nejjednodušší. Proto když nejjednodušší příčiny nazveme utajené a vyloučíme, pak bude třeba vyloučit také bezprostředně na nich závisící, potom také pocházející z těchto posledních, než se ukáže filosofie svobodnou a očištěnou od všech příčin obecně.

Je také taková teorie, ve které se tvrdí, že gravitace je nadpřirozená, a nazývají ji nepřetržitým zázrakem, a proto počítají, že je nutné ji zahrnout, jelikož ve fyzice není místo pro nadpřirozené. Sotva má cenu vynakládat práci, aby se vyvracel takový nesmysl, který chrlí každou filosofii obecně. Podle takové teorie bude třeba buď odmítat, že gravitace je vlastní tělesům, což, avšak tvrdit nelze, neboli bude třeba nazývat tuto vlastnost těles nadpřirozenou, jelikož ji nelze odvodit ani z jiných jejich vlastností, ani z mechanických příčin.

Ale dozajista musí existovat nějaké prvotní vlastnosti těles a, tudíž, jako takové, nevyplývající z jiných.

Tedy, také všechny takové vlastnosti by se musely považovat za nadpřirozené a zahrnout; je otázka, jaká poté zůstane filosofie.

Někomu se celá ta nebeská fyzika ještě méně líbí, jelikož protirečí *Descartovým* dogmatům a sotva může s nimi souhlasit. Ať zůstanou při svém názoru, ale ať budou nezaujatí a poskytují jiným takovou svobodu, jakou si přejí, aby jim byla ponechána. Ať nám bude ponecháno právo držet se *newtonovské* filosofie, kterou my považujeme za správnější, a přiznávat za skutečné příčiny, potvrzené jevy, a ne takové, které vymyslí a ničím se nepotvrzují.

Skutečné filosofii přísluší odvodit podstatu věcí z příčin, skutečně existujících, vyhledávat ty zákony, kterými velký tvůrce stanovil nejkrásnější řád celého světa, a ne ty, kterými by toto mohl udělat, jestliže by si toto přál. Rozum připouští, že tentýž důsledek může vznikat i z několika příčin, navzájem různých; ale jen tato příčina je skutečná, ze které tyto důsledky skutečně pocházejí, pro jiné není místo v pravdivé teorii o přírodě. V hodinách pohyb ručiček může vznikat buď ze zavěšených závaží, nebo z uvnitř uzavřené pružiny. Kdyby někdo přijal hodiny se závažími za pružinové a na základě tohoto rychlého závěru by se tedy objasnil pohyb ručiček, pak by se mu vysmáli. Nejprve by měl povinnost důkladně zkoumat vnitřní uspořádání stroje, aby se určil skutečný počátek jimi vzbuzených pohybů, Copak není třeba vznést podobné soudy o těch filosofech, kteří předpokládají, že nebeský prostor je zaplněn nejjemnější matérií, nacházející se ve vířivém pohybu. Kdyby se jim dokonce podařilo nejjemnějším způsobem vyhovět svými hypotézami stávajícími se jevy, pak také tehdy nebylo by možné tvrdit, že oni vysvětlují pravdivou teorii o přírodě a že našli skutečnou příčinu pohybu nebeských těles, dokud by nedokázali, že jimi předpokládané skutečně existuje, nebo alespoň, že nic jiného neexistuje. Proto, poté jak je ukázáno, že gravitace skutečně platí v přírodě, a poté jak je ukázáno, jakým způsobem z něj vzniká pohyb všech nebeských těles, pak naprosto zbytečně také zasluhují jen výsměch námitka, že ty stejné pohyby je třeba ještě objasnit také víry, kdyby dokonce takové objasnění se také ukázalo možným, což my avšak, naprosto nepřipouštíme.

My nepřipouštíme možnost objasnit stávající se jevy víry, proto že toto je našim autorem dokázáno s dokonalou jasností a úplností, a je nutné disponovat velkou sympatií k nesmyslům, aby se zbytečně vynakládala práce na poopravení nejhoupějšího výmyslu a na její ozdobu novými vysvětleními.⁴

Když planety a komety se přenášejí kolem Slunce víry, je nutné, aby přenášená tělesa a k nim přiléhající části víru by se pohybovaly se stejnými rychlostmi a ve stejném směrech a aby disponovaly stejnou hustotou, jinak - stejnými hmotami při rovných objemech materie. Ale je určeno, že planety a komety, při přemístění stejnými oblastmi nebeského prostoru, se pohybovaly s různými rychlostmi a v různých směrech. Odsud vyplývá neutný důsledek, že části zaplňující nebeské prostory kapaliny, nacházející se ve stejné vzdálenosti od Slunce, se nesou ve stejnou dobu v různých směrech s různými rychlostmi, jelikož jedny směry a rychlosti jsou nutné pro přenesení planet, jiné - pro přenesení komet. Protože toto nemůže být, pak buď je nutné přiznat, že nebeská tělesa se nepřenášejí materií vírů, nebo je nutné říct, že jejich pohyb se provádí ne jedním a tím že vířeh, ale mnoha navzájem různými, které bloudí ve stejném prostoru kolem Slunce. Je otázka, když množství vírů se nachází ve stejném prostoru a tyto víry pronikají navzájem a disponují různými pohyby, jelikož jejich pohyby musí odpovídat pohybům jimi přenášeným tělesům - pohybům, dosahujícím po kuželošéčkách s neobyčejnou pravidelností a přitom velmi zdoluhavým, pak velmi blízkým ke kruhu, pak jak nemůže být, že tyto víry zachovávají svou celistvost také v průběhu věků nepřetrpí žádné poruchy od střetů s materiemi jimi stýkanými?

Je zřejmé, že tyto fiktivní pohyby vírů jsou mnohem složitější a je mnohem obtížnější je objasnit, než skutečné pohyby planet a komet, a mně se zdá, že je marně také uvádí do filosofie, protože každá

⁴Příkrá polemika a všechny výpady *Cotese* proti vírům jsou směřovány nejen proti *Descartovi*, jako proti *Leibnizovi*, který zveřejnil v roce 1689, tj. za dva roky po vydání Newtonovských "*Principů*", stať pod nadpisem "*Tentamen...astroniae*".... V této stati objasňuje pohyb nebeských těles nejen působením sil, nasměřovaných k Slunci, ale ještě také posunem jejich kapalinou, pohybujícími se spolu s nimi. *Leibniz* potom se několikrát vracel k této otázce, trvající na svém omylu. Je nutné rovněž mít na zřeteli, že druhé vydání "*Principů*" redigované *Cotesem*, připadlo na stejnou dobu s vrcholem sporu mezi *Newtonem* a *Leibnizem* o objevu kalkulu nekonečně malých veličin, nebo metody fluxí - podle terminologie *Newtona* a diferenciálního počtu - podle terminologie *Leibnize*.

V roce 1712 byly vydány "*Výměna dopisů*" - "*Commercium epistolicum*", a "*Recenze*" této knihy v Philosophical Transactions, přičemž poslední byla přiznána *Leibnizem* za pro něj nezvykle urážlivou. Obrátil pozornost na sloh této nepodepsané recenze a srovnával ji s předmluvou k "*Principům*", bylo možné přemýšlet, že "*Recenze*" je napsána rovněž *Cotesem*, tím více, že některé úvahy jsou skoro doslova opakovány také v předmluvě. V každém případě, výpady *Cotese* v této předmluvě dosáhly cíle: v dopisu abbé *Contimu* z 9. dubnu 1716 *Leibniz* mezi jinými, píše: "*Soit qu'on regarde la préface plainé d'aigreur qu'n autre a mise devant la nouvelle édition de ses Principes*".

Až za 150 let se vysvětlilo, že tato recenze byla napsána *Newtonem*.

Commercium epistolicum, 1856, ed. Briot, str. 243

příčina musí být jednodušší než její důsledky.

Připustíme volné použití výmyslů, a ať kdokoliv začne tvrdit, že všechny planety a komety jsou obkrouženy atmosférami, podobnými zemské; takový návrh představuje mnohem více opodstatnějším, než hypotéza vírů; potom začne tvrdit, že tyto atmosféry, ve své podstatě se pohybují kolem Slunce a opisují kuželosečky; je zřejmé, že takový pohyb mnohem si lehčeji představíme, než pohyb navzájem pronikajících vírů, a nakonec, že planety a komety se přenášejí svými atmosférami kolem Slunce. Potom začne triumfovat objev příčiny pohybu nebeských těles. Kde nesouhlasí s touto bajkou, musí zavrhnout také bajku o vírech, jelikož vejce s vejcem jsou méně podobné, než hypotéza atmosféry s hypotézou vírů.

Galilei dokázal, že odklon vrženého a pohybujícího se po parabole kamene od přímočaré dráhy pochází z d přitažlivosti kamene k Zemi, tj. ze skryté příčiny. Může se stát, že jakýkoliv jiný, pronikavější, filosof vymyslí jinou příčinu. On vymyslí, že nějaká materie, nepostihnutelná ani zrakem, ani vjemem, obecněji žádnými smysly, zaplní prostor, sousední s povrchem Země, že tato materie disponuje v různých směrech různými, častokrát protilehlými, pohyby po parabolických čarách. Potom on se souhlasem davu tak objasňuje odklon kamene: pohybující se kámen plave v této nejtenčí kapalině a, následujíc jeho průběh, nemůže opisovat jinou dráhu, kapalina se pohybuje po parabole, tudíž - také kámen se musí pohybovat po parabole. Kdo avšak nepolituje tohoto prosáčka *Galilea*, který, po velkém matematickém úsilí, z přivedl jen opět skryté vlastnosti, kterých filosofie natolik šťastně byla zbavena? Avšak je stydno pokračovat ještě dále v nesmyslu.

Podstata věci spočívá v následujícím: počet komet je ohromný, jejich pohyb velmi zákonitý, a vyplývají ze stejných zákonů, jako také pohyb planet. Pohybují se po kuželosečkách, a jejich oběžné dráhy jsou velmi zdouhavé, proto se pronosí po všech částech nebeského prostoru a volně procházejí oblastmi planet, často retrográdním pohybem. Tento jevy, potvrzené nejpřesnějšími astronomickými pozorováními, nemohou být objasněny víry a žádným způsobem nemohou být společnými s planetárními víry. Obecně pohyb komet nemůže platit jinak, než když tato vymyšlená materie vírů nebude dokonale vzdálena z nebeského prostoru.

Vskutku, když se planety přenášejí kolem Slunce víry, pak části vírů, rozmístěné v sousedství nějaké planety musí být stejné hustoty, jak už je řečeno výše. Takovým způsobem celá materie, rozmístěná po oběžné dráze, musí mít tu hustotu, jako Země, stejná materie, která leží mezi oběžnou drahou Země a oběžnou drahou Saturna, musí mít buď stejnou hustotu, nebo větší, jelikož pro to, aby struktura víru se mohla zachovat, je nutné, aby méně husté z části byly blíže ke středu, hustší - dále od středu. Protože doba otáčení planet se nacházejí v polokubickém poměru jejich vzdáleností od Slunce, pak také doba otáčení vírů musela být ve stejném poměru. Odsud vyplývá, že odstředivé síly těchto část musela být nepřímo úměrné čtvercům vzdáleností; proto hmoty, vzdálenější od středu, se povzbuzují vzdálit se od něj s menší silou, tudíž, když jejich hustota by byla menší, pak by nutně ustoupily té větší síle, se kterou bližší ke středu hmoty se snaží od něj vzdálit. Tudíž, vzdalují se od středu hustší, přibližují ke středu méně husté, a probíhá jejich výměna míst, dokud, materie víru se nerozloží takovým způsobem, aby mohla zůstat v relativním klidu po tom, jak nastoupí rovnováha. Když dvě kapaliny různé hustoty se nacházejí v téže nádobě, pak ta kapaliny, jejíž hustota je větší, pod vlivem větší síly gravitace se snaží k nižšímu místu; v důsledku podobné příčiny hustší části víru, jak už bylo řečeno, větší odstředivou silou se pobízejí zaujmout nejdálenější místo od středu. Stejným způsobem celá a přitom značně větší část víru, rozmístěná zvenku zemské oběžné dráhy, bude disponovat hustotou, a tedy, také silou inercie na každý objem materie ne menší, než hustota a síla inercie Země.

Tudíž, procházející vírem komety budou potkávat obrovský odpor, které by se projevilo citelně, když jen to neukázalo by být dostatečným, aby pohltilo a přerušilo jejich pohyb.

Neobyčejně pravidelný pohyb komet ukazuje, že nejsou dokonce náchylné v nejmenším stupni citelnému odporu. Odsud vyplývá, že komety dokonale nepronikají do takového prostředí, která by disponovala jakýmkoliv odporem buď jakoukoliv inercií, jelikož odpor prostředí pochází jak z inercie materie, tvořící kapalinu, tak také z vazkosti, tj. z nedostatku klouzavosti kapaliny. Odpor, pocházející od vazkosti, dokonale nepatrný a stěží může být pozorovatelný v obecně známých kapalinách, když jen ty ne velmi táhnou, jako olej nebo med. Odpor, pozorovatelný ve vzduchu, vodě, rtuti a jiných podobných netáhnoucích kapalinách, skoro hustotou prvního rodu; nelze jej zmenšit měnic, jak je libo stupeň jemnosti, ale zachovávajíc jeho hustotu, se kterou zmíněný odpor je vždy úměrný. Všechno toto s dokonalou jasností se dokazuje naším autorem a jeho vynikající teorií odporu kapalin, vyloženou v tomto druhém vydání jeho díla je trochu více bohatší, než v prvním, a zcela potvrzenou pokusy s padajícími tělesy.

Pohybující se tělesa postupně předávají svůj pohyb okolní kapalině, a v důsledku tohoto předávání ztracují svůj počáteční kvantitu pohybu a zpomalují se. Takovým způsobem zpomalení je úměrné předávající kapalině kvantitě pohybu, toto avšak je poslední, při zadané rychlosti pohybujícího se tělesa, je úměrné hustotě kapaliny, tudíž jak zpomalení, tak také odpor je úměrný hustotě. Takové zpomalení neustále platí, když jen tělesem ztracená kvantita pohybu neobnovuje se k němu vzadu přitékající kapaliny. Ale takový může být jen tehdy, když tlak kapaliny na těleso vzadu bude roven tlaku tělesa na kapalinu zepředu, a toto může být jen v tom případě, přitékající k němu zezadu, je rovna té rychlosti, se kterou se těleso uděluje kapalinou svojí přední částí, tj. je nutné, aby absolutní rychlost přitékající zezadu kapaliny byla dvakrát větší rychlosti, udělené jí tělesem, a toto být nemůže. Takovým způsobem odpor kapaliny, pocházející z její hustoty a inercie, nemůže zmizet. Odsud vyplývá uzavřít, že kapalina, zaplňující nebeský prostor, nedisponuje inercií, jelikož ta neprojevuje odpor pohybujícím se v ní tělesem; a kdy nemá inercií, pak nemá ani sílu, která by mohla předat pohyb, není, tedy, také síly, která by mohla vyprodukovat jakoukoliv změnu v jednotlivém tělesem nebo v několika tělesech, tedy nemá také jakékoli projevy své existenci, jelikož nemá žádnou schopnost provést jakoukoliv změnu ve stavu těles. Není-li proto takovou hypotézu, která je dokonale zbavena opodstatněnosti, která dokonce v menším stupni nemůže sloužit k objasnění jevů přírody, uznat za nejhlupejší a dokonale nedůstojné filosofova.⁵

Předpokládající, že nebeský prostor je zaplněn tekutinou, předpokládají, tudíž, že tato tekutina není inertní, a tehdy, popírajíc slovy existenci prázdného prostoru, připouštějí jej skutky, jelikož takového druhu tekutina žádným způsobem nemůže být rozlišena od prázdnoty, a celý spor půjde o slovech, a ne o podstatu věci. Vskutku, když jsou takoví stoupcí matérie, kteří dokonale nepřipouštějí existenci prázdného prostoru, pak zkoumáme, k jakým závěrům musí přijít. Nebo oni budou muset tvrdit, že taková struktura všude zaplněného světa je vůlí boží byla určena pro to, aby všechny děje v přírodě se dosahovaly prostřednictvím toho nejjemnějšího etéru, vše pronikajícího a vše zaplňujícího; ale toto tvrdit nelze, jelikož, jak je dokázáno výše na základě pohybu komet, existence tohoto etéru se ničím neprojevuje. Nebo oni řeknou, že taková struktura světa je určena boží vůlí neznámo s jakým cílem, - ale takové tvrzení, nemusí být, jelikož také každá jiná struktura světa může dokonale rovněž tak být odůvodněno, avšak nakonec řeknou: vůlí boží je vše tak vytvořeno silou nutnosti, vyvolávanou samou podstatou věci. Ale tehdy je třeba je zařadit do odpadu toho nebeského stáda, které míní, že svět se řídí osudem, a ne prozřetelností, a že matérie, silou své vlastní nutnosti, vždy a všude existovala, že je nekonečná a věčná. Ale když toto připustí, pak matérie musí být také všude homogenní, jelikož různorodost tvarů se dokonale nenabízí nutností; matérie tehdy musela by být také nepohyblivou, jelikož kdy by se nutně pohybovala v jakémkoliv jednom směru s jakoukoliv rychlostí, pak podle této nutnosti by se musela pohybovat také v každém jiném směru s každou jinou rychlostí, a protože současný pohyb v různých směrech s rozličnými rychlostmi není možný, pak, tedy, matérie musí být nepohyblivou. Tudíž, svět, vynikající nejkrásnějšími tvary a různorodým pohybem, by mohl povstati ne jinak, než svobodnou vůlí vše předurčujícího a vším řídícího božstva.

Z tohoto zdroje také vyllynuly všechny ty vlastnosti, které nazýváme zákony přírody, ve kterých je projeveno mnoho největších moudrostí, ale není ani stop nutnosti. Proto tyto zákony je nutné hledat ne v pochybných domněnkách, ale rozeznávat za pomoci pozorování a pokusů. Pokud však kdo so domýšlí, že může najít skutečný počátek fyziky a skutečné zákony přírody jedině silou svého rozumu a světlem svého rozumu, ten bude muset předurčit, buď že tento svět vzešel silou nutnosti a že existující zákony přírody se jevíly jako následek stejné nutnosti, avšak že vesmír je určen vůlí boha a že on, nejnepatrnější člověk (homunculus), by sám předvídal vše to, co je tak bezvadně vytvořeno. Každá soudná a skutečná filosofie musela být založena na studiu stávajících se jevů, které, když my nebudeme trvat na svém, nás přivede k poznání těch základů, ve kterých s největší jasností se projevuje nejvyšší moudrost a všemocnost vševědoucího a všemohoucího tvůrce. Proto nelze zavrhnout tyto základy proto, že nějakým lidem se nelíbí. Tyto základy je možné nazvat zázraky, nebo skrytými vlastnosti,

⁵V současné době *Descartova* teorie vírů nejen je dokonale opuštěna, ale také dokonale zapomenuta ve fyzice; v době *Newtona* ještě dvacet let po jeho smrti se jí úporně drželi, zvláště v Pařížské Akademii věd. Navrhla-li, např. na cenu otázku přílivů, ta, rozdělila-li v roce 1740 tuto cenu mezi díly *Daniela Bernoulliho*, *MacLaurina*, *Eulera*, přísně matematicky a založenými na zákoně gravitace, připojila k nim dílo jezuitu opata *Cavalieriho*, založené na kartéziánských názorech, motivujíc své řešení tím, že Akademie neuzná za možné dát přednost jakémukoli ze dvou systémů, *Newtonovskému* nebo *Descartovskému*. *Descartovské* objasnění přílivů je založeno na předpokladu, že Měsíc, prokazujíc tlak na atmosféru, donutí vodu moří stoupat; je pochopitelné, že všechny podobné úvahy se dokazovaly dialektikou. a tím méně ji porovnat s *Newtonovským* důkazem, pozorováním a výpočtům. Odsud je pochopitelná polemika *Cotese* a jeho poukaz na sklon protivníků *Newtonovské* filosofie k nesmyslům.

jak se komu hodí, - posměšné názvy se nepromění v nedostatky samotné věci. Pokud však je třeba přiznat, že filosofie se musí založit na ateismu. Pro takové lidi nestojí za to ničit filosofii, - řád vesmíru se stejně nezmění.

Čestní a spravedliví soudci sami dávají přednost tomu nejlepšímu způsobu výzkumu přírody, který je založen na pokusech a pozorováních. Skutečně, sotva-li je možné předat slovy, kolik světla, kolik majestátu je v tomto vynikajícím díle našeho nejvýznamnějšího autora. Jeho největší a nejšťastnější génius vyřešil takové nejobtížnější úlohy a dosáhl do takových hranic, že nebylo také naděje, že je lidský rozum ve stavu se k nim pozvednout; vše toto předností představuje předmět nadšení a úcty všech těch, kdo bytí nemnoho hlouběji vniknou do těchto výzkumů. Takovým způsobem jsou otevřené dveře, a nám je poskytnut přístup k poznání nejkrásnějších tajemství přírody. Autorům je odkryta a poskytnuta nejpůvabnější stavba systému světa, a pokud teď znovu ožil král *Alfons*, pak by si sotva popřál v ní větší jednoduchosti a harmoničnosti. Teď my jsme ve stavu blíže zkoumat majestát přírody a, předávajíc sladkému vnímání, v největším stupni se sklánět a vážit si tvůrce a pána vesmíru, a toto také je skutečný plod filosofie. Musí být slepý, aby z nejkrásnější a nejmoudřejší stavby světa nezkoumal největší moudrosti a blahobytu všemohoucího tvůrce, musí být hlupák, aby toto nepřiznával.

Proto nejznamenitější dílo *Newtona* představuje ochranu proti útoku ateistů, a nikde se nenajde lepší zbraň proti nečestné bandě, než v tomto toulci.⁶

Toto především ocenil a dokázal ve svých vědeckých řečech, vydaných v anglickém a latinském jazyku, vynikající *Richard Bentley*, velmi znalý ve všech druzích věd a horlivý ochránce umění, chloubka naší doby a naší Akademie, Koleje sv. Trojice nejváženější a absolutní vedoucí. Jemu jsem velmi mnohým zavázán, neodmítni ani ty, blahosklonný čtenáři, jemu své uznání. On od dávných dob využíval nelíčené přátelství našeho nejznamenitějšího autora (a on natolik je cení, že ve svých dílech, činicích radost vědeckého světa, dělá toto známým také potomstvu), on podporoval jak jeho slávu, tak také rozšiřování vědy. Když od prvního vydání tohoto díla zůstaly pouze nejvzácnější a velmi draze placené exempláře, on nejvytrvalejším způsobem, sotva že neodsuzujíc, přesvědčil vynikajícího autora, jehož skromnost není menší než jeho učenost, dovolit mu na svůj účet a svými pozorováními vydat druhé vydání tohoto díla, přezkoumaného a opatřeného nejznamenitějšími dodatky. Mně on svojí mocí pověřil, tím mi uložil příjemnou povinnost, postarat se, aby toto vydání bylo spolehlivé.

Cambridge 12. května 1713 *Roger Cotes*, člen koleje sv. Trojice a plumiánský profesor astronomie a experimentální fyziky

Předmluva autora ke třetímu vydání.

V tomto třetím vydání, na které dohlížel *Henry Pemberton*, doktor medicíny, člověk v těchto věcech zkušený, ve druhé knize je několik věcí týkajících se odporu prostředí vyloženo úplněji než v předchozím vydání, a nové experimenty jsou doplněny, které se týkají odporu těžkých těles padajících v ovzduší. Ve třetí knize úvaha o tom, jakým způsobem se Měsíc udržuje silou své tíhy na své oběžné dráze, je vyložena úplněji a jsou doplněna nová pozorování vztahu průměrů Jupiteru, provedené panem *Poundem*. Také jsou doplněna některá pozorování komet, které se objevily v roce 1680, která byla provedena v Německu během listopadu panem *Kirkem* a které se nám teprve nedávno dostaly do rukou a ze kterých vyplývá, nakolik přesně parabolická oběžná dráha odpovídá pohybu komety. Oběžná dráha této komety, určená *Halleyem*, je vypočítána přesněji než předtím a kromě toho je oběžná dráha eliptická. Ukazuje se, že pohyb komety po této oběžné dráze v délce devíti číslic zodiaku v této eliptické oběžné dráze přesně tak jako se planety pohybují v eliptické oběžné dráze, je dán astronomy. Doplněna je také oběžná dráha komety v roce 1713, která byla vypočítána panem *Bradleyem*, profesorem astronomie v Oxfordu.

Londýn, 12. ledna 1725-1726 *Isaac Newton*

⁶Úvahy *Cotese* ukazují, nakolik silný dokonce v Anglii, už tehdy skoro 200 let svobodné od útisku římského katolicismu, byl vliv duchovenstva a bohoslovců na vědecké teorie dokonce v takové oblasti, jako je fyzika a astronomie.

V katolických zemích vědecké pravdy se tehdy vyvracely přesvědčivějšími důvody, než nadávkami - konkrétně mučením a ohni inkvizice (viz Př. 179 v začátku knihy III).

Podle výpočtu *Voltaire* inkvizicí bylo potrestáno 9 718 800 kacířů.