

T. S. KUHN

*Struktura vědeckých
revolucí*

PRAHA
1997

samu otázku, na jejímž základě se samy rozvinuly, než elementárními logickými či metodickými rozlišeními, která by předcházela rozbor vědeckého poznání. Tento kruhový charakter však vůbec neruší jejich platnost, ale činí z nich část teorie, a tím i předměty stejného zkoumání, kterému je třeba podrobit teorie jiných odborů. Mají-li být něčím více než pouhými abstrakcemi, pak musí být jejich obsah odhalen v pozorování jejich použití na údaje, jež si osobují osvětlovat. Jak by mohly dějiny vědy selhat jako zdroj fenoménů, od nichž by bylo možno právem očekávat, že mohou být podrobeny zkoumání v rámci teorie poznání?

II

CESTA K NORMÁLNÍ VĚDĚ

V tomto eseji znamená „normální věda“ výzkum, který je založen přísně na jednom či několika výsledcích vědy, jež určité vědecké společenství jistým způsobem uznává po určitou dobu jako to, co poskytuje základ pro její další praxi. Dnes se takové výsledky uvádějí ve vědeckých učebnicích pro začátečníky i pokročilé, i když jen zřídka v původní formě. Učebnice vykládají podstatu přijaté teorie, ukazují mnohá její úspěšná použití a tato použití srovnávají s názornými pozorováními a experimenty. Předtím než se takové knihy staly na počátku devatenáctého století (a u nově vzniklých věd ještě později) populární, plnilo stejnou funkci mnoho věhlasných klasiků vědy. Aristotelova *Fysika*, Ptolemaiův *Almagest*, Newtonova *Principia* a *Optica*, Franklinova *Elektrina*, Lavoisierova *Chemie* a Lyellova *Geologie* – tato a mnohá další díla sloužila ve své době k tomu, aby pro následující generace odborníků implicitně vymezila legitimní problémy a metody výzkumného pole. Bylo to možné proto, že tito klasиковé společně sdíleli dvě charakteristiky. Jejich vědecké výsledky byly natolik neobvyklé, že na svou stranu přetáhly setrvalou skupinu přívrženců z dobově kvalifikovaných způsobů vědecké aktivity. Současně měly tyto vědecké výsledky dostatečně otevřený konec, takže pro nově vymezenou skupinu odborníků ponechaly k vyřešení problémy všeho druhu.

Výsledky, které sdílejí tyto dvě charakteristiky, budu nadále nazývat „paradigmaty“, termínem, který má úzký vztah k pojmu „normální věda“. Volbou tohoto termínu jsem chtěl naznačit, že některé z všeobecně přijímaných příkladů současné vědecké praxe – příkladů, které společně zahrnují zákony, teorie, aplikace a odpovídající přístroje – poskytují modely, v nichž mají svůj původ zvláštní soudržné tradice vědeckého výzkumu. Jsou to tradice, které by historik zařadil do kategorií „Ptolemaiiovská (nebo koperníkovská) astronomie“, „Aristotelská (nebo newtonovská) dynamika“, „Korpuskulární (nebo vlnová) optika“ atd. Studium paradigmat, včetně těch, která jsou mnohem speciálnější než paradigmata uvedená pro ilustraci

výše, tvoří hlavní část přípravy studenta na členství v určitém vědeckém společenství, se kterým bude nadále pracovat. Protože se tak student připojuje k lidem, kteří si osvojili základy svého oboru podle určitého společného modelu, jeho další praxe bude pouze zřídka vyvolávat nesouhlas s těmito základy. Lidé, jejichž výzkum je založen na sdílených paradigmatech, jsou věrní stejným pravidlům a stejným standardům vědecké praxe. Tato věrnost a zjevný konsensus, který vytvářejí, jsou nezbytnou podmínkou normální vědy, tj. podmínkou zrodu a pokračování určité vědecké tradice.

Protože v tomto eseji bude pojem paradigmatu často nahrazovat mnohé běžně známé pojmy, je třeba říci něco více o důvodech, které vedly k jeho zavedení. Proč je určitý vědecký výsledek těžištěm profesionální víry, která předchází různé pojmy, zákony, teorie a stanoviska, jež z tohoto výsledku mohou být odvozena? V jakém smyslu je pro studenty zabývající se historickým vývojem vědy sdílené paradigma základní jednotkou, kterou není možno dále zcela redukovat na logicky nedělitelné složky, které by ji byly schopné nahradit? V pátém oddíle, kde se s těmito otázkami setkáme, nám odpovědi na ně a na další podobné otázky poskytnou základ pro pochopení normální vědy a s ní spojeného pojmu paradigmatu. Tento důkladnější rozbor však bude záviset na předcházejících ukázkách příkladů působnosti normální vědy nebo paradigmatu. Budeme mít při vysvětlování těchto pojmů na paměti, že mohou existovat druhy výzkumu bez paradigmatu, nebo přinejmenším bez paradigmatu tak závazného, jaké je uvedeno výše. Získání nějakého paradigmatu a esoterický výzkum, který paradigma dovoluje, jsou ve vývoji té které z vědeckých oblastí známkou parchant.

Snaží-li se historik vystopovat v minulosti vědecké poznání určité vybrané skupiny a nějakého s ní svázaného fenoménu, pravděpodobně se setká s nějakou menší obměnou schématu, který je zde vylíčen na příkladu historie fyzikální optiky. Dnešní učebnice fyziky tvrdí studentům, že světlo tvoří fotony, tj. kvantově-mechanické entity, které vykazují některé vlnové a některé částicové vlastnosti. Výzkum probíhá v souladu s tímto tvrzením, respektive v souladu s propracovanější matematickou charakteristikou, z níž je obvykle toto slovní tvrzení odvozováno. Tato charakteristika světla je však stará ani ne půl století. Dříve než ji Planck, Einstein a další v tomto století vyvinuli, fyzikální texty hlásaly, že světlo je příčné vlnění. Tato koncepce měla svůj kořen v paradigmatu odvozeném v po-

sledku z Youngových a Fresnelových spisů o optice, pocházejících z počátku devatenáctého století. Ani vlnová teorie však nebyla přijata všemi odborníky na optiku. V osmnáctém století poskytovala paradigma tohoto oboru Newtonova *Optika*, která říkala, že světlo je tvořeno hmotnými částicemi. Fyzikové té doby hledali důkaz – který zastánci rané vlnové teorie neměli – o tlaku vyvinutém světelnými částicemi dopadajícími na pevné těleso.⁵

Tyto proměny paradigmatu fyzikální optiky jsou vědeckými revolucemi a postupný přechod od jednoho paradigmatu k druhému cestou revoluce je obvyklým vývojovým schématem vyspělé vědy. Toto schéma však není charakteristické pro období před Newtonem a tento nápadný rozdíl je to, co nás zajímá. Žádné období od staré antiky až po sedmnácté století nevykazovalo nějaký jedinečný, všeobecně přijímaný názor na povahu světla. Místo toho existovalo mnoho vzájemně soutěžících škol a podskupin, z nichž mnohé se hlásily k té či oné variantě epikurejské, aristotelské nebo platónské teorie. Jedna skupina měla za to, že světlo jsou částice linoucí se z hmotných těles; pro jinou skupinu bylo světlo určitou modifikací prostředí mezi tělesem a okem; další skupina vysvětlovala světlo vzájemným působením prostředí s něčím, co se line z oka. Kromě toho existovaly i další kombinace a modifikace koncepcí. Každá z těchto škol čerpala svou sílu ze vztahu k určité metafysice a každá také zdůrazňovala určitý soubor optických jevů, který byl právě její teorií nejlépe vysvětlen a ten považovala za svá paradigmatická pozorování. Ostatní pozorování byla považována za *ad hoc* nebo zůstávala nevyřešenými problémy pro další výzkum.⁶

V různých dobách přispěly všechny tyto školy k souboru pojmů, jevů a technik, na jehož základě Newton načrtl první, téměř všeobecně přijímané paradigma fyzikální optiky. Každá taková definice vědce, která by vyloučila tvůrčí zástupce těchto různých škol, by také vyloučila jejich moderní následovníky. Tito mužové byli vědci. Každý, kdo by dnes zkoumal přehled fyzikální optiky před Newtonem, by mohl dojít k závěru, že i když odborníci na tomto poli byli vědci, čistý výsledek jejich činnosti je něčím méně významným než vědou. Protože žádný z autorů na poli fyzikální optiky nemohl

⁵ J. Priestley, *The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light, and Colours*, London 1772, str. 385–390.

⁶ V. Ronchi, *Histoire de la lumière*, přel. J. Taton, Paris 1956, kap. I–IV.

nějaký názor nebo nějakou techniku považovat za zaručenou, byl nucen vybudovat tento obor znovu, na svých vlastních základech. Jeho volba podpůrných pozorování a experimentů byla poměrně svobodná, protože neexistoval žádný standardní soubor metod, kterého by byl každý autor na poli optiky nucen využívat, nebo soubor jevů, který by musel vysvětlit. Za těchto okolností směřoval dialog obsažený v knize, která byla výsledkem takové práce, stejnou měrou k zástupcům druhých škol jako k přírodě. Tento vzorec není neznámý ani v mnoha dnešních oblastech tvorby a není ani neslučitelný s význačnými objevy či nápady. Není to však schéma vývoje, které si osvojila fyzikální optika po Newtonovi a které je dnes běžné i v jiných přírodních vědách.

Historie výzkumů elektřiny v první polovině devatenáctého století poskytuje konkrétnější a známější příklad způsobu, jímž se věda vyvíjela před tím, než si osvojila první obecně přijímané paradigma. Během tohoto období existovalo tolik názorů na povahu elektřiny, kolik bylo význačných experimentátorů v této oblasti, jako byli Hauksbee, Gray, Desaguliers, Du Fay, Nollet, Watson, Franklin a další. Všechna tato četná pojetí elektřiny měla něco společného – byla částečně odvozena z té či oné verze mechanicko-korpuskulární teorie, která v té době ovládala vědecký výzkum. Navíc každé z těchto pojetí bylo součástí skutečně vědecké teorie, která zčásti vyplývala z experimentů a pozorování a která částečně určovala výběr a interpretaci dalších problémů, jichž se výzkum ujímal. I když se tedy všechny experimenty týkaly elektřiny a většina experimentátorů navzájem četla svá díla, jejich teorie měly pouze příbuzenskou podobnost.⁷

⁷ D. Roller – D. H. D. Roller, *The Development of the Concept of Electrical Charge: Electricity from the Greek to Coulomb*, in: *Harvard Case Histories In Experimental Science*, Case 8, Cambridge (Mass.) 1954 a I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example of Thereof*, Philadelphia 1956, kap. VII–XII. Za několik analytických podrobností v odstavci, jež v textu následuje, vděčím dosud neuveřejněnému článku svého studenta Johna L. Hebrona. Až do jeho zveřejnění viz poněkud rozsáhlejší a přesnější výčet výskytu Franklinova paradigmatu, zahrnutý v T. S. Kuhn, *The Function of Dogma in Scientific Research*, in: A. C. Crombie (vyd.), *Symposium on the History of Science, University of Oxford, 9.–15. červenec 1961*, publikováno u Heinemann Educational Books, Ltd.

Jedna z raných skupin teorií, která následovala praxi 17. století, považovala elektrickou přitažlivost a výrobu elektřiny třením za základní elektrické jevy. Tato skupina měla snahu považovat odpudivou sílu za druhotný účinek mechanického rázu a snažila se co možná nejdéle odložit vysvětlení a systematické prozkoumání Grayova nově objeveného jevu, elektrické vodivosti. Jiní „elektrikáři“ (jak zní jejich vlastní termín) považovali přitažlivou i odpudivou sílu za rovnocenné projevy elektřiny a podle toho upravili své teorie a svůj výzkum. (Ve skutečnosti je tato skupina značně malá – dokonce ani Franklinova teorie nikdy zcela neobjasnila vzájemnou odpudivost dvou záporně nabitých těles.) Ale tyto lidé měli stejné potíže jako výše jmenovaná skupina s vysvětlováním i nejjednodušších vodivostních jevů. Tyto jevy však poskytly výchozí bod třetí skupině, která měla sklon hovořit o elektřině jako „fluidu“, které může téci vodiči snadněji než „effluvium“, které je vylučováno nevodiči. Tato skupina naopak měla potíže s tím, aby svou teorii uvedla v soulad s mnoha jevy přitažlivosti a odpuzování. Jenom díky Franklinově práci a pracím jeho bezprostředních následovníků mohla vzniknout teorie, která byla schopna vysvětlit téměř stejně snadno a velmi podrobně všechny tyto jevy, a tedy mohla zajistit a také zajistila následujícím generacím „elektrikářů“ společné paradigma výzkumu.

S výjimkou oborů jako matematika nebo astronomie, u kterých lze datovat pevná paradigmata již v jejich prehistorii, a s výjimkou biochemie, která vznikla rozštěpením a přerozdělením již vyspělých speciálních oborů, jsou výše zmíněné situace z hlediska historie typické. I když v sobě obsahují neustále používaná a nepřiliš šťastná zjednodušení, která označují rozsáhlé historické události jednoduchým a libovolně zvoleným jménem (např. Newton nebo Franklin), chci přesto tvrdit, že podobný základní nesoulad charakterizuje např. studium pohybu před Aristotelem, studium statiky před Archimédem, tepla před Blackem, chemie před Boylem a Borerhaavem a historické geologie před Huttonem. V některých oddílech biologie – například ve studiu dědičnosti – spadají první, obecně přijímaná paradigmata do dosud nedávné minulosti; a zůstává otevřenou otázkou, zda vůbec nějaká ze společenských věd již přijala takové paradigma. Dějiny ukazují, že cesta k pevnému výzkumnému konsensu je mimořádně obtížná.

Dějiny však také ukazují některé důvody obtíží, s nimiž se na této cestě setkáváme. Chybí-li paradigma nebo alespoň nějaký uchazeč o roli paradigmatu, pak všechna fakta, která by se mohla týkat rozvoje určité vědy, se jeví jako stejně závažná. Výsledkem je, že shromažďování dat v rané fázi je oproti tomu, které je v pozdějším vědeckém vývoji běžné, činností spíše náhodnou. Neexistuje-li také důvod hledat nějakou zvláštní formu skryté informace, pak shromažďování dat v raných fázích se obvykle omezuje na hromadění dat, která jsou už po ruce. Výsledný soubor zásob faktů obsahuje spolu s daty, jež jsou výsledkem náhodného pozorování či experimentu, také data esoteričtější, získaná z již etablovaných dovedností, jako je lékařství, tvorba kalendáře a metalurgie. Protože tyto dovednosti jsou přístupným zdrojem faktů, která nebylo možno objevovat náhodně, hrála technologie při vzniku nových věd často životní roli.

I když toto shromažďování faktů bylo pro počátky mnoha důležitých věd podstatné, přesto každý, kdo například zkoumá Pliniovy encyklopedické spisy nebo Baconovy dějiny přírody ze sedmnáctého století, zjistí, že jejich výsledkem je něco, co se dá přirovnat bažině. Člověk vůbec váhá, zda tuto literaturu nazvat vědeckou. Baconovské „historie“ tepla, barvy, větru, hornictví atd. jsou plné informací, někdy velmi nejasných. Ale jsou tu vedle sebe uvedena fakta, která se později ukážou jako objektivní (např. ohřev mícháním) spolu s těmi (např. zahřívání kupy hnoje), která zůstanou po nějaký čas příliš složitá na to, aby vůbec mohla být zahrnuta do nějaké teorie.⁸ Protože je každý popis nutně pouze částečný, typická přírodní historie opomíjí z tohoto nezměrného výčtu okolností právě ty detaily, v nichž později vědci spatří důležitý zdroj vysvětlení jevu. Téměř žádná z těchto raných „historií“ elektřiny například nezmiňuje fakt, že kovový pásek přitažený k třením nabitě skleněné tyči se od ní zase odrazí. Tento jev se zdál být spíše mechanické než elektrické povahy.⁹ Příležitostné shromažďování faktů má jen zřídka čas a nástroje pro kritické posouzení, proto přírodní historie kladou

⁸ Srv. náčrt přírodních dějin tepla v Baconově *Novum Organum I, The Works of Francis Bacon*, sv. VIII, J. Spedding – R. L. Ellis – D. D. Heath (vyd.), New York 1869, str. 179–203.

⁹ D. Roller – D. H. D. Roller, cit. d., str. 14, 22, 28, 43. Až po sepsání díla, které cituji jako poslední, se jevy odporivosti začaly jednoznačně považovat za elektrické.

vedle sebe často výše uvedený typ popisů s těmi, které dnes vůbec nejsme schopni potvrdit (např. antiperistatické ohřívání nebo ohřívání chlazením).¹⁰ Pouze velmi zřídka – stejně jako v případě starověké statiky, dynamiky a geometrické optiky – mluví fakta shromážděná za zcela mizivého vedení nějaké předem ustavené teorie natolik jasně, aby dovolila vzniknout prvému paradigmatu.

Tato situace dává vzniknout školám, jejichž existence je charakteristická pro raná stadia vědeckého vývoje. Žádná historie přírody se nedá interpretovat, pokud není nějaký souhrn vzájemně propletených teoretických a metodologických přesvědčení, která umožňují vybírat, oceňovat a kriticky hodnotit. Nejsou-li tento soubor nebo toto přesvědčení mlčky obsaženy v souboru faktů – a v takovém případě se naskytá již něco více než „pouhá fakta“ – pak musí být dodána zvenčí, třeba ze současné metafyziky, jiné vědy nebo náhodou historickou či lidskou. Není pak divu, že v raných stadiích vývoje každé vědy se různí lidé setkávají se stejným okruhem jevů, ale již ne s týmiž konkrétními jevy, a že tyto jevy popisují a vykládají odlišným způsobem. Co je překvapující – a co do svého rozsahu na poli, jež nazýváme vědou, je jedinečné –, je, že tato počáteční divergence vždy do značné míry postupně vymizí.

Vymizí ve značném rozsahu a jednou provždy. Toto vymizení je obvykle způsobeno vítězstvím jedné z předparadigmatických škol, která díky svému vlastnímu charakteristickému přesvědčení a vlastním předpoklům zdůrazňuje pouze určitou zvláštní část jinak příliš rozměrného zárodečného souboru informací. Výzkumníci, kteří považovali elektřinu za fluidum a kteří proto kladli zvláštní důraz na vodivost, mohou v tomto ohledu posloužit jako skvělý příklad. Vedení svým přesvědčením, které se stěží mohlo vypořádat s mnohými jevy přitažlivosti a odpuzování, přišli někteří z nich na myšlenku uzavřít elektřinu do lahví. Výsledkem, které jejich úsilí bezprostředně přineslo, byla leydenská láhev, zařízení, které by nikdy nemohl objevit člověk, jenž by přírodu zkoumal jen příležitostně či náhodně, ale které bylo okolo roku 1740 vyvinuto nezávisle přinejmenším

¹⁰ R. Bacon, cit. d., str. 235, 337, říká: „Vlažná voda mrzne snadněji než voda zcela studená.“ Částečné vysvětlení rané historie tohoto podivného pozorování viz M. Claget, *Giovanni Marliani and Late Medieval Physics*, New York 1941, kap. IV.

dvěma badateli.¹¹ Téměř od samého počátku svých výzkumů elektřiny se Franklin zvláště zabýval vysvětlením tohoto podivného a nakonec i velmi přínosného speciálního zařízení. Jeho úspěch v tomto směru poskytl nejúčinnější argument, který z jeho teorie udělal paradigma, i když to byl argument, který nebyl schopen vysvětlit všechny známé případy elektrické odpudivosti.¹² Aby byla tato teorie přijata jako paradigma, musela se ukázat být lepší než teorie s ní soutěžící, ale nemusela, a skutečně to také nikdy nedokázala, vysvětlit všechna fakta, která před ní stála.

To, co znamenala fluidní teorie elektřiny pro podskupinu badatelů, kteří ji zastávali, znamenalo později Franklinovo paradigma pro celou skupinu výzkumníků elektřiny. Obojí naznačovalo, které experimenty má cenu provést a které nikoli, protože jsou zaměřeny na elektrické projevy sekundární či příliš složité. Avšak pouze toto paradigma vykonalo práci účinnějším způsobem, dílem proto, že konec sporů mezi školami ukončil neustálé opakování základních principů, částečně díky tomu, že přesvědčení, že jsou na správné cestě, dodávalo vědcům odvahu pustit se do přesnějšího, esoteričtějšího a náročnějšího způsobu práce.¹³ Vnitřně sjednocená skupina výzkumníků elektřiny, která se osvobodila od nutnosti zabývat se všemi elektrickými jevy, mohla sledovat vybrané jevy mnohem podrobněji, mohla navrhnout za tímto účelem mnohem speciálnější zařízení a mohla tato zařízení využívat mnohem cílevědoměji a systematičtěji než kdykoli předtím. Jak shromažďování faktů, tak vytváření teorií se staly vysoce cílevědomou činností. Podle toho také vzrostla účinnost a výkonnost výzkumu elektřiny a poskytla tak důkaz pro společenskou verzi Baconova pronikavě-

¹¹ D. Roller – D. H. D. Roller, cit. d., str. 51–54.

¹² Problematickým případem bylo vzájemné odpuzování záporně nabitých těles. Tento případ viz I. B. Cohen, cit. d., str. 491–494, 531–543.

¹³ Je třeba poznamenat, že přijetí Franklinovy teorie zdaleka neukončilo všechny spory. V roce 1759 vyslovil Robert Symmer dvojfluidní verzi této teorie a ještě mnoho let poté byli výzkumníci elektřiny rozděleni tím, zda je elektřina jedno fluidum nebo dvě. Ale spory v této věci jen potvrzují to, co bylo shora řečeno o způsobu, kterým všeobecně uznávané výsledky sjednocují profesionály. Badatelé přesto, že zůstali v tomto bodě rozdělení, došli velmi rychle k závěru, že žádný experimentální test nemůže mezi těmito dvěma typy teorií rozlišit a že jsou tedy tyto teorie rovnocenné. Obě školy byly poté schopny – a skutečně tak učinily – využít přínosu, který poskytovala teorie Franklinova. (Tamtéž, str. 543–546, 548–554.)

ho metodologického postřehu: „Pravda vystupuje rychleji z omylů než ze zmatku.“¹⁴

Povahu tohoto vysoce cíleného, na paradigmatu založeného vědeckého výzkumu budeme zkoumat v následujícím oddíle, ale nejprve musíme krátce zaznamenat, jak zrod paradigmatu ovlivní strukturu skupiny, která v daném oboru pracuje. Vytvoří-li během vývoje přírodovědy nějaký jedinec nebo skupina syntézu schopnou upoutat většinu budoucí generace odborníků, pak starší školy postupně vymizí. Toto vymizení je částečně způsobeno tím, že členové takové školy přejdou k novému paradigmatu. Ale lidé, kteří lpí na tom či onom starém názoru, jsou vždy jednoduše vyloučeni z řad odborníků, a ti pak jejich dílo neberou na vědomí. Nové paradigma má za následek nové a přísnější vymezení oboru. Ti, kteří nemohou nebo nechtějí přizpůsobit svou práci tomuto vymezení, se musejí buď ocitnout v izolaci, nebo se musí připojit k nějaké jiné skupině.¹⁵ Historicky vzato setrvali tito jedinci často v těch oblastech filosofie, které byly podhoubím mnoha speciálních věd. Uvedené úvahy naznačují, že někdy je přijetí paradigmatu právě tím, co proměňuje skupinu lidí, kteří se pouze zajímali o studium přírody, v profesionály a jejich studium v disciplínu. Ve vědě (s výjimkou medicíny, technologie a práva, jejichž principiálním *raison d'être* je vnější společenská potřeba) bylo obvykle vytváření specializovaných časopisů, zakládání odborných společností a nárok na zvláštní místo ve vzdělávání často spojeno s prvním přijetím jediného paradigmatu v nějaké skupině. Přinejmenším taková je situace od doby před půldruhým stoletím,

¹⁴ R. Bacon, cit. d., str. 210.

¹⁵ Dějiny elektřiny poskytují skvělý příklad, opakující se v životní dráze Priestleyho, Kelvina a dalších. Franklin uvádí, že Nollet, který byl polovinu století nejlivnějším kontinentálním badatelem na poli elektřiny: „se dožil toho, že, s výjimkou svého bezprostředního žáka pana B., byl posledním ze své sekty“ [vyd. M. Farrand, *Benjamin Franklin's Memoirs*, Berkeley (California) 1949, str. 384–386]. Mnohem zajímavější však je, že v narůstajícím odloučení od profesionální vědy setrvaly celé školy. Vezměme například astrologii, která byla kdysi nedílnou součástí astronomie; nebo pokračování dříve uznávané tradice „romantické“ chemie na konci osmnáctého a počátku devatenáctého století. O této tradici pojednává Ch. C. Gillispie v *The Encyclopedie and the Jacobin Philosophy of Science: A Study in Ideas and Consequences, Critical Problems in the History of Science*, M. Claget (vyd.), Madison (Wis.) 1959, str. 255–289 a *The Formation of Lamarck's Evolutionary Theory*, in: *Archives internationales d'histoire des sciences*, XXXVII, 1956, str. 323–338.

kdy se poprvé vyvinulo institucionalizační schéma vědecké specializace, až do nejbližší minulosti, kdy se specializační výbava vědy stala otázkou její prestiže.

Přísnější vymezení vědecké skupiny má další důsledky. Vezme-li nějaký jednotlivý vědec paradigma za své, pak už se nemusí po většinu své práce pokoušet vybudovat svůj obor znovu tak, že by vycházel z prvních principů a obhajoval použití každého pojmu, který uvádí. To můžeme ponechat autorům učebnic. Na základě dané učebnice však může vědec začít svůj výzkum tam, kde kniha končí, a tak se může soustředit výlučně na ty nejjemnější a nej-esoteričtější stránky přírodních jevů, které se týkají jeho skupiny. Pokud tak učiní, začnou se zprávy o výsledcích jeho výzkumu proměňovat způsobem, který byl dosud příliš málo prozkoumán, ale jehož moderní konečné výsledky jsou všem zřejmé a pro mnohé skličující. Takové výzkumy už nebudou začleňovány do všeobecně informativních knih, jako byly Franklinova *Experiment's... on Electricity* nebo Darwinova *Origin of Species*, určených každému, kdo by se zajímal o problematiku tohoto oboru. Místo toho se obvykle objeví v stručných člancích určených pouze odborným kolegům, lidem, u nichž se předpokládá znalost sdíleného paradigmatu, těm, kteří jediní jsou schopni jim určené články číst.

Knihy dnešní vědy jsou obvykle buď učební texty, nebo retrospektivní reflexe té či oné stránky vědeckého života. Takové práce pisatelovu odbornou pověst spíše zeslabují než pozvedají. Pouze v raných, předparadigmatických stadiích vývoje různých věd měly knihy k odborným výsledkům stejný vztah, jaký si dosud podržují v jiných oblastech tvůrčí činnosti. A pouze v oblastech, kde se dosud udržují knihy, spolu s odbornými články nebo bez nich, jako hybná síla vědecké komunikace, nejsou dosud profesionalizační dráhy načrtnuty tak výrazně, že i laik si může dovolit sledovat pokrok v oboru četbou původních odborných prací. Výzkumné práce matematiky i astronomie už v dobách antiky přestaly být pochopitelné pro posluchače vybavené pouze všeobecným vzděláním. Pokud jde o dynamiku, její výzkum začal být podobně esoterický v pozdním středověku a obecné pochopitelnosti dosáhl pouze na velmi krátkou dobu počátkem sedmnáctého století, kdy paradigma, které vládlo středověkému výzkumu, bylo nahrazeno paradigmatickým novým. Výzkumy na poli elektřiny bylo třeba laikům tlumočit už před koncem devatenáctého století a většina ob-

lastí fyziky přestala být obecně přístupná ve století devatenáctém. V průběhu jmenovaných století by bylo možno oddělit podobné přechody také v různých odvětvích biologie. A v některých oblastech společenských věd jsou tyto přechody dobře patrné i dnes. I když se stalo zvykem – a jistě správně – naříkat nad stále se rozšiřující propastí, která odděluje profesionální vědce od jejich kolegů v jiných oblastech, bylo příliš málo pozornosti věnováno podstatnému vztahu mezi touto propastí a vnitřním mechanismem, vlastním vědeckému vývoji.

Už od dávné předhistorické minulosti jedna oblast studia za druhou překračovala hranici mezi tím, co by historici mohli nazvat prehistorií vědy, a svou vlastní historií. Tyto přechody k vyspělosti byly jen zřídka tak náhlé a jednoznačné, jak naznačoval můj nutně schematický výklad. Jejich průběh však neměl ani charakter historické posloupnosti, tyto přechody byly v čase souběžné s celým vývojem oblasti, ve které k nim došlo. Autoři pojednání o elektřině měli v prvních čtyřech desetiletích devatenáctého století mnohem více informací o elektrických jevech než jejich předchůdci ve století šestnáctém. Během padesáti let po roce 1740 bylo přidáno na seznam elektrických jevů mnoho nových položek. Podstatné však je, že Cavendishovy, Coulombovy a Voltovy spisy o elektřině z poslední třetiny osmnáctého století byly patrně vzdáleny dílům Grayovým, Du Fayovým a Franklinovým více, než byla vzdálena díla objevitelů v této oblasti z počátku devatenáctého století spisům autorů století šestnáctého.¹⁶ Někdy mezi roky 1740 a 1780 mohli badatelé elektrických jevů poprvé považovat základy svého oboru za pevně dané. Na těchto základech pokročili ke konkrétnějším a těžším problémům, aby posléze ve stálé míře vyhledávali své výsledky v člancích určených spíše pro jiné výzkumníky elektřiny než v knihách určených široké učené veřejnosti. Jako skupina tak dosáhli téhož, čeho dosáhli astronomové již v antice, lidé studující pohyb ve středověku, fyzikální optici na

¹⁶ Vývoj po Franklinovi zahrnuje neustálý růst citlivosti detektorů náboje, první spolehlivé a obecně rozšířené techniky měření náboje, vývoj pojmu kapacita a vztahu tohoto pojmu k nově rozvinutému pojmu elektrického napětí a kvantifikaci elektrostatické síly. Toto vše viz D. Roller – D. H. D. Roller, cit. d., str. 66–81; W. C. Walker, *The Detection and Estimation of Electric Charges in the Eighteenth Century*, in: *Annals of Science*, I, 1936, str. 66–100; a E. Hoppe, *Geschichte der Elektrizität*, Leipzig 1884, část. I, kap. III–IV.

sklonku sedmnáctého století a historiogeologové na počátku století devatenáctého. Dosáhli paradigmatu, které mělo moc vést celou výzkumnou skupinu. Kromě výhod zpětného pohledu bychom jen stěží hledali jiné kritérium, které by tak jasně vymezovalo vědecké pole.

III

POVAHA NORMÁLNÍ VĚDY

Jaká je tedy povaha oněch esoteričtějších a profesionálnějších výzkumů, jež dovoluje přijetí jednoho paradigmatu nějakou skupinou? Představuje-li paradigma nějaké jednou provždy vykonané dílo, jaké problémy pak může takové dílo ponechat k řešení nějaké sjednocené skupině? Tyto otázky budou čím dál tím naléhavěji vystupovat, vezmeme-li v úvahu jedno hledisko, z něhož by dosud použité termíny mohly být zavádějící. Paradigma, v ustáleném významu tohoto slova, je nějaký přijatý model nebo schéma. Tento aspekt významu mi dovolil – když jsem nemohl najít slovo lepší – si význam „paradigma“ přivlastnit. Brzy se však ukáže, že významy „model“ nebo „schéma“, které toto přivlastnění dovolují, vůbec nejsou při vymezování pojmu „paradigmatu“ obvyklé. Například ve slovníku je *amo, amas, amat* paradigmatem, protože ukazuje nějaké schéma použité při časování velkého množství latinských sloves, například *laudo, laudas, laudat*. Při tomto svém obvyklém použití funguje tak, že dovoluje opakování příkladů, z nichž každý by mohl toto paradigma v zásadě nahradit. Na druhé straně je paradigma ve vědě jen vzácně předmětem nějakého kopírování. Místo toho, stejně jako nějaké přijaté právní rozhodnutí, je předmětem dalšího členění a zpřesňování, a to za nových a přísnějších podmínek.

Máme-li vědět, proč tomu tak může být, musíme poznat, do jaké míry lze omezit sféru působnosti a přesnosti paradigmatu v okamžiku jeho zrodu. Paradigma získává své postavení proto, že při řešení některých problémů, které skupina odborníků považuje za kritické, je úspěšnější než paradigmatu s ním soupeřící. Být úspěšnější však neznamená ani být zcela úspěšný v případě jednoho problému, ani zvláště úspěšný v případě většího počtu problémů. Úspěch paradigmatu – ať už se jedná o Aristotelův rozbor pohybu, Ptolemaiovy výpočty planetárního postavení, Lavoisierovy aplikace rovnováhy nebo Maxwellovy matematizace elektromagnetického pole – tkví zpočátku do značné míry v příslibu úspěchů, jichž bude možno dosáhnout ve vybraných, dosud nevyřešených případech. Normální