

# NEWTON: NA RAMENOU OBRŮ

Arthur Zajonc

Jsme jako trpaslíci, kteří sedí na ramenou obrů; to, že vidíme dále a víc než oni, nespočívá v ostrosti našeho zraku, nýbrž v tom, že jsme dosáhli jejich výšky a že jsme nesení skutečnými velikány.

Bernard ze Chartres

Sláva Isaaca Newtona začala roku 1669 a má stejný původ jako sláva Galileova, totiž konstrukci přístroje, dokonce přístroje stejného druhu, jmenovitě i lalekohledu. Newtonovi táhlo na třicátý rok a coby držitel profesorského místa matematiky v Cambridgi si mohl dělat víceméně, co chtěl. Rozhodl se, že se bude potýkat s množstvím otázek, které se rozprostíraly od alchymie a teologie až po matematiku a optiku. Z jeho úvah, pozorování a pokusů s optickými jevy se zrodil nápad na nový typ dalekohledu. Tento dalekohled se neskládal z optických čoček, ale ze zakřiveného zrcadla pro sbírání a soustředování světla ze vzdálených předmětů. Profesor Newton při práci ve své dílně stanovil vhodný tvar povrchu zrcadla a zhotovil tubus a stojan pro to, co se stalo prototypem všech hlavních světových astronomických dalekohledů až do dneška. Na výrobek svých vlastních rukou byl velice hrdý a musel okusit prvotní nezdár profesionálních výrobců přístrojů, kteří byli později pověřeni výrobou replik jeho návrhu.

S výjimkou několika kolegů v Cambridgi o Newtonově pozoruhodném talentu a o jeho rozličných výsledcích nikdo nevěděl. Zvěsti o jeho vynálezu se nakonec dostaly do právě ustavené „Královské společnosti pro zdokonalování přírodních věd“, která samozřejmě požádala o možnost nový vynález vyzkoušet. Newton jim nechal poslat dvacet pět palců dlouhou verzi svého zrcadlového teleskopu. Poté co členové Společnosti teleskop prostudovali, jednomyslně a velkoryse zatoužili vědět o Newtonovi více a přijmout ho do svých řad. V odpovědi na jejich pozvání poslal Newton 6. ledna 1672 své slavné psaní do Oldenburgu, kde tehdy sídlilo vedení Královské společnosti. V něm vyložil výsledky svých experimentů o povaze světla a barev a položil základy chápání světla, které vládne laickým názorům až do dneška.

Newtonovy představy o světle mají svůj počátek v jeho dětské zálibě v kutilství a v jeho přirozeném sklonu k mechanické filosofii přírody. My se ale zaměříme na rok 1665, kdy „Všemocný Bůh ve svém spravedlivém hněvu navštívil město Cambridge morovou ranou“. Po dobu dvou let, kdy v Cambridgi řádil mor, žil Newton se svou matkou v klidu domova ve Woolsthorpe. Tyto dva roky jsou v historii vědy legendární, někdy bývají nazývány *anni mirabiles*, protože Newton během tohoto pobytu v ústraní přišel na neuvěřitelnou spoustu významných vědeckých myšlenek. Jeho předešlé zapálené studium mu určitě vytvořilo potřebný pevný základ, ale taková škála originálních nápadů, k nimž došel během těchto dvou let úvah, neměla obdoby.

Mezi výsledky, které Newton (a jiní) připisuje těmto rokům, patří objev infinitezimálního počtu, jeho teorie gravitace a planetární dynamiky a jeho teorie světla a barev. I jen jediná z těchto teorií by jeho jménu zaručila slávu pro příští generace.

Pojátkem tak odlišných témat jako tato a principem utvářejícím jeho a nyní i naše chápání světla byl jeden základní princip, ve kterém byl Newton mistr nad mistry — analýza. Newton analýzu neobjevil, ale aplikoval ji neuvěřitelně brilantně a prakticky. Jako příklad síly Newtonova analytického uvažování nám poslouží jeho významné odvození vyplývající z jeho gravitační teorie.

Všechny hmotné předměty se navzájem přitahují, ale jak vlastně? Do jaké míry a jakým způsobem závisí přitažlivost na vzdálenosti nebo na velikosti předmětů? Newton vyřešil tento problém dvakrát, jednou pro sebe a jednou pro nás. Když byl v roce 1666 doma, dumal na zahradě o otázkách týkajících se pohybu. Jak všichni víme, spadlo jablko. Tehdy ale Newton neviděl v jeho pohybu to, co v něm on a jiní lidé vidali dříve. Newton v pádu onoho jablka uviděl také pohyb Měsíce. Obojí bylo totéž! Kdyby gravitace mohla dosáhnout k Měsíci (to byl ten nový nápad), pak by Měsíc měl také padat. Jestliže se kromě toho při svém pádu pohyboval do strany, pak Měsíc místo toho, aby do zemského povrchu narazil, mohl kolem Země kroužit. „Načež,“ jak praví tehdejší záznamy, „se Newton zabral do výpočtů následku takového předpokladu.“

Výpočty ukázaly, že by jeho předpoklad mohl skutečně platit. O dvacet let později, ve svých *Základech (Principia)*, nás, své překvapené čtenáře, Newton potřeboval přesvědčit, že neměl halucinace, když viděl jablko a Měsíc jako jednu věc, a k tomu potřeboval analýzu. Ironické na tom je, že Newton sice poznal, že odvození univerzálního gravitačního zákona pro velká tělesa, jako je Země, může být snadno provedeno použitím nově objeveného infinitezimálního počtu, nicméně zvolil starou a ověřenou geometrickou metodu, pouze přizpůsobenou moderním potřebám. Tyto potřeby se nelišily od těch, které vyplývaly z infinitezimálního počtu, ve kterém se pracuje i s poměry čísel blízkých se nule. Jak napsal nejvýznamnější Newtonův životopisec Richard S. Westfall: „Eukleidés by svou nauku nepoznal.“ Newton formálně začlenil analýzu do matematiky a tudíž také do svého myšlení. Tímto okamžikem vstoupil na Západ úplně nový způsob myšlení a tím také vidění, způsob myšlení, který vybízel lidskou představivost k dosažení nových abstraktních výšin.

Až do sedmnáctého století vládla matematice rovinná geometrie. Přestože základní geometrické prvky jako přímky, křivky, trojúhelníky atd. jsou co do své povahy čistě ideální a nehmotné, mohou být zviditelněny. V novoplatónském myšlení existuje geometrie na půl cesty mezi hmotným, smyslovým světem a bezrozměrným, beztvarym světem idejí. Indická

filosofie měla podobné rozlišení. Nad hmotnou úrovní byla *rúpa* neboli „svět tvarů“; za ní byla beztvará oblast *arúpa*. S objevem infinitezimálního počtu matematika vstoupila do oblasti *arúpa*, do oblasti dosud nepředstavitelných počtů."

Když matematici jako Newton a Leibniz koncipovali infinitezimální veličiny, otevírali zároveň cestu k materiálnímu atomismu, který naznačoval už Galileo. Země je obrovské množství hmoty, ale můžeme si ji představit jako téměř nekonečné seskupení velmi malých částíček. To je ústřední myšlenka, která stojí za několika Newtonovými důkazy v *Základech*. Země jako celek bude přitahovat Měsíc a jablko naprosto stejným způsobem, protože každý atom Země má svůj jedinečný gravitační vztah k Měsíci a k jablku. Celkový efekt pak dostaneme jednoduchým součtem (nebo v souvislém případě integrací).

Může analýza, tak úspěšná ve fyzikální dynamice, být použita také na světlo? Co jsou ty nejmenší části, ze kterých se světlo skládá? Dají se skládat a oddělovat nejenom pomyslně, ale také laboratorně? Newton opět přišel s odpovědí a ukázal ostatním cestu.

V pozdějších letech býval Newton znovu a znovu zobrazován, jak stojí v zatemněné místnosti s úzkým paprskem světla, jenž prochází ze zavřeného okna do hranolu, který Newton drží před svým klidným, ale pronikavým očima. Z hranolu vycházejí duhové barvy, které prozařují vzduch a dopadají na vzdálenou zeď místnosti. Jde o zobrazení analýzy světla, kdy Newton v jedinečném okamžiku sleduje rozklad světla do jeho „nej menších Částí“.

V souladu s umělcovou představou o sobě začíná Newton svou *Optiku* definicí základní jednotky světla, na níž byla celá jeho optika vystavěna. „Definice I: Světelnými Paprsky rozumím nejmenší Části Světla, a to jak Následující po stejných Přímkách, tak i Jdoucí Současně v několika různých Přímkách.“ „Světelný paprsek“ je základní jednotkou, konceptu- álním atomem jeho teorie. Původ této jeho definice je určitě v Newtonově raném částicovém pojetí světla, kterému zůstal věrný.

Analýza světla tak probíhá na dvou úrovních, z nichž jedna je myšlenková a druhá hmotná, a když byl Newton kritizován, dokázal tohoto rozlišení dobře využít. V takových chvílích vždy odpovídal, že jeho „nejmenší Části“ neboli paprsky jsou čistě teoretickou formální konstrukcí, která ho nezavazuje k částkovému nebo jinému konkrétnímu fyzikálnímu modelu světla.

Podle Newtona se světelné paprsky tvoří ve Slunci a nezměněné odrazem, rozptylem nebo lomem cestují vesmírem k nám. Kromě toho každý paprsek vytváří v oku odlišný vjem: červenou, zelenou, modrou atd. Přírodní sluneční světlo je souhrnem mnoha takových paprsků, a tak se jeví jako bílé. Hranol působící na bílé světlo je analyzujícím nástrojem, který ze světla vyděluje paprsky do jejich původních skupin. Když za prvním hranolem následuje druhý, „barevné paprsky“ se zase spojí dohromady a znovu vytvoří bílé světlo. V Newtonových rukou bylo bílé světlo analyzováno podobně jako Země, tj. bylo analyzováno do „nejmenších Částí“, do jednotlivých paprsků vytvářejících barvy, a nástrojem pro tuto analýzu byl hranol.

I když Newton svůj částicový model světla z dobrých důvodů pečlivě ukrýval v šikovním filosofickém jazyce, nedokázal se ubránit formulování svých pohledů na

povahu světla alespoň ve formě otázek. Například v otázce 29 v *Optice* se ptá: „Nejsou světelné paprsky velmi malá tělesa vyzařovaná svítící substancí?“ Předpokládal, že ta nejmenší z takových těles vyvolávají dojem fialové a modré. Větší a větší částice obdobným způsobem zodpovídají za zelenou, žlutou, oranžovou a červenou. Naše vnímání barev by se pak dalo chápat jako subjektivní reakce na objektivní skutečnost velikosti částic.

Kromě návrhu, že světla různých barev budou nejpravděpodobněji malá tělesa různých velikostí, podal Newton vysvětlení důležitých optických jevů, a to výpočtem změny v trajektorii těchto těles, například když přecházejí ze vzduchu do vody a jejich dráha se láme. Tyto myšlenky převzal přímo ze svého studia mechaniky. Newtonova kniha o mechanice, *Principia*, obsahuje dokonce odvození zákona lomu podle částicového modelu světla.

Nejenže světlo bylo těleso, ale zákony pohybu světla se nijak nelišily od těch, které Newton objevil už jako zákony pohybu planet a jablek. Přitažlivé a odpuzivé síly přitahovaly a odpuzovaly světelné projektily. Když byly ponechány v klidu, pohybovaly se po přímých drahách podle zákona setrvačnosti jako všechny ostatní hmotné objekty. *Dynamika světla* byla totožná s dynamikou planet.

Vesmír byl sjednocen — od největších jevů k těm nejmenším, od hvězd k částicím světla, které vyzařovaly. Bylo to jednotné vidění. Zanikla rozmanitost bytí, ve které byla s každou nebeskou sférou spojena zvláštní a jedinečná inteligence. Všechno bylo zredukováno na hmotu, která se nikde neukotvená pohybovala v poslušnosti Newtonovým zákonům. Byla to působivá a podmanivá představa.

Vědom si svých úspěchů, Newton předstíral skromnost odkazem na středověké představy. V katedrále v Chartres se nad jižním portálem zvedají krásná veliká gotická okna vykládaná barevnými skly. Zobrazují novozákonní evangelisty, kteří sedí na ramenou starozákonních proroků a symbolizují tak základ, z něhož vycházejí při svém pokračování v Božím díle. Jejich vidění je založeno na posledních viděních proroků. Newtonovy úspěchy se podobným způsobem zakládají na změnách ve vědomí, které přivodili jeho předchůdci. Správně tedy napsal: „Jestliže jsem viděl dál, bylo to proto, že jsem stál na ramenou Obrů“, k jejichž názorům připojil svou vlastní mocnou vizi světa.

Kromě námitek několika osamělých vědců, teologů a umělců byly Newtonovy závěry nadšeně přijímány. Tehdejší vědci a filosofové jím byli oslněni a také básníci a umělci zahrnovali Newtona chválou. Někteří už dlouhou dobu cítili, že tradiční zdroje básnického vidění vysychají; byly mrtvé nebo umíraly. Múzy už nezpívaly jako kdysi. Nadešel „soumrak bohů“ a bohové, podobně jako bájně pohádkové bytosti, ustoupili před necitlivým a prudkým útokem do příznivějších krajín. Když měl básník mluvit pravdu, kde měl hledat inspiraci? Konečně byla dána odpověď — u Newtona. John Hughes ho v duchu viděl takto:

Největší Kolumbus nebes, kterého znám, je Newtonova duše, jež každý den tam putuje, když hledá poznání pro lidstvo dole.

Ó sílu mi dej, ty šťastný Duchu, sílu mi dej, a veď mne vši tou neprobádanou Divočinou Dne.

Newton se stal inspirujícím duchem, Múzou básníků a filosofů, k jeho slávě se zpívalo mnoho písní a bylo napsáno mnoho veršů, které měly z jeho vědeckých pojednání vytvořit poesii.

Trvalo sto let, než se básníci Newtonově nadvládě oka vzepřeli. Potom bědovali nad roztrháním světa na kusy, po němž už skutečné celky nebyly vidět. Prozatím však byla většina z nich spokojená.

*Opticks*, Newtonova optická teorie, byla publikována v roce 1704 a v následujících letech s ní byla seznámena nejširší veřejnost, ovšem už bez původní výrazové obratnosti díla. Dělo se tak třemi různými způsoby. Na univerzitách byla jeho teorie obvykle přijímána nekriticky a bez filosofických výrazových jemností jako základu pro její pochopení. Protože pravda byla objevena, nikdo nejevil mnoho zájmu o nějaký původní optický výzkum, a tak žádný podniknut nebyl. Konkurenční vlnová teorie holandského fyzika Christiana Huygense se ztratila ve výbuchu nadšení pro Newtonovu optiku a pro Newtona samotného. Proto není žádným překvapením, že se z univerzitních kampusů neozvala téměř žádná kritika. Jiným typem šířitele Newtonova myšlení byl mezi tehdejší veřejností populární cestující přednášející a experimentátor, jenž navštěvoval vědecké kluby jak pro vyšší, tak pro střední třídy a předváděl a vysvětloval nejnovější, zdánlivě zázračný rozvoj vědy. Třetím způsobem šíření byly populární články psané slavnými literáty. Této úlohy se asi nejlépe zhostil Voltaire, nejbystřejší duch francouzského osvícenství. Veden svou stejně geniální paní, „nesmrtelnou Emilií“, jejíž záliba v matematice a v matematicích byla pověstná, se Voltaire snažil „odstranit z Newtonových spisů trny, které jim nesluší, a přitom nepoškodit květy.“ Po vydání jeho *Základů Newtonovy filosofie* dokonce i jeho jezuitští nepřátelé museli uznat, že „celá Paříž zní Newtonem, celá Paříž slabikuje Newtona, celá Paříž studuje Newtona.“ Všechny tyto snahy postupně ve vzdělaných kruzích vytvarovaly nový způsob vidění. Nové pojetí světla postupně získávalo na ostroti a doznalo značného rozšíření. Co bylo zprvu okrajovou záležitostí několika matematicky myslících vědců, tím se nyní znovu a znovu zabývali umělci, spisovatelé a akademici. Co v jejich podání scházelo na filosofické jemnosti, to nahradila materialistická prostota. Zmizela Newtonova a Galileova váhání o „pravé“ podstatě světla. Světlo bylo těleso a pohybovalo se jako všechna ostatní tělesa. Taková byla fakta.

O několik desetiletí dříve ve Francii uskutečnil řadu podobných, ne-li stejných zkoumání René Descartes. Tato zkoumání, stejně jako Newtonova teorie světla, se zakládala na racionálním a převážně hmotném pojetí vesmíru. Karteziánská a newtonovská fyzika soupeřily o nadvládu více než sto let. Ironické je, že původ Descartesovy univerzální matematické nauky podkopává jeho racionalistickou agendu, protože Descartes získal mandát klasickým způsobem, který je typický pro všechny biblické postavy — totiž navštívením ve snu.