

IX

POVAHA A NEZBYTNOST
VĚDECKÝCH REVOLUCÍ

Uvedené úvahy nám dovolují věnovat se problémům vyjádřeným v titulu tohoto eseje. Co jsou to vědecké revoluce a jaká je jejich funkce ve vývoji vědy? Mnohé z odpovědí na tyto otázky byly naznačeny v předcházejících oddílech. Tyto rozборы zejména naznačily, že za vědecké revoluce pokládáme takové nekumulativní události ve vývoji vědy, v nichž je staré paradigma zcela nebo zčásti nahrazeno novým, které je s paradigmatickým starým neslučitelné. To je však třeba rozvést a velká část dalších úvah může být uvedena tak, že si položíme jednu z následujících otázek: Proč se dá změna paradigmatu nazvat vědeckou revolucí? Vezmeme-li v úvahu obrovský a podstatný rozdíl mezi vývojem vědy a vývojem společnosti, jaká paralela pak může ospravedlnit metaforu, která v obou typech vývoje hledá revoluci?

Jedna stránka této paralely je již zřejmá. Politické revoluce vznikají tak, že vzrůstá pocit – často omezený na nějakou část politického společenství –, že stávající instituce přestaly odpovídacím způsobem řešit problémy, které před ně staví prostředí těmito institucemi částečně vytvořené. Téměř stejně vznikají i vědecké revoluce, a to tak, že narůstá pocit – často omezený na nějakou část vědeckého společenství –, že stávající paradigma přestalo odpovídacím způsobem fungovat při průzkumu těch stránek přírody, ke kterým samo paradigma na své předchozí cestě vedlo. V obou případech, ve vývoji politickém i vědeckém, pak tento pocit špatného fungování vede ke krizi, a ta je nutnou podmínkou revoluce. Navíc – i když možná tuto metaforu příliš zatěžujeme – to platí nejen pro většinu změn paradigmatu, jako jsou například změny připisované Koperníkovi a Lavoisierovi, ale také pro změny menší, spojené s připojováním a přizpůsobováním jevů nového druhu k paradigmatu, jako byl objev kyslíku nebo paprsků X. Jak jsme poznamenali v pátém oddíle, mohou se vědecké revoluce zdát revoluční pouze těm, jejichž

paradigmatu se týkají. Vnějšímu pozorovateli se může zdát, že jsou to součástí procesu vývoje stejně jako třeba balkánská revoluce na počátku dvacátého století. Například astronomové mohli přijmout paprsky X jako pouhý přídavek ke svým poznatkům, protože jejich paradigma zůstalo objevem nového záření nedotčeno. Ale pro muže, jako byli Kelvin, Crookes a Roentgen, jejichž výzkum se týkal teorie záření nebo záření katodových trubíc, objev paprsků X nutně narušil jedno paradigma proto, že vytvořil jiné. Proto bylo možno tyto paprsky objevit, pouze když s normálním výzkumem bylo něco v nepořádku.

Genetická stránka paralely mezi politickým a vědeckým vývojem by už dále neměla vyvolávat pochyby. Má však ještě druhou, hlubší stránku, a na té závisí význam stránky první. Politické revoluce se snaží o změnu politických institucí prostředky, které jsou těmito institucemi zakázány. Úspěch revoluce tedy nutně obsahuje alespoň částečné opuštění jednoho souboru institucí, upřednostnění souboru jiného a mezidobí, ve kterém není společnost institucemi vůbec ovládána. Krize je původně to, co oslabuje úlohu politických institucí, nebo, jak jsme viděli, paradigmatu. Vzrůstá počet jedinců, kteří se odcizují politickému životu a kteří se v politickém životě chovají stále výstředněji. Když se krize prohlubuje, začnou tito jedinci věřit určitému konkrétnímu návrhu na rekonstrukci společnosti v novém institucionálním rámci. V této chvíli je společnost rozdělena na soupeřící tábory nebo strany, jedny se snaží bránit staré institucionální uspořádání, druhé se pokoušejí institucionálně založit uspořádání nové. Jakmile se jednou tato polarizace objeví, *selhávají politické opravné prostředky*. Strany revolučního sporu se nakonec musí uchýlit k technikám masového přesvědčování – často používající sílu –, protože se navzájem liší v názoru na institucionální základ, na němž se dosahuje politické změny a jejího hodnocení, a protože se nemohou vzájemně dohodnout na institucionálním rámci pro rozsození rozporů, které jsou kořenem revoluce. I když revoluce sehrály ve vývoji politických institucí rozhodující úlohu, je tato úloha závislá na tom, že jsou událostmi mimopolitickými a mimoinstitucionálními.

Tento esej se dále snaží ukázat, že historický průzkum změn paradigmatu odkrývá velmi podobné stránky i ve vývoji věd. Stejně jako volba mezi soupeřícími politickými institucemi se také volba mezi soupeřícími paradigmaty ukazuje být volbou mezi neslučitelnými

nými mody života společenství. Protože má volba tento charakter, není a nemůže být určena pouze hodnotícími postupy charakteristickými pro normální vědu, neboť tyto postupy částečně závisí na určitém paradigmatu a toto paradigma se stává problémem. Vstoupí-li paradigmatu do sporu o výběr – a to se děje nutně – jejich role se nezbytně spojí v kruh. Každá skupina používá své paradigma k tomu, aby jím argumentovala při obraně paradigmatu samotného.

Kruhový charakter samozřejmě neznamená, že by argumentace byla špatná nebo neúčinná. Člověk, který vychází z paradigmatu při argumentaci na jeho obranu, však může jasně ukázat, jaká bude vědecká praxe těch, kteří na nový pohled na přírodu přistoupí. Takový obrázek může být hluboce přesvědčivý a téměř neodolatelny. Avšak bez ohledu na sílu, kterou má, spočívá statut argumentace kruhem jediné v tom, že přesvědčuje. Pro ty, kteří odmítají do tohoto kruhu vstoupit, nemůže mít logickou nebo pravděpodobnostní přesvědčivost. Předpoklady a hodnoty, které dvě strany ve sporu o paradigma společně sdílejí, pro to neposkytují dostatečný prostor. Stejně jako při politické revoluci je i při volbě paradigmatu nejvyšším měřítkem souhlas společenství. Při průzkumu působení vědeckých revolucí budeme muset zkoumat nejen vliv přírody a logiky, ale také přesvědčovací techniky a argumentace, jež působí uvnitř speciální skupiny tvořené společenstvím vědců.

Máme-li odhalit, proč se nedá na otázku výběru paradigmatu jednoznačně odpovědět pouze prostředky logiky a experimentu, musíme podrobit krátkému zkoumání i rozdíly, které oddělují zastánce tradičního paradigmatu od jejich revolučních následovníků. Toto zkoumání je ústředním tématem oddílů tohoto a následujícího. Mnohé příklady takových rozdílů jsme již uvedli a dějiny by jistě mohly poskytnout příklady další. Není pochyb o tom, že takové příklady existují, co však musíme zvážit především, je otázka, zda takové příklady podávají zásadní informace o povaze vědy. Uznáme-li, že odmítnutí paradigmatu je dějinnou skutečností, pak vystává otázka, zda toto odmítnutí poukazuje na něco jiného než na pouhou lidskou důvěřivost a zmatenost? Existují vnitřní důvody pro to, aby přijetí nových druhů jevů nebo nové vědecké teorie vyžadovalo odmítnutí staršího paradigmatu?

Nejprve poznamenejme, že takové důvody, pokud existují, neplynou z logické struktury vědeckého poznání. Nový jev se může principiálně objevit, aniž by se zničujícím způsobem odrazil na některé

části stávající vědecké praxe. I když by objev života na Měsíci dnes zničil stávající paradigma (to totiž tvrdí o Měsíci věci, které se zdají být neslučitelné s existencí života), objev života v některé z méně známých částí galaxie by takový důsledek neměl. Stejně tak nová teorie nemusí být nutně ve sporu s teoriemi předcházejícími. Může se týkat výlučně jevů, které dosud nebyly známy, jako se třeba kvantová teorie (do značné míry, nikoli však výlučně) zabývá subatomárními jevy, které až do 20. století nebyly známy. Nová teorie také může být jednoduše na vyšší úrovni než teorie dřívější, může spojit skupinu teorií nižší úrovně dohromady tak, že se podstatným způsobem nezmění žádná z nich. Teorie zachování energie dnes představuje právě takové pojítko mezi dynamikou, chemií, naukou o elektřině, optikou, teorií tepla atd. A je možné uvažovat i o dalších vztazích vzájemné slučitelnosti mezi teoriemi starými a novými. Kterýkoli z nich je možno vzít za příklad dějin vývoje vědy. Kdyby tomu tak bylo, pak by vědecký vývoj musel být čistě kumulativním procesem. Nové jevy by prostě ukazovaly uspořádání v těch oblastech přírody, kde žádné uspořádání dosud nebylo pozorováno. Ve vývoji vědy by nový poznatek spíše nahrazoval nevědomost než vědomost jiného, s předchozím poznáním neslučitelného druhu.

Věda (nebo nějaká jiná méně působivá činnost) se, samozřejmě, mohla vyvíjet zcela kumulativním způsobem. Mnozí věřili, že tomu tak skutečně je, a zdá se, že jiní dosud předpokládají, že kumulace je ideálem, který by se na dějinném vývoji mohl dokázat, kdyby nebyl tak často pokříván lidskou zmatečností. Pro takové přesvědčení existují vážné důvody. V desátém oddíle uvidíme, jak úzce je pohled na vědu jako kumulativní proces spojen s převládajícím epistemologickým názorem, že poznání je konstrukce použitá myšlením bezprostředně na čistá smyslová data. V jedenáctém oddíle zjistíme, jak silnou podporu tomuto historiografickému schématu poskytuje svými technikami tak vlivný činitel, jakým je vědecká výchova. Přestože je tento ideální obraz velmi dobře přijatelný, narůstají důvody k pochybnostem, zda je skutečně obrazem vědy. Ve skutečnosti si na konci předparadigmatického období všechny nové teorie a téměř všechny druhy jevů nového druhu vynutily destrukci předchozího paradigmatu. Následoval spor mezi soupeřícími školami vědeckého myšlení. Kumulativní způsob objevování nepředpokládaných novinek se v rámci pravidel vědeckého vývoje ukázal být téměř neexistující výjimkou. Člověk, který bere vážně

historická fakta, musí dojít k názoru, že věda nesměřuje k ideálu, který by plynul z představy o jejím kumulativním charakteru. Snad může existovat jiný podnik tohoto druhu.

Poté co nás setrvalý charakter faktů dovedl až sem, může se při druhém pohledu na námi již odkrytou půdu zdát, že novinky získávané kumulativním způsobem jsou nejen vzácné, nýbrž v principu i nepravděpodobné. Normální výzkum, který skutečně je kumulativní, vděčí za svůj úspěch schopnosti vědců pravidelně volit problémy, které je možno řešit pojmovými a instrumentálními technikami blízkými technikám stávajícím. (Proto nějaké výstřední řešení užitečných problémů – bez ohledu na jejich vztah ke stávajícím znalostem a technikám – může bránit vývoji vědy.) Člověk, který se snaží vyřešit problém vymezený stávajícími znalostmi a současnou technikou, netápe. Ví, čeho chce dosáhnout, a podle toho navrhuje své nástroje a zaměřuje své úsilí. Nečekaná novinka nebo nový objev se mohou objevit, pouze pokud se ukáží být očekávání stran chování přírody a vlastností instrumentů nesprávná. Často je důležitost výsledného objevu úměrná nejen rozsahu anomálie, která tento objev předznamenala, ale i obtížím s jejím řešením. Je zřejmé, že musí docházet ke sporu mezi paradigmatickým, které odhaluje anomálie, a tím, které anomálie uvádí jako něco, co se blíží zákonu. Příklady objevů učiněných destrukcí paradigmatu, které jsme zkoumali v šestém oddíle, před nás nestaví pouhé historické náhody. Neexistuje účinnější způsob odhalování objevů.

Stejný argument se dá ještě průkazněji použít u objevů nových teorií. Existují v principu pouze tři typy jevů, o nichž lze rozvinout novou teorii. První se týká jevů, které již byly v rámci existujícího paradigmatu dostatečně prozkoumány, a ty jen zřídka poskytují motiv nebo východisko pro konstruování teorie. Pokud se tak stane, jak tomu bylo v případě tří slavných anticipací zmíněných v sedmém oddíle, pak vědci výsledné teorie zřídka přijímají, protože příroda neposkytuje důvody pro upřednostnění jedné teorie před druhou. Druhou skupinu jevů tvoří ty, jejichž povahu stávající paradigma naznačuje, ale jejichž podrobnosti je možno pochopit jen formulací další teorie. Na tyto jevy se věda zaměřuje po většinou, ale takový výzkum spíše pomáhá artikulaci paradigmatu stávajícího než objevu paradigmatu nového. Jen když pokusy o artikulaci selžou, setkávají se vědci s třetím typem jevů, s anomáliemi, jejichž charakteristickým rysem je, že houževnatě vzdorují přizpůsobení se

stávajícímu paradigmatu. Nové teorie vznikají pouze z jevů tohoto typu. Paradigma poskytuje všem jevům – s výjimkou anomálií – ve vědeckém zorném poli místo, které je určené teorií.

Vznikají-li nové teorie kvůli vyřešení anomálie vztahující se k již existující teorii přírody, pak ty z nich, které jsou úspěšné, musí v určitém bodu dovolit předpovědi odlišné od předpovědi vycházejících z teorií minulých. Tento rozdíl by nenastal, kdyby tyto dvě teorie byly logicky slučitelné. Během procesu asimilace musí druhá teorie nahradit prvou. Dokonce i taková teorie, jako zákon zachování energie, která se dnes zdá být logickou superstrukturou vztahující se k přírodě pouze prostřednictvím nezávisle ustavených teorií, se historicky vyvinula na základě destrukce paradigmatu. Vznikla z krize, jejíž podstatným prvkem byla otázka slučitelnosti newtonovské dynamiky a některých dříve formulovaných důsledků kalorické teorie tepla. Teorie zachování energie se mohla stát součástí vědy, až když byla kalorická teorie tepla zavržena.⁸⁸ A teprve když už byla nějakou dobu součástí vědy, mohlo se ukázat, že jde z hlediska logiky o teorii vyššího typu, která není ve sporu s teoriemi předcházejícími. Je těžké si představit, že by nové teorie mohly vzniknout, aniž by destruktivním způsobem změnilly představy o přírodě. Představa, že vyšší teorie může logicky zahrnout teorii nižší, je sice jedním z možných pohledů na vztah mezi po sobě následujícími vědeckými teoriemi, avšak z historického hlediska je nepřijatelná.

Podle mého názoru by ještě před sto lety bylo možno problém nevyhnutelnosti vědeckých revolucí opustit na tomto místě. Dnes se to však bohužel učinit nedá, protože výše rozvíjený názor na tento problém za předpokladu, že přijmeme v současnosti převažující interpretaci povahy a funkce vědecké teorie, nelze udržet. Tuto interpretaci, která je úzce spojena s raným logickým pozitivismem, jeho nástupci kategoricky neodmítli. Omezila by však rozsah a význam přijaté teorie do té míry, že by byl odstraněn možný spor s nějakou teorií pozdější, jejíž předpovědi by se vztahovaly k témuž přírodnímu jevu. Nejznámější a nejsilnější případ tohoto omezeného pojetí vědecké teorie se objevil během diskuse o vztahu mezi současnou einsteinovskou dynamikou a rovnicemi starší dynamiky,

⁸⁸ S. P. Thompson, *Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs*, I, London 1910, str. 266–281.

historická fakta, musí dojít k názoru, že věda nesměřuje k ideálu, který by plynul z představy o jejím kumulativním charakteru. Snad může existovat jiný podnik tohoto druhu.

Poté co nás setrvalý charakter faktů dovedl až sem, může se při druhém pohledu na námi již odkrytou půdu zdát, že novinky získávané kumulativním způsobem jsou nejen vzácné, nýbrž v principu i nepravděpodobné. Normální výzkum, který skutečně je kumulativní, vděčí za svůj úspěch schopnosti vědců pravidelně volit problémy, které je možno řešit pojmovými a instrumentálními technikami blízkými technikám stávajícím. (Proto nějaké výstřední řešení užitečných problémů – bez ohledu na jejich vztah ke stávajícím znalostem a technikám – může bránit vývoji vědy.) Člověk, který se snaží vyřešit problém vymezený stávajícími znalostmi a současnou technikou, netápe. Ví, čeho chce dosáhnout, a podle toho navrhuje své nástroje a zaměřuje své úsilí. Nečekaná novinka nebo nový objev se mohou objevit, pouze pokud se ukáží být očekávání stran chování přírody a vlastností instrumentů nesprávná. Často je důležitost výsledného objevu úměrná nejen rozsahu anomálie, která tento objev předznamenala, ale i obtížím s jejím řešením. Je zřejmé, že musí docházet ke sporu mezi paradigmatem, které odhaluje anomálie, a tím, které anomálie uvádí jako něco, co se blíží zákonu. Příklady objevů učiněných destrukcí paradigmatu, které jsme zkoumali v šestém oddíle, před nás nestaví pouhé historické náhody. Neexistuje účinnější způsob odhalování objevů.

Stejný argument se dá ještě průkazněji použít u objevů nových teorií. Existují v principu pouze tři typy jevů, o nichž lze rozvinout novou teorii. První se týká jevů, které již byly v rámci existujícího paradigmatu dostatečně prozkoumány, a ty jen zřídka poskytují motiv nebo východisko pro konstruování teorie. Pokud se tak stane, jak tomu bylo v případě tří slavných anticipací zmíněných v sedmém oddíle, pak vědci výsledné teorie zřídka přijímají, protože příroda neposkytuje důvody pro upřednostnění jedné teorie před druhou. Druhou skupinu jevů tvoří ty, jejichž povahu stávající paradigma naznačuje, ale jejichž podrobnosti je možno pochopit jen formulací další teorie. Na tyto jevy se věda zaměřuje po většinou, ale takový výzkum spíše pomáhá artikulaci paradigmatu stávajícího než objevu paradigmatu nového. Jen když pokusy o artikulaci selžou, setkávájí se vědci s třetím typem jevů, s anomáliemi, jejichž charakteristickým rysem je, že houževnatě vzdorují přizpůsobení se

stávajícímu paradigmatu. Nové teorie vznikají pouze z jevů tohoto typu. Paradigma poskytuje všem jevům – s výjimkou anomálií – ve vědeckém zorném poli místo, které je určené teorií.

Vznikají-li nové teorie kvůli vyřešení anomálie vztahující se k již existující teorii přírody, pak ty z nich, které jsou úspěšné, musí v určitém bodu dovolit předpovědi odlišné od předpovědí vycházejících z teorií minulých. Tento rozdíl by nenastal, kdyby tyto dvě teorie byly logicky slučitelné. Během procesu asimilace musí druhá teorie nahradit prvou. Dokonce i taková teorie, jako zákon zachování energie, která se dnes zdá být logickou superstrukturou vztahující se k přírodě pouze prostřednictvím nezávisle ustavených teorií, se historicky vyvinula na základě destrukce paradigmatu. Vznikla z krize, jejíž podstatným prvkem byla otázka slučitelnosti newtonovské dynamiky a některých dříve formulovaných důsledků kalorické teorie tepla. Teorie zachování energie se mohla stát součástí vědy, až když byla kalorická teorie tepla zavržena.⁸⁸ A teprve když už byla nějakou dobu součástí vědy, mohlo se ukázat, že jde z hlediska logiky o teorii vyššího typu, která není ve sporu s teoriemi předcházejícími. Je těžké si představit, že by nové teorie mohly vzniknout, aniž by destrukčním způsobem změnilly představy o přírodě. Představa, že vyšší teorie může logicky zahrnout teorii nižší, je sice jedním z možných pohledů na vztah mezi po sobě následujícími vědeckými teoriemi, avšak z historického hlediska je nepřijatelná.

Podle mého názoru by ještě před sto lety bylo možno problém nevyhnutelnosti vědeckých revolucí opustit na tomto místě. Dnes se to však bohužel učinit nedá, protože výše rozvíjený názor na tento problém za předpokladu, že přijmeme v současnosti převažující interpretaci povahy a funkce vědecké teorie, nelze udržet. Tuto interpretaci, která je úzce spojena s raným logickým pozitivismem, jeho nástupci kategoricky neodmítli. Omezila by však rozsah a význam přijaté teorie do té míry, že by byl odstraněn možný spor s nějakou teorií pozdější, jejíž předpovědi by se vztahovaly k témuž přírodnímu jevu. Nejznámější a nejsilnější případ tohoto omezeného pojetí vědecké teorie se objevil během diskuse o vztahu mezi současnou einsteinovskou dynamikou a rovnicemi starší dynamiky,

⁸⁸ S. P. Thompson, *Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs*, I, London 1910, str. 266–281.

kteří vyplývají z Newtonových *Principií*. Z hlediska našeho eseje jsou tyto dvě teorie zásadně neslučitelné, stejně jako koperníkovská a ptolemaiovská astronomie: Einsteinova teorie může být přijata pouze za předpokladu, že Newtonova teorie bude prohlášena za chybnou. Tento názor je dnes v menšině.⁸⁹ Musíme proto prozkoumat nejrozsáhlejší námitky proti tomuto názoru.

Jádro těchto námitek se dá rozvinout následujícím způsobem: relativistická dynamika nemůže ukázat, že je newtonovská dynamika špatná, protože ji dosud s velkým úspěchem používá většina inženýrů a – u některých vybraných aplikací – i mnozí fyzikové. Oprávněnost této starší teorie se dá navíc prokázat z teorie, která ji v ostatních aplikacích nahradila. Einsteinova teorie se dá použít k důkazu, že předpovědi učiněné na základě newtonovských rovnic jsou stejně dobré jako naše měřicí přístroje, a to ve všech aplikacích, které vyhoví jistému malému počtu omezujících podmínek. Má-li například Newtonova teorie poskytnout dobré přibližné řešení, musí vzájemná rychlost uvažovaných těles být malá ve srovnání s rychlostí světla. Na základě těchto a několika dalších podmínek se proto dá newtonovská teorie odvodit z teorie einsteinovské jako její speciální případ.

Stále však lze namítnout, že žádná teorie nemůže být ve sporu s některým ze svých speciálních případů. Zdání, že einsteinovská věda prokázala nesprávnost newtonovské dynamiky, plyne pouze z toho, že někteří newtoniáni byli neopatrní a tvrdili, že newtonovská teorie poskytuje výsledky zcela přesné nebo takové, které platí i při vysokých relativních rychlostech. Pro takové tvrzení neměli žádný důkaz, a tím se zpronevěřili standardům vědy. Až doposud byla newtonovská teorie teorií vpravdě vědeckou, byla podporována platnými důkazy, a stále takovou je. Pouze výstřední tvrzení o této teorii – která by se nikdy nebyla stala součástí vědy – se v rámci Einsteinovy teorie mohla ukázat jako chybná. Je-li newtonovská teorie prosta těchto pouze lidských výstředností, pak nebude a nemůže být zpochybňována.

Některé z těchto argumentů stačí na to, aby jakoukoli teorii používanou ve větší skupině vědců učinily odolnou vůči možným útokům. Například i ta nejochromanější teorie – teorie flogistonu –

⁸⁹ Viz např. poznámku P. P. Wienera v *Philosophy of Science*, XXV, 1958, str. 298.

dala vzniknout mnoha fyzikálním a chemickým jevům. Vysvětlovala, proč tělesa hoří – byla bohatá na flogiston – a proč kovy mají tolik společných vlastností s rudami. Všechny kovy byly složeny z různých elementárních zemin sloučených s flogistonem, a ten, protože byl společný všem kovům, byl příčinou jejich společných vlastností. Flogistonová teorie také vysvětlovala mnoho reakcí, při nichž vznikala kyselina v důsledku hoření substancí, jako jsou síra či uhlík. Vysvětlovala také zmenšování objemu vzduchu v případě, že k hoření docházelo v uzavřeném prostoru – flogiston uvolňovaný hořením „kazil“ pružnost vzduchu, který flogiston absorboval, stejně jako oheň „kazí“ pružnost ocelové pružiny.⁹⁰ Pokud by si teoretici flogistonu činili svou teorií nárok pouze na tyto jevy, pak by jejich teorie nemohla být nikdy zpochybněna. Podobný argument by bylo možno uplatnit na jakoukoli teorii použitou na nějaký obor jevů.

Má-li se teorie tímto způsobem zachránit, pak obor její aplikace musí být omezen na jevy a přesnost pozorování, pro které již existují experimentální důkazy.⁹¹ Jsou-li tyto aplikace dovedeny o krok dále (a tomuto kroku se dá stěží zabránit poté, co byl učiněn krok první), stanovená omezení nedovolují vědci tvrdit, že hovoří „vědecky“ o dosud nepozorovaných jevech. Už dnešní forma těchto omezení brání vědcům opírat se ve vlastním výzkumu o teorii všude tam, kde výzkum vstupuje do oblasti, pro kterou dosavadní praxe ani teorie nenabízejí precedens, nebo kde se snaží o dosud bezprecedentní stupeň přesnosti. Je logické, že tyto zákazy jsou bez výjimek. Kdyby však byly přijaty, znamenalo by to konec výzkumu, kterým se věda může dále rozvíjet.

Až dosud byl náš problém zdánlivě tautologií. Bez víry v nějaké paradigma by nemohla normální věda existovat. Tato víra musí navíc být rozšířena i na oblasti a stupně přesnosti, pro které dosud neexistují precedenty. Kdyby tomu tak nebylo, nemohlo by paradigma poskytovat dosud nevyřešené hádanky. Na důvěře v paradigma

⁹⁰ J. B. Conant, *Overthrow of the Phlogiston Theory*, Cambridge 1950, str. 13–16 a J. R. Partington, *A Short History of Chemistry*, 2. vyd., London 1951, str. 85–88. Nejúplnějším a nejzasvěcenějším výčet výsledků flogistonové teorie viz H. Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique*, Paris 1930, část II.

⁹¹ Srv. důsledky, k nimž se došlo naprosto rozdílnými způsoby analýzy u R. B. Braithwaitea, *Scientific Explanation*, Cambridge 1953, str. 50–87, zvl. str. 76.

však nezávisí pouze normální věda. Kdyby existující teorie spojovala vzájemně vědce pouze v ohledu na existující aplikace, nemohla by existovat žádná překvapení, žádné anomálie nebo krize. Ale to jsou právě milníky, které vyznačují cestu k mimořádné vědě. Kdybychom měli brát doslova pozitivistická omezení oboru, v němž lze legitimně aplikovat teorie, musel by přestat fungovat mechanismus, který vědeckému společenství určuje, co může vést k důležité změně. Pokud se tak stane, vrátí se společenství nevyhnutelně k jakémusi předparadigmatickému stavu, k podmínkám, v nichž všichni členové společenství pracují vědecky, ale hrubý produkt jejich práce vědu jen stěží připomíná. Je možné se divit, že za významný vědecký rozvoj se platí rizikem, že se víra v paradigma ukáže být neoprávněná?

Podstatné je, že se odkrývá logická mezera v pozitivistické argumentaci, a ta nás bezprostředně uvede zpět do povahy revolučních změn. Dá se newtonovská dynamika skutečně *odvodit* z dynamiky relativistické? Jak by takové odvození vypadalo? Představme si řadu výroků E_1, E_2, \dots, E_n , která dohromady dává soubor zákonů relativistické teorie. Tyto výroky obsahují proměnné a parametry zastupující polohu v prostoru, čas, klidovou hmotnost atd. Z nich lze za pomoci logického a matematického aparátu odvodit celou řadu dalších výroků, včetně těch, které mohou být ověřeny pozorováním. Abychom prokázali přiměřenost newtonovské dynamiky jako speciálního případu relativity, musíme k této řadě připojit další výrok E_i ve tvaru $(v/c^2) \ll 1$, kterým se obor parametrů a proměnných omezí. S rozšířenou řadou výroků se potom pracuje tak, aby výsledkem byla nová řada N_1, N_2, \dots, N_m , která je co do své formy totožná z newtonovskými zákony pohybu, s gravitačním zákonem atd. Je vidět, že newtonovská dynamika byla odvozena z dynamiky einsteinovské za několika málo omezujících podmínek.

Toto odvození bylo však – přinejmenším doposud – nesprávné. I když N_i jsou speciálním případem relativistické mechaniky, nejsou to Newtonovy zákony. Přinejmenším jimi nejsou, dokud je nebudeme interpretovat způsobem, který by byl možný i před Einsteinovou prací. Proměnné a parametry, které v einsteinovských výrocích E_i zastupují polohu v prostoru, čas, hmotnost atd., se ale objevují v N_i a tam zastupují také einsteinovský prostor, čas a hmotnost. Ale fyzikální pojmy v einsteinovském pojetí nejsou nijak totožné s pojmy v pojetí newtonovském, i když nesou totéž jméno.

(Newtonovská hmotnost se zachovává; einsteinovská se dá převést na energii. Pouze při malých rychlostech se obě dají měřit stejným způsobem a ani tehdy je nelze považovat za totožné.) Nezměníme-li definice proměnných obsažených v N_i , nejsou námi odvozené výroky newtonovské. Pokud je změníme, nemůžeme vlastně říci, že jsme *odvodili* Newtonovy zákony, přinejmenším ne ve všeobecně známém významu slova „odvodit“. Naše argumenty samozřejmě vysvětlily, proč se zdálo, že Newtonovy zákony fungují. Tím jsme například vysvětlili jednání řidiče automobilu, který žije v jakoby newtonovském vesmíru. Stejný argument se používá při odůvodňování faktu, že zeměměřiči se učí geocentrické astronomii. Tento argument však dosud nesplnil to, co bylo mým úmyslem. Neukázal totiž Newtonovy zákony jako hraniční případ zákonů Einsteinových. Při hraničním přiblížení se však nemění pouze forma zákonů. Musíme současně změnit také základní strukturální prvky z nichž se skládá vesmír, na který tyto zákony aplikujeme.

Nutnost změny významu zavedených a všeobecně známých pojmů je ústředním bodem revolučního působení Einsteinovy teorie. Jakkoli pronikavé jsou změny od geocentrismu k heliocentrismu, od flogistonu ke kyslíku, od částic k vlnám, výsledná změna pojmů neúčinkuje na v minulosti zavedená paradigma nějakým podstatně destruktivním účinkem. V těchto změnách můžeme dokonce spatřovat prototyp revolučního obratu v orientaci vědy. Právě proto, že přechod od newtonovské mechaniky k mechanice einsteinovské v sobě nezahrnuje zavedení nějakých nových předmětů nebo pojmů, podává obzvlášť jasný a názorný příklad, v němž se vědecká revoluce ukazuje jako přesun pojmové sítě, skrze niž vědci pohlížejí na svět.

Tyto úvahy by měly dostatečně ukázat to, co by v jiném filosofickém prostředí mohlo platit. Přinejmenším pro vědce se zjevné rozdíly mezi zrušenou vědeckou teorií a jejím nástupcem většinou ukazují jako skutečné. I když lze na starší teorii pohlížet jako na zvláštní případ jejího aktuálního nástupce, je nutno ji pro tento účel pozměnit. A tato přeměna se dá podniknout jen při výhodně zaujatém stanovisku k minulosti, pod výslovným vedením teorie novější. I kdyby tato přeměna byla legitimním prostředkem k využití starší teorie, jejím výsledkem by byla pouze teorie omezená do té míry, že by mohla znovu formulovat jen to, co již bylo dříve známo. Z eko-

nomického hlediska by opětovná formulace mohla být užitečná, avšak nestačí k tomu, aby vedla výzkum.

Shodněme se na tom, že rozdíly mezi po sobě jdoucími paradigmaty jsou nutné a nesmiřitelné. Můžeme pak říci s větší jasností, jakého druhu tyto rozdíly jsou? Nejzjevnější rozdíly jsme již opakovaně ukázali na příkladech. Po sobě následující paradigmatata tvrdí o částech vesmíru a o jejich chování odlišné věci. Vzájemně se liší v otázkách existence subatomárních částic, hmotné povahy světla, zachování tepla či energie. To jsou podstatné rozdíly mezi po sobě jdoucími paradigmaty, které nepotřebují další vysvětlení. Paradigmatata se však liší ve své podstatě, nejen protože se týkají přírody, nýbrž zpětně také vědy, ze které vznikla. Jsou zdrojem metod, okruhů problémů a standardních řešení, které v dané době vědecké společnosti přijímá. Proto přijetí nového paradigmatu nutně vyvolá nové vymezení té které vědy. Některé starší problémy mohou být postoupeny jiným vědám nebo mohou být prohlášeny za zcela „nevědecké“. Jiné, které dosud neexistovaly nebo byly triviální, se mohou v rámci nového paradigmatu stát archetypy důležitých vědeckých výsledků. A stejně jako problémy se mění i standardy, podle kterých se rozlišuje mezi pravým vědeckým řešením a pouhou metafysickou spekulací, slovní hříčkou nebo matematickou hrou. Tradice normální vědy, která se objeví v průběhu vědecké revoluce, je nejen neslučitelná s tradicí minulou, ale často je s ní zcela nesouměřitelná.

Vliv Newtonovy práce na normální tradici vědecké praxe sedmáctého století poskytuje působivý příklad pronikavého účinku vyvolaného posunem paradigmatu. Před Newtonovým narozením se „nové vědě“ 17. století podařilo alespoň odmítnout aristotelské a scholastické výklady, založené na esencích hmotných těles. Tvzení, že kámen padá proto, že jeho „přirozenost“ jej žene směrem ke středu vesmíru, se tak ukázalo být pouhou tautologickou slovní hříčkou. Tak tomu ovšem dříve nebylo. Od opuštění teorie esencí se celý proud smyslových jevů, včetně barvy, chuti a dokonce i hmotnosti vysvětloval pomocí rozměrů, tvarů a pohybů elementárních částíček, které tvořily základ hmoty. Připisovat další kvality elementárním atomům znamenalo uchýlovat se k okultismu, a tedy k něčemu za hranicemi vědy. Molière přesně zachytil tohoto ducha, když se vysmíval doktorovi vysvětlujícímu uspávací účinek opia tím, že mu připisoval uspávací potenci. Ve druhé polovině sedm-

náctého století by možná vědci spíše řekli, že okrouhlý tvar částic opia jim umožňuje konejšit nervy, kterými se pohybují.⁹²

V předchozím období bylo vysvětlování jevů pomocí okulturních, skrytých kvalit nedílnou součástí tvůrčí vědecké práce. Ale víra sedmáctého století v mechanicko-částicová vysvětlení se ukázala být pro mnoho věd ohromně plodná proto, že odstranila problémy, které odolávaly obecně přijímaným řešením, a na jejich místo postavila problémy jiné. Například v dynamice jsou tři Newtonovy pohybové zákony spíše než výsledkem nových experimentů pokusem reinterpretovat všeobecně známá pozorování pohybem a vzájemným působením primárně neutrálních částic. Vezměme pouze jeden názorný příklad. Protože neutrální částice na sebe mohou vzájemně působit pouze dotykem, zaměřil mechanicko-korpuskulární názor na přírodu pohled vědy na zcela nový předmět studia, na změny pohybu částic v důsledku vzájemných srážek. Descartes tento problém otevřel a poskytl jeho první zdánlivé řešení. Huyghens, Wren a Wallis problém dovedli dále, částečně v experimentech se srážkami kyvadlových závaží, ale zvláště tak, že předcházející všeobecně známé charakteristiky pohybu použili na nový problém. „Akce“ a „reakce“, které se ve třetím pohybovém zákonu rovnají, jsou ty změny „množství“ pohybu, jež se odehrávají u částic při srážce. Tatáž změna pohybu poskytuje definici dynamické síly, která je zahrnuta ve druhém zákonu. V tomto a mnoha jiných případech dalo částicové paradigma v sedmáctém století vzejít novému problému a do značné míry i jeho řešení.⁹³

Přestože bylo Newtonovo dílo zaměřeno převážně na problémy mechanicko-korpuskulárního pohledu na svět, z něhož vycházely i standardy do díla začleněné, vyvolal účinek paradigmatu vzniklého z tohoto díla v oblasti problémů a standardů pro vědu legitimních změny, a to zčásti destruktivní. Tíže vyložená jako vlastní přitažlivost mezi oběma členy každé dvojice částic hmoty byla skrytou kvalitou v témže smyslu jako scholastický „sklon padat“ k zemi. Pro ty, kteří v situaci, kdy si standardy korpuskulárního přístupu

⁹² Částicová teorie viz M. Boas, *The Establishment of the Mechanical Philosophy*, in: *Osiris*, X, 1952, str. 412–541. Účinek tvaru částic na chuť viz tamt., str. 483.

⁹³ R. Dugas, *La mécanique au XVII^e siècle*, Neuchâtel 1954, str. 177–185, 284–298, 345–356.

uchovaly svou působnost, přijali *Principia* za své paradigma, bylo hledání mechanického vysvětlení tíže jedním z nejnaléhavějších problémů. Newton, stejně jako mnozí jeho následovníci v osmnáctém století, věnoval tomuto vysvětlení velikou pozornost. Zjevně jedinou možností v této situaci bylo odmítnutí Newtonovy teorie, neboť ta ve svém úsilí o vysvětlení tíže selhala. Tuto možnost vědci v široké míře přijímali. Nakonec však nezvítězil žádný z těchto názorů. Protože vědci nebyli schopni provozovat vědu bez *Principií* ani přizpůsobit toto dílo standardům korpuskulární teorie sedmnáctého století, přijímali postupně názor, že tíže je skutečně něčím tělesům vlastním. V polovině osmnáctého století byl tento výklad přijat téměř všeobecně a jeho výsledkem byl návrat ke scholastickým standardům (ten však neměl povahu kroku zpátky). Přitažlivost a odpudivost tvořily spolu s velikostí, tvarem, polohou a pohybem fyzikálně nepřevoditelné prvotní vlastnosti hmoty.⁹⁴

Změna standardů a okruhů problémů fyzikálních věd měla opět své důsledky. Například ve čtyřicátých letech osmnáctého století mohli badatelé v oboru elektřiny hovořit o přitažlivé „síle“ elektrické tekutiny, aniž by tím na sebe přivolali posměch, se kterým se o sto let dříve setkal Molièrův doktor. Díky úvahám o přitažlivé síle elektrické tekutiny začaly elektrické úkazy postupně ve stále větší míře vykazovat poněkud jiný řád, než když byly elektrické jevy považovány za účinek mechanického výtoku. Ten mohl působit pouze při přímém dotyku. Teprve když se elektrické působení na dálku stalo po právu předmětem studia, byl jako jeden z účinků tohoto působení pozorován jev, který dnes nazýváme elektrickým nabíjením indukci. Do té doby byl tento jev – pokud vůbec byl pozorován – připisován přímému působení elektrické „atmosféry“ nebo elektrickým svodům, jimž se v žádné laboratoři nebylo možno vyhnout. Nový pohled na účinky indukce byl na druhé straně klíčovými pro Franklinův rozbor leydenské láhve, a tedy pro vznik nového paradigmatu elektřiny. Dynamika a elektrostatika nebyly jedinými vědeckými obory, které byly ovlivněny tím, že se hledání vnitřních sil hmoty ukázalo jako oprávněné. Velká část literatury osmnáctého století vztahující se k chemickým afinitám a chemi-

⁹⁴ I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof*, Philadelphia 1956, kap. VI–VII.

kým substitučním řadám byla odvozena na základě tohoto supramechanického aspektu newtonovské teorie. Chemikové, kteří věřili v rozdíly mezi přitažlivostí mezi rozličnými chemickými složkami, navrhovali dosud neznámé pokusy a hledali nové druhy reakcí. Bez údajů a chemických pojmů, které se během tohoto procesu vyvinuly, by nebylo pozdější Lavoisierovo dílo – a zvláště dílo Daltonovo – srozumitelné.⁹⁵ Změny standardů určujících přípustnost problémů, pojmy a vysvětlení mohou proměnit celou vědu. V následujícím oddíle dokonce budu tvrdit, že v jistém smyslu mohou změnit svět.

Další příklady těchto nepodstatných rozdílů mezi po sobě následujícími paradigmaty můžeme čerpat z dějin kterékoli vědy a z téměř jakéhokoli období jejího vývoje. Pro tuto chvíli se spokojme s dvěma mnohem stručnějšími příklady. Před revolucí v chemii spočíval jeden ze všeobecně uznávaných úkolů v tom, že se hledalo vysvětlení kvalit chemických substancí a jejich změn v průběhu chemických reakcí. S pomocí několika málo elementárních „principů“ – z nichž jedním byl flogiston – vysvětlovali chemikové, proč jsou některé substance kyselé, jiné mají vlastnosti kovů, jiné jsou hořlavé atd. V tomto směru se dosáhlo určitého úspěchu. Už jsme uvedli, že pomocí flogistonu se vysvětlovalo, proč jsou kovy takové, jaké jsou. Podobné argumenty se našly i pro kyseliny. Avšak Lavoisierova reforma s konečnou platností odstranila chemické „principy“, a tím připravila chemii o určitou, částečně skutečnou a z velké části potenciální sílu podávat vysvětlení. Aby se tato ztráta vyrovnala, bylo třeba provést změny standardů. Z toho, že se v průběhu devatenáctého století nepodařilo vysvětlit kvality sloučenin, nebylo možno vinit chemickou teorii.⁹⁶

Clerk Maxwell sdílel v devatenáctém století s dalšími zastánci vlnové teorie přesvědčení, že světelné vlnění se šíří jen díky hmotnému étheru. Standardním problémem pro nejschopnější Maxwellovy současníky byl návrh mechanického prostředí, které by takové vlnění neslo. Vlastní Maxwellova elektromagnetická teorie světla však vůbec neuvažovala o nějakém prostředí nesoucím světelné vlny, a tím způsobila, že nalezení nějakého možného vysvětlení takového prostředí bylo mnohem těžší než kdykoli předtím. Zprvu

⁹⁵ Elektřina viz tamt., kap. VIII a IX. Chemie viz H. Metzger, cit. d., část I.

⁹⁶ E. Meyerson, *Identity and Reality*, New York 1930, kap. X.

byla Maxwellova teorie zavrhována právě z tohoto důvodu. Ale stejně jako u Newtonovy teorie se i u teorie Maxwellovy ukázalo, že obejt se bez ní je obtížné, a tak se jí dostalo statutu paradigmatu právě toho společenství, které bylo touto teorií změněno. Během prvních desetiletí dvacátého století se Maxwellovo lpění na názoru, že existuje mechanický éther, zdálo být stále více a více něčím, pro co existují jen ústní argumenty – i když tomu tak původně nebylo – a od pokusů o vytvoření takového étherického prostředí se upustilo. Vědci už nepovažovali za nevědecké hovořit o elektrických „přesu-
nech“, aniž by se určilo, co se přesouvá. Výsledkem opět byla nová řada problémů a standardů a ta měla přímou souvislost se vznikem teorie relativity.⁹⁷

Tyto charakteristické posuny v pojetí legitimních problémů a standardů vědeckého společenství by nebyly pro tento esej tak významné, kdyby se dalo předpokládat, že šlo o posuny od metodologicky nižšího typu k vyššímu. V takovém případě by se zdálo, že účinek těchto posunů je kumulativní. Není tedy divu, že někteří dějepisci tvrdili, že dějiny vědy zaznamenávají neustálý nárůst vyžívání a zjemňování pojetí povahy vědy.⁹⁸ Problém kumulativního vývoje vědeckých problémů a standardů je však obtížnější než problém kumulace teorií. Pokus o vysvětlení tíže – i když jej vědci v 19. století většinou úspěšně odmítali – se nezaměřoval na vnitřně neoprávněný problém, námitky proti vlastním silám nesměřovaly ani k jeho podstatné nevědeckosti, ani metafyzičnosti v hanlivém slova smyslu. Neexistovaly vnější standardy, které by dovolovaly takové soudy. To, co se objevilo, nebyl ani zánik, ani vznik standardů, ale jednoduše změna vyvolaná přijetím nového paradigmatu. Navíc bylo a dosud je možno tuto změnu zvrátit zpět. Einstein ve dvacátém století úspěšně vysvětlil gravitační přitažlivost a jeho vysvětlení vrátilo do vědy řadu kánonů a problémů, které, v tomto zvláštním ohledu, jsou mnohem podobnější problémům Newtonových předchůdců než jeho následovníků. Vývoj kvantové mechaniky také zvrátil metodologický zákaz, který měl svůj původ v chemické re-

voluci. Chemikové se nyní s velkým úspěchem pokoušejí vysvětlit barvu, skupenství a další kvality látek, které používají a vytvářejí ve svých laboratořích. Podobný zvrat se může skrývat i pod povrchem teorie elektromagnetického pole. Prostor pro současnou fyziku už není tím netečným a homogenním podkladem, který používají Newtonova i Maxwellova teorie; některé z vlastností prostoru nejsou nepodobny vlastnostem étheru; jednou možná zjistíme, co je vlastně onen elektrický přesun zač.

Předchozí případy nám posunem důrazu z kognitivní funkce paradigmatu na funkci normativní dovolují rozšířit porozumění způsobům, jimiž paradigma formuje vědecký život. Původně jsme zkoumali roli paradigmatu v principu tak, jakoby paradigma bylo hybnou silou vědecké teorie. V této roli funguje paradigma tak, že vědcům říká, které entity do přírody patří a které ne, a ohlašuje i jejich způsoby chování. Tato informace poskytuje mapu, jejíž detaily jsou postupně osvětlovány vyspělým vědeckým výzkumem. A protože je příroda příliš složitá a proměnlivá na to, aby byla prozkoumávána náhodným způsobem, je tato mapa pro setrvalý vývoj vědy stejně podstatná jako pozorování a experiment. Paradigma se díky teoriím, jež v sobě začleňuje, ukazuje být tím, co zakládá vědeckou činnost. V jiném ohledu však existují další základy vědy, a ty budou teď středem našeho zájmu. Důležité je, že předchozí příklad nám ukazuje, že paradigma poskytuje vědcům nejen mapu, nýbrž i jisté směry, které jsou pro mapování podstatné. Učí-li se vědec paradigmatu, osvojuje si teorii, metody a standardy, a to vše najednou, obvykle ve spleť směr. Proto tam, kde se paradigma mění, se obvykle vyskytují posuny jak v kritériích oprávněnosti problémů, tak v kritériích oprávněnosti jejich předpokládaných řešení.

Toto pozorování nás vrací zpět do bodu, z něž tento oddíl vyšel, protože nám poskytuje první výslovný náznak toho, proč se při volbě mezi dvěma soupeřícími paradigmaty pravidelně objevují otázky, jež není možno řešit za použití kritérií normální vědy. Do té míry, do jaké se budou vzájemně rozcházet v otázce toho, co je problém a co řešení, se budou dvě soupeřící vědecké školy nevyhnutelně míjet při diskusi o relativní hodnotě toho kterého paradigmatu. Ve zvláštní argumentaci kruhem, která je pravidelně výsledkem takové diskuse, se ukáže, že každé z paradigmat více nebo méně odpovídá těm kritériím, které si samo dává, a že úplně nebo zčásti nevyhovuje kritériím, které jsou určeny jeho soupeřem. Exis-

⁹⁷ E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, II, London 1953, str. 28–30.

⁹⁸ Skvělý a zcela současný pokus o uložení vědeckého vývoje do tohoto Prokrustova lože viz C. C. Gillispie, *The Edge of Objectivity: An Essay in the History of Scientific Ideas*, Princeton 1960.

tují však i další důvody neúplnosti logické souvislosti, která setrvale charakterizuje diskusi paradigmat. Protože například žádné z paradigmat neřeší všechny problémy, jež si samo určí, a protože nejsou taková dvě paradigmat, která by nechala nevyřešeny tytéž problémy, vyvolává diskuse mezi paradigmaty vždy otázku: Který problém je důležitější vyřešit dříve? Stejně jako při problému soupeřících standardů, může být tato otázka hodnoty vyřešena pouze za použití kritérií, která leží vně normální vědy, a právě toto odvolání se na vnější kritéria naprosto zřejmě činí diskusi mezi paradigmaty revoluční. Avšak jde o něco mnohem podstatnějšího, než jsou standardy a hodnoty. Dosud jsem tvrdil, že pouze paradigma má pro vědu zakládající ráz. Nyní bych chtěl ukázat, v jakém smyslu jsou paradigmaty zakládající i vůči přírodě.

X

REVOLUCE JAKO ZMĚNY POHLEDU
NA SVĚT

Při zkoumání záznamů o minulých výzkumech z hlediska současné historiografie může být historik vědy v pokušení zvolat, že tam, kde se mění paradigma, mění se s tímto paradigmatem i svět sám. Vědci, vedeni novým paradigmatem, si osvojují nové nástroje a vyhlížejí neprobádané oblasti. A co je ještě důležitější: v průběhu revoluce začínají vědci vidět nové a odlišné věci i tam, kde se důvěrně známými nástroji obracejí do již probádaných oblastí. Jakoby společenství odborníků bylo náhle přeneseno na jinou planetu, kde se s důvěrně známé předměty ukazují v odlišném světle a kde se s nimi poji předměty dosud neznámé. Samozřejmě, nic takového nenastane: takové přemístění v prostoru neexistuje; vně laboratoře pokračují každodenní události tak jako předtím. Změny paradigmatu nicméně způsobují, že vědci vidí odlišně svět svého vědeckého působení. Jestliže jedinými poukazy na tento svět jsou pouze jejich pozorování a práce, pak po vědecké revoluci je vidět, že vědci reagují na jiný svět.

Známé příklady projevů skokových změn vizuálního *Gestalt* to ukazují velmi zřetelně a mohou sloužit jako elementární prototyp přeměn vědeckého světa. Kachny předrevolučního světa se ve světě po revoluci ukáží být králíky. Člověk, který zprvu viděl shora vnějšek krabičky, vidí nyní zdola její vnitřek. Ačkoli podobné proměny nastupují obvykle pozvolna a téměř vždy nevratně, jsou přesto běžnými součástmi vědecké přípravy. Dívají-li se student a kartograf na obrysovou mapu, pak jeden vidí křivku na papíře, druhý obrázek terénu. Dívá-li se student na fotografii z bublinové komory, vidí změt lomených čar tam, kde fyzik vidí záznam nějaké známé jaderné události. Teprve po určitém počtu proměn svého pohledu se student stane obyvatelem vědeckého světa a vidí to, co vidí vědci, a reaguje na to, nač také vědci reagují. Svět, do kterého vědec vstupuje, však není světem daným jednou pro vždy: s přírodou na

jedné straně a vědou na straně druhé. Svět je spíše určován současně okolím i speciální tradicí normální vědy, kterou se student naučil následovat. V době revoluce, kdy se tradice mění, musí u vědce dojít k převýchově vnímání okolí. Vědec se musí naučit vidět i v některých důvěrně známých situacích nějaký nový *Gestalt*. Když se to naučí, bude se mu svět jeho výzkumu zdát zcela nesouměřitelný se světem, jehož obyvatelem až doposud byl. To je další důvod, proč se školy vedené odlišnými paradigmaty vždy poněkud míjejí.

Experimenty *Gestaltpsychologie* ve své neobvyklejší formě nározně ukazují pouze povahu proměn vnímání. Neříkají však nic o roli paradigmatu nebo o předchozí zkušenosti získané v procesu vnímání. K tomuto problému však existuje bohatý fond psychologické literatury, z níž většina vychází z průkopnických prací Hannoverkého institutu. Experimentální osoba, která si nasadí brýle s převraccujícími čočkami, zprvu vidí celý svět hlavou dolů. Zpočátku pracuje vnímací ústrojí tak, jak bylo naučeno bez brýlí – výsledkem je úplná ztráta orientace a vážná osobní krize. Avšak poté, co se pokusná osoba začne učit, jak zacházet s tímto novým světem, se celé její vizuální pole převrátí. Obvykle se tak stane po nějakém přechodném období, během kterého je vidění jednoduše zmatené. Potom už osoba vidí předměty tak, jak je viděla před nasazením brýlí. Reakcí na změnu vizuálního pole bylo přizpůsobení tohoto samotného, původně anomálního pole.⁹⁹ V doslovném i metaforickém smyslu slova lze říci, že vidění člověka, který si zvykl na převraccující čočky, prošlo revoluční proměnou.

Experimentální osoba, která podstupila experiment s anomálními kartami zmíněný v oddílu VI, zakusila podobnou proměnu. Dokud se tyto osoby po déle trvající zkušenosti nenaučily, že vesmír obsahuje anomální karty, viděly pouze ty typy karet, kterými je vybavila jejich předchozí zkušenost. Jakmile jim jednou zkušenost poskytla potřebné dodatečné kategorie, byly schopny vidět všechny anomální karty na první pohled. Ten trval jen po dobu nezbytně dlouhou, aby vůbec bylo možno nějakou identifikaci provést. Jiné experimenty ukazují, že vnímání rozměru, barvy atd. experimentál-

⁹⁹ Původní experimenty provedl G. M. Stratton, *Vision without Inversion of the Retinal Image*, in: *Psychological Review*, IV, 1897, str. 341–360, 463–481. Přehled novějšího data poskytuje H. A. Carr, *An Introduction to Space Perception*, New York 1935, str. 18–57.

ně ukazovaných předmětů se mění v závislosti na předchozím výcviku a na zkušenosti pokusné osoby.¹⁰⁰ Když člověk prochází bohatou odbornou literaturu, z níž jsou vzaty uvedené příklady, začne mít podezření, že něco jako paradigma je samo vůbec nutnou podmínkou vnímání. To, co člověk vidí, závisí na tom, nač se dívá, a také na tom, co se na základě předchozí vizuálně-pojmové zkušenosti naučil vidět. Bez takového výcviku by – slovy Williama Jamese – existoval jen „hloupý vířící zmatek“.

V minulých letech zjistili badatelé v oboru vědy, že experimenty výše popsaného druhu jsou velmi podnětné. Zvláště N. R. Hanson použil příklady z *Gestaltpsychologie* k vypracování některých důsledků vědeckého přesvědčení, kterými se zde zabývám já.¹⁰¹ Ostatní kolegové upozorňovali na to, že dějiny vědy by dávaly lepší a souvislejší smysl, kdyby se předpokládalo, že vědci občas zakoušejí podobný posun ve vnímání, jaký jsme popsali výše. Přestože jsou psychologické experimenty podnětné, nemohou být z povahy věci samé něčím více. Ukazují charakteristiku vnímání, které je *snad* pro vědecký vývoj ústřední, ale vůbec neukazují, že pečlivá a systematická pozorování, jež vědecktí výzkumníci provádějí, takový charakter mají. Sama povaha uvedených experimentů znemožňuje v tomto ohledu přímý důkaz. Má-li nějaký příklad z dějin ukázat, že jsou tyto psychologické experimenty relevantní, pak je třeba nejprve uvést, které druhy důkazu mohou či nemohou dějiny poskytnout.

Experimentální osoba, která podstupuje některý z pokusů, jež jsme uvedli jako příklady v rámci *Gestaltpsychologie*, ví, že se její vnímání posouvá proto, že tento posun může provést opakovaně tam i zpět, zatímco v ruce drží stále týž kousek papíru nebo tutéž knihu. Protože si je tento člověk vědom toho, že se v jeho okolí nic nezmění, nezaměřuje postupně svou pozornost na obrázek (kachny či králíka), nýbrž stále více na čáry na papíře, na které se dívá. Dokonce se může nakonec naučit dívat se na tyto křivky, aniž by vůbec nějaký obrázek viděl. Potom můžeme říci (a to jsme dříve legitimně nemohli), že to, co skutečně vidí, jsou křivky, ale že je vidí střídavě

¹⁰⁰ Viz např. A. H. Hastorf, *The Influence of Suggestion on the Relationship between Stimulus Size and Perceived Distance*, in: *Journal of Psychology*, XXIX, 1950, str. 195–217 a J. S. Bruner – L. Postman – J. Rodrigues, *Expectations and the Perception of Color*, in: *American Journal of Psychology*, LXIV, 1951, str. 216–227.

¹⁰¹ N. R. Hanson, *Patterns of Discovery*, Cambridge 1958, kap. I.

jako kachnu nebo jako králíka. Osoba, která se účastní experimentu s anomálními kartami, ví (či přesněji: dá se přesvědčit), že k posunu v jejím vnímání muselo dojít díky nějaké vnější autoritě, experimentátorovi, který ji ujišťoval, že bez ohledu na to co *vidí*, se *dívá* vždy *na* černou srdcovou pětku. V obou těchto případech, stejně jako ve všech podobných psychologických experimentech, závisí působivost důkazu na tom, zda je možno jej takto analyzovat. Pokud následuje nějaký vnější standard, vzhledem k němuž se posun ve vidění dá prokázat, není možno o případných proměnách vnímání vyvodit žádný závěr.

Avšak v případě vědeckého pozorování je situace právě opačná. Vědec se s tím, co vidí svými očima a za pomoci svých přístrojů, nemá k čemu odvolat. Pokud by existovala taková autorita, k jejímuž pohledu by bylo možno se odvolat, aby se ukázalo, zda došlo k nějaké změně vidění, pak tato autorita sama by se stala zdrojem dat a způsob jejího vidění by se stal zdrojem problémů (podobně jako je pokusná osoba zdrojem problémů pro psychologa). Problémy stejného druhu vyvstanou, pokud se bude chtít vědec „přepínat“ tam a zpět, jako to činila osoba, která byla předmětem experimentu *Gestaltpsychologie*. Doba, během které bylo světlo „někdy vlněním a někdy mělo částicovou povahu“, byla obdobím krize – obdobím, kdy něco bylo v nepořádku – a tato doba skončila teprve rozvojem vlnové mechaniky a zjištěním, že světlo je zvláštní samostatnou entitou, odlišnou jak od vlnění, tak od částic. Proto pokud je ve vědě změna paradigmatu provázena skokovou změnou vnímání, nedá se očekávat, že by vědci o takové změně mohli svědčit přímo. Vědec, který se přiklonil ke koperníkovskému názoru, neřekne: „Dosud jsem viděl planetu, teď ale vidím oběžnici.“ Přívrženec nové astronomie místo toho spíše řekne: „Kdysi jsem považoval Měsíc za planetu (nebo: spatřoval jsem v Měsíci planetu), ale byl to omyl.“ Taková tvrzení se opakují během doznívání vědeckých revolucí. Pokud se za nimi skrývají nějaké posuny vědeckého vidění nebo jiné myšlenkové proměny stejného účinku, nemůžeme čekat, že budou o takovém posunu bezprostředně svědčit. Důkaz toho, že se s novým paradigmatem změnil způsob vidění vědce, musíme hledat spíše nepřimo – ve vědcově chování.

Vraťme se nyní k faktům a položíme si otázku, jaké druhy proměn vědeckého světa může odhalit historik, který v takové změny věří. Objev Uranu sirem Williamem Herschelem poskytuje první příklad,

kteří je také blízkou paralelou k experimentu s anomálními kartami. V nejméně sedmnácti různých případech mezi roky 1690 až 1781 pozorovali mnozí astronomové – včetně několika evropských nejvýznamnějších pozorovatelů – takové postavení hvězd, které podle našich dnešních předpokladů muselo být stejné jako v době objevu planety Uran. Jeden z nejlepších pozorovatelů z této skupiny skutečně pozoroval po čtyři po sobě jdoucí noci roku 1796 hvězdu, avšak nezaznamenal její pohyb, který by jej mohl inspirovat k jiné identifikaci. Když Herschel o dvanáct let později pozoroval tentýž objekt, měl o hodně vylepšený teleskop vlastní výroby. Proto byl schopen zaznamenat výrazně okrouhlý tvar, který byl u hvězd neobvyklý. Něco tu nesedělo, a proto odložil identifikaci objektu na další zkoumání. To odhalilo pohyb Uranu vůči hvězdám a Herschel proto ohlásil, že spatřil novou kometu. Teprve o několik měsíců později po bezvýsledných pokusech přiblížit pozorovaný pohyb objektu oběžné dráze komety, Lexell naznačil, že oběžná dráha odpovídá dráze planety.¹⁰² Když byl tento návrh přijat, bylo ve světě odborných astronomů o několik hvězd méně a o jednu planetu více. Na nebeské těleso, které střídavě bylo i nebylo pozorováno téměř po celé jedno století, se po roku 1781 začalo pohlížet jinak, protože – stejně jako v případě anomálních karet – je nebylo možno dále přizpůsobovat kategoriím vnímání (hvězda či kometa), poskytovaných doposud převažujícím paradigmatem.

Posun v pohledu, který dovolil astronomům vidět v Uranu planetu, neovlivnil pouze vnímání jediného, v minulosti již pozorovaného objektu. Je pravděpodobné – i když pro to neexistuje jednoznačný důkaz –, že malá změna paradigmatu vyvolaná Herschelem pomohla astronomům připravit se na rychlý sled objevů mnoha menších planet a asteroidů po roce 1801. Tyto planetky a asteroidy však díky svým malým rozměrům nevykazovaly anomální zvětšení, které upozornilo Herschela. Avšak astronomové, připravení nalézat další planety, jich byli schopni za pomoci standardních přístrojů identifikovat v průběhu prvních padesáti let devatenáctého století dvacet.¹⁰³ Dějiny astronomie poskytují mnoho dalších příkladů pa-

¹⁰² P. Doig, *A Concise History of Astronomy*, London 1950, str. 115–116.

¹⁰³ R. Wolf, *Geschichte der Astronomie*, München 1877, str. 513–515 a 683–693. Zejména pozoruhodné je to, jak Wolfovo chápání ztěžuje pochopení těchto objevů jako důsledku Bodeho zákona.

radigmaticky vyvolaných změn vědeckého vnímání, i když některé z nich nejsou tak jednoznačné. Je například možné myslet si, že to, že západní astronomové spatřili změny na dosud neměnném nebi právě během půlstoletí po prosazení nového Koperníkova paradigmatu, je pouhá náhoda? Číňané, jejichž kosmologické pojetí nevyklučuje změny na nebesích, zaznamenali objev mnoha nových hvězd již mnohem dříve. Systematicky také zaznamenávali skvrny (dokonce bez pomoci teleskopu), objevující se na Slunci, a to mnoho staletí před tím, než je uviděli Galileo a jeho současníci.¹⁰⁴ Skvrny na Slunci a nové hvězdy však nebyly jedinými příklady nebeských změn, které se objevily na poli západní astronomie bezprostředně po Koperníkovi. Astronomové sklonku šestnáctého století za použití tradičních nástrojů – někdy dokonce tak jednoduchých, jako byl kousek nitě – opakovaně zaznamenávali, že komety putují libovolně prostorem až dosud vyhrazeným neměnným planetám a hvězdám.¹⁰⁵ Snadnost a rychlost, s nimiž astronomové spatřovali nové věci při pohledu na staré objekty starými přístroji, nás svádí k tvrzení, že astronomové žili v odlišném světě. V každém případě z jejich výzkumu se zdá, jako by tomu tak bylo.

Předchozí příklady byly vybrány z oboru astronomie proto, že zprávy o pozorování oblohy jsou často podávány pomocí slovníku skládajícího se z poměrně čistých termínů vztažených na pozorování. Pouze u takových zpráv můžeme doufat, že nalezneme něco jako úplnou paralelu mezi viděním vědce a viděním pokusné osoby v psychologickém experimentu. Nemusíme však trvat na úplnosti paralely a uvolněním měřítek můžeme dokonce získat. Spokojíme-li se s všedním použitím slovesa „vidět“, brzy poznáme, že už jsme se setkali s mnoha dalšími příklady posunu ve vědeckém vnímání, doprovázejícími změnu paradigmatu. Rozšířené používání slov „vnímání“ a „vidění“ si bude třeba brzy obhájit, ale budiž mi nejprve dovoleno ukázat na několika příkladech, jak se tyto termíny používají v praxi.

Podívejme se opět na okamžik na dva předchozí příklady z dějin elektřiny. V průběhu sedmnáctého století, kdy výzkumu elektřiny

vládla ta či ona teorie emanace, výzkumníci elektrických jevů opakovaně viděli, jak byly kovové pásky odpuzovány od těles, kterými byly nejprve přitahovány, nebo jak tyto pásky od nabitých těles odpadávají. Pozorovatelé v sedmnáctém století mohli říci, že to přinejmenším takto viděli, a na základě jejich zpráv nemáme důvod pochybovat o tom, že by jejich pozorování byla jiná než naše. Pokud by byl moderní pozorovatel postaven před tentýž přístroj, viděl by (místo mechanického nebo gravitačního odrazu) elektrostatické odpuzování. Z historického hlediska však nikdo elektrostatické odpuzování – až na jednu všeobecně opomíjenou výjimku – nepozoroval, a to až do doby, kdy Hauksbeeho přístroj silně zvětšil oblast jeho projevů. Odpuzování po elektrickém nabití dotykem bylo však jen jedním z mnoha jevů odpuzování, které Hauksbee viděl. Díky jeho výzkumu spíše než díky náhlé změně *Gestalt* se odpuzování stalo rázem základním projevem elektrického nabíjení a tím, co si žádalo vysvětlení, bylo vzájemné přitahování.¹⁰⁶ Elektrické jevy, pozorované na počátku devatenáctého století byly jemnější a různorodější než ty, které viděli pozorovatelé ve století sedmnáctém. Jinak řečeno, pozorovatelé, kteří se dívali na leydenskou láhev v době po přijetí Franklinova paradigmatu viděli něco jiného než před jeho přijetím. Z tohoto zařízení se náhle stal kondenzátor, který nemusel být nutně ze skla a ani nemusel mít tvar láhve. Místo toho nabyly na důležitosti dvě vodivá pokrytí – jedno z nich nebylo součástí původního zařízení. Jak dosvědčují zapsaná zkoumání i zakreslené obrázky, staly se dvě kovové desky a nevodič mezi nimi prototypem přístroje této třídy.¹⁰⁷ Současně s tím se dostalo nového popisu dalším indukčním jevům a jiné podobné jevy byly zaznamenány vůbec poprvé.

Posuny tohoto druhu se neomezují na astronomii a výzkumy elektřiny. Již jsme uvedli některé podobné proměny vidění, které lze odvodit z dějin chemie. Říkáme, že Lavoisier viděl kyslík tam, kde Priestley viděl deflogistovaný vzduch a kde jiní neviděli vůbec nic. Tím, že se Lavoisier naučil vidět kyslík, však zároveň změnil pohled na mnohé další dobře známé substance. Viděl například složeninu rud tam, kde Priestley a jeho současníci viděli elementární zeminu,

¹⁰⁴ J. Needham, *Science and Civilization in China*, III, Cambridge 1959, str. 423–429 a 434–436.

¹⁰⁵ T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution*, Cambridge (Mass.) 1957, str. 206–209.

¹⁰⁶ D. Roller – D. H. D. Roller, *The Development of the Concept of Electric Charge*, Cambridge (Mass.) 1954, str. 21–29.

¹⁰⁷ Viz pojednání v VII. kap. a literatura, kterou uvádí tam zmíněná pozn. 9.

a takových změn bylo více. Výsledkem objevu kyslíku bylo přinejmenším to, že Lavoisier viděl přírodu odlišným způsobem. A není-li možno se odvolat na nějakou hypoteticky neměnnou přírodu, kterou „viděl jinak“, pak zásada ekonomie nás nutí říci, že Lavoisier po objevu kyslíku pracoval v jiném světě.

Za okamžik budeme zkoumat možnost, jak tomuto podivnému způsobu vyjadřování zamezit, ale nejprve zkoumejme další příklad jeho použití, totiž příklad získaný z jedné z nejlépe známých částí Galileova díla. Již v dávné minulosti viděli mnozí lidé, že hmotné těleso se na struně či řetězu houpe sem a tam tak dlouho, dokud se nakonec nezastaví. Pro aristoteliky, kteří věřili, že hmotné těleso se díky své vlastní povaze pohybuje z vyšší polohy do přirozeného klidového stavu – polohy nižší, bylo kývající se těleso něčím, co padá, ovšem s určitou obtíží. Těleso omezované v pohybu řetězem mohlo dosáhnout klidové polohy v nejnižším bodě jen po křivolukém pohybu a určitém čase. Na druhé straně Galileo viděl při pohledu na kývající se těleso kyvadlo, těleso, kterému se téměř daří opakovat tentýž pohyb znovu a znovu do nekonečna. Tím, že to viděl, vyzoroval Galileo mnoho dalších vlastností kyvadla a na nich postavil mnoho nejvýznačnějších a originálních částí své nové dynamiky. Z vlastností kyvadla například Galileo odvodil svůj jediný úplný a nesporný argument pro nezávislost rychlosti pádu na hmotnosti, stejně jako argument pro vztah mezi vertikální výškou a konečnou rychlostí pohybu na nakloněné rovině.¹⁰⁸ Všechny tyto přírodní jevy viděl odlišným způsobem, než jakým na ně bylo nazíráno dosud.

Proč došlo k tomuto posunu pohledu? Samozřejmě, došlo k němu díky Galileově osobní genialitě. Připomeňme však, že to, co se samo ukázalo v přesnějším nebo objektivnějším pozorování kývajícího se tělesa, nebyla ona genialita. Z popisného hlediska je aristotelské vnímání stejně přesné. Zaznamenal-li Galileo, že perioda kyvu kyvadla nezávisí na amplitudě, a ta že nepřesáhne 90°, pak jeho způsob pohledu na kyvadlo jej vedl k tomu, že v něm viděl mnohem více pravidelností, než bychom v něm mohli odhalit dnes.¹⁰⁹ Spíše se zdá, že to, co hrálo roli, bylo geniální využití možných způsobů

vnímání. Tyto posuny umožnil posun středověkého paradigmatu. Galileo nebyl vychován zcela aristotelicky. Naopak, naučil se provádět rozbor pohybu v rámci teorie impetu, tedy v rámci paradigmatu pozdního středověku. V tomto paradigmatu se předpokládalo, že pohyb, který pokračuje i po té, co přestala působit bezprostřední příčina, se děje díky vnitřní síle, kterou tělesu uděluje to, co pohyb prvotně způsobilo. Jean Buridan a Nikolai Oresmus, scholastikové čtrnáctého století, kteří dovedli teorii impetu až k nejdokonalejším formulacím, byli první mužové, o nichž se ví, že v kmitavém pohybu viděli alespoň částečně to, co v něm spatřoval Galileo. Buridan popisuje pohyb kmitající struny tak, že je při něm impetus nejprve udělen úderem na strunu; impetus se následně spotřebovává tím, že se struna pohybuje proti odporu svého napětí. Napětí pak přitahuje strunu zpět a udílí narůstající impetus, dokud není dosaženo střední polohy; pak impetus pohybuje strunou do opačného směru, opět proti směru napětí struny, a tak dále, v symetrickém ději, který může pokračovat donekonečna. Později v témže století Oresmus načrtl podobný rozbor kývajícího se kamene, který se dnes ukazuje být prvním pojednáním o kyvadle.¹¹⁰ Je zřejmé, že jeho pohled je velmi blízký pohledu, se kterým Galileo poprvé přistoupil ke zkoumání kyvadla. Přinejmenším v případě Oresmově a téměř jistě také v případě Galileově to byl způsob pohledu, který byl možný jen díky přechodu od aristotelského paradigmatu pohybu k paradigmatu scholastického impetu. Dokud nedošlo k objevu scholastického paradigmatu, neexistovala pro vědce k vidění žádná kyvadla, ale pouze kývající se kameny. Kyvadlo se prolomilo do existence něčím, co se velmi podobalo paradigmatem způsobené změně *Gestalt*.

Je však skutečně nutné, abychom to, co dělí Galilea od Aristotela a Lavoisiera od Priestleyho, popisovali jako proměnu pohledu? Viděli tito mužové *skutečně* rozdílné věci, když se *dívali* na předměty téhož druhu? Má skutečně legitimní smysl otázka, že svým výzkumům se věnovali v rozdílných světech? Tyto otázky už nelze déle odkládat, protože zřejmě existuje jiný, mnohem obvyklejší způsob, jak všechny tyto výše načrtnuté historické příklady popsat. Mnozí čtenáři jistě budou chtít říci, že změny paradigmatu jsou pouze vědeckou interpretací pozorování, která sama jsou jednou provždy

¹⁰⁸ G. Galilei, *Dialogues concerning Two New Sciences*, III, přel. H. Crew a A. de Salvio, Evanston 1946, str. 80–81.

¹⁰⁹ Tamt., str. 91–94 a 244.

¹¹⁰ M. Claget, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, Madison (Wis.) 1959, str. 537–538 a 570.

fixována povahou prostředí a nástroji vnímání. Z tohoto pohledu viděli Priestley i Lavoisier kyslík, ale svá pozorování interpretovali různě; Aristotelés i Galileo viděli kyvadlo, ale lišili se vzájemně v interpretaci toho, co viděli.

Budíž mi zde dovoleno říci, že tento velmi obvyklý názor na to, k čemu dochází, když vědci mění svůj názor na důležité věci, nemůže být ani zcela špatný, ani pouhým omylem. Je spíše bytostnou částí filosofického paradigmatu, které začalo u Descarta a rozvíjelo se ve stejné době jako newtonovská dynamika. Toto paradigma sloužilo jak vědě, tak filosofii. Jeho využití, stejně jako použití dynamiky samotné, bylo plodné – přineslo základní poznání, kterého by asi nebylo možno dosáhnout jiným způsobem. Příklad newtonovské dynamiky však také ukazuje, že dokonce ani nejnovější ohromující úspěchy nezaručují, že se krize může odkládat donekonečna. Všechny dnešní výzkumy ve filosofii, psychologii, lingvistice a dokonce i v historii směřují k závěru, že s tradičním paradigmatem není něco v pořádku. Selhávání paradigmatu je také stále zřejmějším při studiu dějin vědy, kterým zde většinou věnujeme svou pozornost.

Žádná z těchto krizí ohlašujících problém však doposud neposkytla nějakou životaschopnou alternativu k tradičnímu epistemologickému paradigmatu. Všichni však začali prohlašovat, jaká má být charakteristika takového paradigmatu. Jsem si kupříkladu sám dobře vědom nesnáží, které vzniknou tím, že se řekne, že když se Aristotelés i Galileo dívali na kývající se kámen, viděl Aristotelés vázaný pád a Galileo kyvadlo. Stejně potíže spočívají – v dokonce ještě podstatnější formě – v úvodní větě tohoto oddílu: ačkoli se svět se změnou paradigmatu nemění, přesto vědci po takové změně pracují v odlišném světě. Jsem nicméně přesvědčen, že se musíme naučit dávat smysl přinejmenším podobným tvrzením. To, co se děje během vědecké revoluce, se nedá plně převést na reinterpretaci jednotlivých pevných faktů. Za prvé: tato data nejsou jednoznačně pevná. Kyvadlo není padající kámen a kyslík není deflogistovaný vzduch. Jak ale brzy uvidíme, jsou data, která vědci o rozličných objektech shromažďují, sama o sobě různá. A co je ještě důležitější – proces, ve kterém jedinec nebo společenství vykonává přechod od omezeného pádu ke kyvadlu, od deflogistovaného vzduchu ke kyslíku, nemá charakter interpretace. Jak by také mohl být interpretací, když zde nejsou žádné pevné údaje, jež by vědci mohli interpretovat? Vědec, který se chopí nového paradigmatu, spíše než

interpretem je člověkem, jenž nosí obrácené brýle. Je postaven před tutéž konstelaci předmětů jako doposud a ví, že tomu tak je. Přesto však shledává, že tyto předměty jsou v mnoha detailech veskrze přeměněny.

Žádná z těchto poznámek nemá naznačit, že vědci neinterpretoují pozorování či údaje charakteristickým způsobem. Naopak, Galileo interpretoval pozorování kyvadla, Aristotelés interpretoval padající kameny, Musschenbroek pozorování láhve naplněné nábojem a Franklin pozorování kondenzátoru. Ale každá z těchto interpretací měla za svůj předpoklad nějaké paradigma. Všechny interpretace byly částí normální vědy, činností, jejímž cílem, jak jsme viděli, bylo zjemňovat, rozšiřovat a dále artikulovat již existující paradigma. Oddíl III poskytuje mnoho příkladů, v nichž interpretace hraje ústřední roli. Tyto příklady vykreslují převažující typ výzkumu. V každém z těchto příkladů si byl vědec dobře vědom přijatého paradigmatu, známých dat, toho, jakými nástroji je možno je získat a jaké pojmy jsou pro jejich interpretaci odpovídající. Je-li dáno určité paradigma, pak interpretace dat je ústřední činností, při níž se tohoto paradigmatu využívá.

Ale interpretační činnost – a to bylo těžištěm předchozího odstavce – může paradigma pouze artikulovat, ale nikoli opravovat. Paradigmata vůbec nejsou opravitelná v rámci normální vědy. Naopak, jak jsme již viděli, normální věda vede nakonec pouze k rozpoznání anomálií a ke krizi. A anomálie a krize končí nikoli úvahami a interpretacemi, ale poměrně náhlou a nestrukturovanou událostí, jako je změna *Gestalt*. Vědci pak často mluví o „šupinách spadlých z očí“, „ozařujícím záblesku“, který „zaplavuje“ doposud podivný hlavolam a který dovoluje, aby se jeho části ukázaly novým způsobem, poprvé umožňujícím jeho rozluštění. Jindy přichází osvětlení ve spánku.¹¹¹ Žádný z běžných významů slova „interpretace“ není v souladu s těmito záblesky intuice, v nichž se rodí nové paradigma. I když taková intuice závisí na anomálních i souhlasných zkušenostech získaných v rámci starého paradigmatu, přesto není logicky ani

¹¹¹ J. Hadamard, *Subconscient intuition, et logique dans la recherche scientifique (conférence faite au Palais de la Découverte le 8 Décembre 1945, Aleçon)*, str. 7–8. Úplnějším, i když na matematické novinky výlučně omezený výčet viz text téhož autora *The Psychology of Invention in the Mathematical Field*, Princeton 1949.

částečně spojena se zvláštními složkami takové zkušenosti, jako je tomu u interpretace. Shromažďuje však velkou část těchto zkušeností a proměňuje je v poněkud odlišný soubor, který bude posléze svázán nikoli s paradigmatem starým, ale s novým.

Abychom se více dozvěděli o tom, jaké mohou být rozdíly ve zkušenosti, vraťme se na okamžik k Aristotelovi, Galileovi a kyvadlu. Jaká data mohla pro každého z nich zpřístupnit interakce mezi paradigmatem (rozdílným) a jejich (společným) prostředím? Aristotelik, který by pozoroval vázaný pád, by změřil hmotnost kamene, vertikální výšku pádu a čas potřebný k dosažení klidové polohy (nebo by se těmito veličinami alespoň zabýval – aristotelici jen zřídka měřili). Spolu s odporem prostředí to byly pojmové kategorie, které aristotelická věda vyvinula, když se zabývala padajícími tělesy.¹¹² Normální výzkum, který by se řídil těmito kategoriemi, by nemohl vytvořit zákony, jež objevil Galileo. Tento výzkum mohl pouze vést – a v jistém směru i vedl – k řadě krizí, z nichž se vynořil Galileův způsob pohledu na kývající se kámen. Díky těmto krizím a některým vedlejšími intelektuálními změnám viděl Galileo kývající se kámen zcela odlišným způsobem. Archimédova práce o plovoucích tělesech ukazovala prostředí jako něco, co není podstatné; teorie impetu ukazovala pohyb jako symetrický a trvalý; novoplatonismus vedl Galileovu pozornost ke kruhovému pohybu.¹¹³ Proto také měřil Galileo pouze hmotnost, poloměr, úhlové posunutí a dobu kyvu, což jsou přesně ty údaje, které je třeba interpretovat, aby se došlo k zákonu kyvadla. V tomto případě se interpretace ukazuje být téměř zbytečnou. Když bylo Galileovo paradigma stanoveno, bylo možno prozkoumat i pravidla pohybů, které se kyvadlovému pohybu podobaly. Jak jinak bychom mohli vysvětlit Galileův objev toho, že perioda kyvu závaží je zcela nezávislá na amplitudě, tedy objev, který věda vycházející od Galilea zcela vykořenila a který dnes naprosto nejsme schopni dokumentovat? Pravidla, která nemohla pro aristotelika existovat (a která se ve skutečnosti nedají na příkladech z přírody přesně ukázat), byla pro

¹¹² T. S. Kuhn, *A Function for Thought Experiments*, in: *Mélanges Alexandre Koyré*, R. Taton – I. B. Cohen (vyd.), publikováno Hermann, Paris 1963.

¹¹³ A. Koyré, *Études Galiléennes*, I, Paris 1939, str. 46–51 a *Galileo and Plato* in: *Journal of the History of Ideas*, IV, 1943, str. 400–428.

člověka, jenž na kývajícím se kamenem pohlížel tak jako Galileo, důsledkem bezprostřední zkušenosti.

Tento příklad je snad příliš násilný, protože aristotelici nezaznamenali žádná zkoumání kývajících se kamenů. Pro jejich paradigma to byl jev mimořádně složitý. Aristotelici však zkoumali jednodušší případ, kamen padající bez mimořádných omezení. Na tomto případě jsou zjevné tytéž rozdíly v pohledu. Uvažoval-li aristotelik o padajícím kameni, viděl spíše změnu stavu než nějaký proces. Významnými měrami pohybu pro něj proto byly vzdálenost, kterou kámen urazil, a čas, který přitom uplynul, tedy parametry, jež bychom dnes nenazvali rychlostí, nýbrž průměrnou rychlostí.¹¹⁴ Protože kámen byl puzen svou přirozeností k tomu, aby dosáhl své konečné klidové polohy, považoval Aristotelés za význačný parametr každého okamžiku pohybu spíše vzdálenost *ke* konečné poloze než vzdálenost *od* počátku pohybu.¹¹⁵ Tyto pojmové parametry jsou základem většiny Aristotelových „zákonů pohybu“ a dávají těmto zákonům smysl. Avšak zčásti díky paradigmatu impetu a zčásti díky učení o rozlehlosti forem změnila scholastická kritika způsob pohledu na pohyb. Kámen, který se pohybuje díky impetu, získává tohoto impetu stále více, protože se vzdaluje od bodu počátku pohybu; významným parametrem se stává spíše vzdálenost *od* než vzdálenost *k*. U scholastiků se také Aristotelovo pojetí pohybu rozdělilo do dvou pojmů, které se krátce po Galileovi staly naší průměrnou rychlostí a rychlostí okamžitou. Ale při pohledu na tato pojetí z pozice paradigmatu, jehož byly částmi, vykazují padající kámen i kyvadlo zákony, jimiž se řídí, téměř na první pohled. Galileo nebyl prvním člověkem, který tvrdil, že kámen padá rovnoměrně zrychleným pohybem.¹¹⁶ Galileo také svou poučku o tomto jevu rozvinul spolu s mnoha jejími důsledky dříve, než začal dělat pokusy s nakloněnou rovinou. Tato poučka byla pouze další ze sítě nových pravidel, která se geniálnímu duchu stala přístupná ve světě určeném nejen přírodou, ale i paradigmatem, v němž byli Galileo i jeho současníci odchovaní. Galileo mohl žít v tomto světě a přitom (kdyby chtěl) vysvětlit, proč Aristotelés viděl to, co viděl. Nicméně bezpro-

¹¹⁴ T. S. Kuhn, *A Function for Thought Experiments*, in: *Mélanges Alexandre Koyré* (viz pozn. č. 14 – úplná citace).

¹¹⁵ A. Koyré, cit. d., II, str. 7–11.

¹¹⁶ M. Clagett, cit. d., kap. IV, VI a IX.

střední Galileova zkušenost s padajícími kameny nebyla stejná jako zkušenost Aristotelova.

Není samozřejmě vůbec jasné, zda je třeba se tak široce zabývat „bezprostřední zkušeností“ – tedy těmi stránkami vnímání, které paradigma zdůrazňuje do té míry, že se jejich pravidla ukazují téměř na první pohled. Tyto stránky se přirozeně musí měnit spolu s důvěrou vědce v paradigma, ale jsou vzdáleny tomu, co obvykle máme na mysli, když mluvíme o hrubých údajích nebo holé zkušenosti, na jejichž základě, jak se všeobecně soudí, probíhá vědecký výzkum. Možná lze bezprostřední zkušenost odsunout stranou jako něco příliš prchavého a místo ní se zabývat konkrétními operacemi a měřeními, jež vědci ve svých laboratořích provádějí. Nebo by snad měla být analýza provedena na základě bezprostředních daností. Mohla by být například provedena pomocí nějakého neutrálního pozorovacího jazyka, který by byl sestaven tak, že by byl přizpůsoben stopám na oční sítnici, stopám, které zprostředkovávají, co vědec vidí. Pouze jedním z těchto způsobů si lze osvojit pole, v němž je zkušenost jednou provždy stálá, v němž kyvadlo i vázaný pád nejsou nikoli rozdílné vjemy, nýbrž různé interpretace jednoznačných údajů pocházejících z pozorování kývajících se kamene.

Je však smyslová zkušenost pevná a neutrální? Jsou teorie pouhé člověkem vytvořené interpretace daných údajů? Epistemologické stanovisko, které převládalo v západní filosofii, diktuje po tři staletí bezprostřední a jednoznačné: Ano! V situaci, kdy neexistuje nějaká jiná rozvinutá alternativa, shledávám, že je nemožné toto stanovisko zcela opustit. A to přesto, že už dále není účinným způsobem funkční a že pokus učinit je funkčním uvedením nějakého neutrálního pozorovacího jazyka se mi zdá být beznadějný.

Operace a měření, které vědci provádějí v laboratoři, nejsou „danou“ zkušeností, nýbrž spíše zkušeností „nesnadno získanou“. Ta není tím, co vědci vidí – přinejmenším dokud není výzkum dostatečně pokročilý a soustředěný. Operace a měření jsou spíše určitými poukazy na obsah mnohem elementárnějších vjemů, a jako takové jsou po důkladném posouzení vybírány z normálního výzkumu proto, že slibují být příležitostí pro nějaké přínosné rozpracování již přijatého paradigmatu. Je jasné, že operace a měření jsou určovány mnohem více paradigmatem než bezprostřední zkušeností, z níž jsou částečně získávány. Věda se nezabývá všemi možnými laboratorními manipulacemi, ale vybírá si ty, které jsou významné pro

porovnání paradigmatu s tou bezprostřední zkušeností, kterou paradigma již částečně určilo. V důsledku toho se vědci s rozdílnými paradigmaty zabývají rozdílnými laboratorními postupy. Měření prováděná na kyvadle neodpovídají měřením v případě vázaného pádu. Také postupy při vysvětlování vlastností kyslíku nejsou jednoznačně stejné jako ty, které je třeba použít při vysvětlování vlastností deflogistovaného vzduchu.

Možná, že někdo vymyslí čistý jazyk pozorování. Ale tři století po Descartovi závisí naše naděje v takovou možnost výlučně na teoriích vnímání a myšlení. Moderní psychologické pokusy v rychlém tempu zmnožují jevy, jichž by se taková teorie mohla týkat jen stěží. Pokus s kachnou/zajcem ukazuje, že dva lidé, kteří mají na sítnici tentýž počítetek, mohou vidět rozdílné věci; obracející čočky ukazují, že dva lidé s rozdílnými počítky na sítnici mohou vidět stejnou věc. Psychologie poskytuje o tomto jevu velké množství dalších důkazů. Pochybnosti, které z nich plynou, jsou jen posilovány dějinami pokusů o vybudování nějakého skutečného jazyka pozorování. Žádný z pokusů o dosažení tohoto cíle se dosud nepřiblížil nějakému obecně použitelnému jazyku čistých vjemů. Ty, které se cílí přibližují nejvíce, sdílejí jeden společný rys, a ten velmi posiluje některá z hlavních tvrzení tohoto eseje. Tyto pokusy totiž od samého počátku předpokládají existenci nějakého paradigmatu převzatého z právě aktuální vědecké teorie nebo z části každodenních diskusí a pokoušejí se z nich odstranit mimo-logické a mimo-vjemové termíny. V několika málo oblastech vědeckého diskursu bylo toto úsilí dovedeno velmi blízko cíli a má uchvacující výsledky. Není sporu, že se takové úsilí ubírá správnou cestou. Výsledkem je ale jazyk, který – stejně jako jazyky používané ve vědě – představuje určitá očekávání vzhledem k přírodě a který ve své funkci selhává ve chvíli, kdy jsou tato očekávání porušena. Právě tento bod zdůraznil Nelson Goodman při popisu cíle svého textu *Structure of Appearance*: „Naštěstí není problémem nic jiného (než jevy o nichž se ví, že existují), protože pojem ‚možných‘ případů, případů, které neexistují nebo které by mohly existovat, není ani zdaleka jasný.“¹¹⁷ Proto v žádném z jazyků omezujících se na po-

¹¹⁷ N. Goodman, *The Structure of Appearance*, Cambridge (Mass.) 1951, str. 4–5. Citát si zaslouží rozsáhlejší uvedení: „Mají-li ryšavé vlasy pouze ti obyvatelé Wilmingtonu, kteří váží mezi 175 a 180 librami, pak vymezení ‚1947 ryšavých obyvatel Wilmingtonu‘ a ‚1947 obyvatel Wilmingtonu, kteří váží mezi

pis předem zcela známého světa není možno vytvořit pouze neutrální a objektivní zprávu o „daném“. Filosofické výzkumy doposud neposkytly ani náznak toho, že by jazyk, ve kterém by to bylo možné, mohl existovat.

Za těchto okolností můžeme mít dokonce podezření, že vědci mají teoreticky i prakticky pravdu, když považují kyslík i kyvadlo (a snad také atomy a elektrony) za základní složky své bezprostřední zkušenosti. Jako výsledek v paradigmatu ztělesněné zkušenosti rasy, kultury a konečně i profese se svět vědců stal plným planet a kyvadel, kondenzátorů a součástí zemin a mnoha dalších těles. Ve srovnání s předměty vnímání jsou provedená měření i vjemy na sítnici složitými konstrukcemi, k nimž má zkušenost přímý přístup jen tehdy, když je vědec speciálnímu účelu badání přizpůsobí. Nechceme například tvrdit, že to jediné, co by vědec mohl vidět, když se dívá na kývajícím se kámen, je kyvadlo. (Již jsme uvedli, že členové jiného vědeckého společenství by viděli vázaný pád.) Tvrdíme však, že vědec, který se dívá na kývajícím se kámen, nemůže mít elementárnější zkušenost než vidění kyvadla. Alternativou zde není nějaký „fixovaný“ způsob vidění, ale pohled v rámci jiného paradigmatu, takového, které z kývajícím se kamene udělá něco jiného.

To vše se snad ukáže více odůvodněné, vzpomeneme-li si, že ani vědec, ani laik nezískávají vědění o světě po částech nebo položku po položce. S výjimkou případů, kdy jsou všechny pojmové a pracovní kategorie předem připraveny – např. u objevu dalších přechodových prvků nebo zachycování vzhledu nového domu – si vědec i neoborník vyčlení z proudu zkušenosti celé oblasti. Když dítě přenáší slovo „máma“ ze všech lidí na všechny ženy a posléze na svou matku, neučí se pouze, co znamená „máma“, nebo kdo matka je. Učí se současně také rozdílu mezi ženami a muži i tomu, jak se k němu jedna jediná z těchto žen chová. Podle toho se také mění jeho reakce, očekávání, jeho důvěra – tedy valnou měrou celý vnímaný svět. Stejně tak Koperník, který odmítl přiřadit tradiční titul

„planety“ Slunci, si neosvojoval pouze, co znamená „planeta“ nebo Slunce, ale změnil význam slova „planeta“ tak, že mohl nadále provádět smysluplná rozlišení ve světě, v němž se na všechna nebeská tělesa – nejen Slunce – nahlíželo jiným způsobem než dosud. Totéž se dá říci o kterémkoli z předchozích příkladů. Spatřovali-li vědci kyslík místo deflogistovaného vzduchu, kondenzátor místo leydenské láhve nebo kyvadlo místo vázaného pádu, bylo jejich vidění pouze částí celkového posunu vědeckého pohledu ne mnoho vzájemně souvisejících chemických, elektrických nebo dynamických jevů. Paradigma určuje v jediném okamžiku celé široké obory zkušenosti.

Hledání nějaké operační definice nebo čistého jazyka pozorování může začít, teprve když byla zkušenost takovým způsobem určena. Když se vědec nebo filosof ptá, jaké vjemy na sítnici nebo jaká měření dělají kyvadlo kyvadlem, musí již být schopen při spatření kyvadla je jako kyvadlo rozeznat. Kdyby místo kyvadla viděl vázaný pád, pak by taková otázka vůbec nevystala. Vidí-li vědec kyvadlo stejným způsobem, jako viděl vidlicovou ladičku nebo balanční váhy, pak se na jeho otázku nedá odpovědět. Přinejmenším se nedá odpovědět stejným způsobem, protože by nešlo o tutéž otázku. Přestože jsou otázky ohledně vjemů na sítnici a zvláštních laboratorních manipulací vždy legitimní a příležitostně i mimořádně přínosné, vždy již předpokládají svět, který je pojmově i co do způsobu vnímání jistým způsobem rozčleněn. V jistém smyslu jsou takové otázky součástí normální vědy, a proto závisí na existenci paradigmatu a v důsledku změny paradigmatu se jim dostává i odlišných odpovědí.

V závěru tohoto oddílu proto zanedbejme vjemy na sítnici a omezme svou pozornost na laboratorní postupy, jimiž si vědci opatřují konkrétní, i když zlomkovité poukazy o tom, co již viděli. Jeden ze způsobů, jímž se tyto laboratorní operace mění v závislosti na změně paradigmatu, jsme již opakovaně rozebírali. V době po vědecké revoluci jsou mnohá stará měření a mnohé postupy nezávažné a jsou nahrazeny jinými. Nelze stejným způsobem zkoumat kyslík i deflogistovaný vzduch. Ale změny tohoto druhu nejsou nikdy absolutní. Vše, co vědci vidí po revoluci, vypadá stejně jako ve světě před ní. Také velká část jazykového aparátu i laboratorních přístrojů zůstává stejná, i když obojí bylo před revolucí používáno odlišným způsobem. Proto věda po revoluci vždy zahrnuje mnoho stejných postu-

175 a 180 librami' se dají spojit do konstrukční definice... Otázka, zda, by mohl existovat někdo, na kterého se dal použít jeden z těchto predikátů, ale nikoli druhý, je neplodná... pokud jsme již určili, že taková osoba neexistuje... Je štěstí, že problémem není nic více (než jevy, o nichž se ví, že existují); protože pojem „možných“ případů, případů, které neexistují nebo by mohly existovat, není ani zdaleka jasný.“

pů, pracuje se stejnými nástroji a popisuje stejnými termíny jako její předrevoluční předchůdci. Pokud by se tyto postupy vůbec nezměnily, pak by se změna musela týkat jejich vzájemného vztahu nebo konkrétních výsledků. Tvrdím nyní, že nastávají oba tyto druhy změn a uvedu to alespoň na jednom příkladu. Při zkoumání práce Daltona a jeho současníků objevíme skutečnost, že když se jedna a táž operace používá na přírodu v rámci různých paradigmat, stane se poukazem na zcela odlišné stránky zákonitostí přírody. Uvidíme, že v některých případech dává starý postup v nové roli jiné konkrétní výsledky.

Po většinu osmnáctého století a až do století devatenáctého téměř všichni evropští chemici věřili, že chemické látky drží pohromadě silami vzájemné afinity. Hrudka stříbra tedy drží pohromadě díky silám afinity mezi částicemi stříbra (teprve po Lavoisierovi byly tyto částice považovány za sloučeniny částic ještě elementárnějších). Podle stejné teorie se stříbro rozpouští v kyselině (nebo sůl ve vodě) proto, že částice kyseliny přitahují částice stříbra (nebo částice vody přitahují částice soli) silněji, než se rozpouštěné částice přitahují navzájem. Také měď se bude rozpouštět v roztoku stříbra a vysráží stříbro proto, že afinita mědi a kyseliny je větší než afinita stříbra a kyseliny. Tímto způsobem se vysvětlovaly mnohé další jevy. Teorie výběrové afinity byla v osmnáctém století obdívuhodným chemickým paradigmatem, využívaným při přípravě a rozboru chemických experimentů.¹¹⁸

Teorie afinity však načrtla hranici, která oddělila fyzikální směsi od chemických sloučenin, a to způsobem, který zůstal nepoužívaný od doby, kdy bylo přijato Daltonovo dílo. Chemikové osmnáctého století rozeznávali dva druhy procesů. Pokud při slučování vznikalo teplo, světlo, kypění nebo něco podobného, pak docházelo k chemickému slučování. Bylo-li na druhé straně možno částice směsi odlišit pouhým okem nebo je mechanicky oddělit, šlo pouze o fyzikální směs. Ale ve velkém počtu přechodových případů – sůl ve vodě, slitiny, sklo, kyslík v atmosféře atd. – nebylo možno tato hrubá kritéria použít. Chemici vedeni svým paradigmatem pohlíželi na celý tento přechodový obor jako na obor chemický, protože procesy, na nichž tyto jevy spočívaly, byly všechny určovány silami stejného druhu. Rozpouštění soli ve vodě nebo kyslíku či dusíku ve

¹¹⁸ H. Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique*, Paris 1930, str. 34–68.

vzduchu byly právě tak příklady chemického slučování jako třeba oxidace mědi. Důvody, proč spatřovat v roztocích sloučeniny, byly velmi silné. Teorie afinity se tím skvěle osvědčovala. Kromě toho vysvětloval vznik sloučenin také homogenitu pozorovaných roztoků. Pokud by například byly v atmosféře kyslík a dusík pouze smíšeny a nikoli sloučeny, pak by se těžší plyn, kyslík, usazoval u dna. Dalton, který považoval atmosféru za směs, nebyl nikdy schopen uspokojivě vysvětlit, proč tomu tak není. Přijetí jeho teorie atomů pak vposledku vytvořilo anomálii tam, kde dosud žádná nebyla.¹¹⁹

Člověk je v pokušení říci, že chemikové, kteří viděli v roztocích sloučeniny, se od svých následovníků lišili pouze v definici. V jistém smyslu by tomu tak mohlo být. Ale ani v tomto smyslu se nedají definice považovat za pouhé výhodné konvence. V osmnáctém století se pomocí běžných testů plně nerozlišovalo mezi směsí a sloučeninou a zřejmě tomu tak ani nemohlo být. Když se chemici snažili takové testy nalézt, hledali vždy kritéria, podle kterých by roztoky byly sloučeninami. Rozlišení mezi směsí a sloučeninou bylo součástí paradigmatu – způsobu pohledu chemiků na celou oblast svého výzkumu – a toto paradigma jako takové předcházelo každému jednotlivému laboratornímu testu, ba dokonce celému souhrnu nashromážděných zkušeností chemie.

Ale při takovém pohledu na chemii byly chemické jevy příklady platnosti zákonů, jež se lišily od těch, které vzešly z přijetí Daltonova nového paradigmatu. Zejména kdyby roztoky zůstaly sloučeninami, pak žádné další chemické experimenty by samy o sobě nemohly dát vzniknout zákonu pevných slučovacích poměrů. Na konci osmnáctého století bylo obecně známo, že některé sloučeniny pravidelně obsahují své části v pevných váhových poměrech. Pro určitou třídu reakcí zaznamenal německý chemik Richter další pravidla, dnes zahrnutá do zákona chemických ekvivalentů.¹²⁰ Ale žádný z chemiků tato pravidla s výjimkou některých receptů nepoužíval a žádný nepomýšlel až do konce století na to, aby je zobecnil. Dokud existovaly takové protipříklady jako sklo nebo sůl ve vodě,

¹¹⁹ Tamt., str. 124–129 a 139–148. Dalton viz L. K. Nash, *The Atomic-Molecular Theory*, in: *Harvard Case Histories in Experimental Science*, Case 4, Cambridge (Mass.) 1950, str. 14–21.

¹²⁰ J. R. Partington, *A Short History of Chemistry*, 2. vyd., London 1951, str. 161–163.

nebylo žádné zobecnění možné, aniž by byla opuštěna teorie afinity a aniž by byly znovu vytyčeny hranice působnosti chemie. Tyto důsledky vyplynuly výslovně na samém konci století, v debatě mezi francouzskými chemiky Proustem a Berthollem. Proust tvrdil, že chemické reakce probíhají při pevných slučovacích poměrech, Berthollet tvrdil, že tomu tak není. Oba nashromáždili pro své názory působivé experimentální důkazy. Tito muži však nutně hovořili každý o něčem jiném, a proto nedospěla jejich debata k žádnému závěru. Kde Berthollet viděl sloučeninu, která mohla poměr svých částí měnit, viděl Proust pouhou fyzikální směs.¹²¹ Na tento problém se nehodil žádný experiment ani žádná změna definiční konvence. Mezi oběma muži panovalo tak zásadní nedorozumění, jako mezi Galileem a Aristotelem.

To byla situace let, během nichž se Dalton ujal zkoumání vedoucího k jeho slavné teorii atomů. Ale až do nejposlednějšího stadia tohoto výzkumu nebyl Dalton chemikem a ani se o chemii nezajímal. Byl meteorologem zkoumajícím problém, který byl pro něj problémem fyzikálním, totiž problém absorpce plynu ve vodě a vody v atmosféře. Nejen proto, že byl vycvičen v jiné odbornosti, ale také díky své práci v tomto oboru přistupoval k tomuto problému s paradigmatem jiným, než bylo paradigma soudobých chemiků. Viděl zejména míšení plynů nebo jejich absorpci ve vodě jako fyzikální proces, v němž síly afinity nehrají žádnou roli. Pozorovaná homogenita roztoků pro něj proto byla problémem, ale takovým, o kterém si myslel, že může být vyřešen určením poměrné velikosti a poměrné hmotnosti různých atomárních částic experimentální směsí. Právě toto určování rozměrů a vah způsobilo Daltonův obrat k chemii, přičemž Dalton od počátku předpokládal, že v omezeném oboru reakcí, jež považoval za reakce chemické, se atomy mohou slučovat pouze v poměru jedna ku jedné nebo jednoduchém poměru celých čísel.¹²² Tento přirozený předpoklad mu sice dovolil určit velikost a hmotnost elementárních částíček, ale učinil ze zákona pevných poměrů pouhou tautologii. Každá reakce, do níž nevstupo-

¹²¹ A. N. Meldrum, *The Development of the Atomic Theory: (1) Berthollet's Doctrine of Variable Proportions*, in: *Manchester Memoirs*, LIV, 1910, str. 1–16.

¹²² L. K. Nash, *The Origin of Dalton's Chemical Atomic Theory*, in: *Isis*, XLVII, 1956, str. 101–116.

valy součásti v pevných poměrech, nebyla pro Daltona *ipso facto* procesem čistě chemickým. Zákon, který nebylo možno před Daltonovou prací stanovit, se ve chvíli, kdy byla tato práce přijata, stal tak základním principem, že jej žádná jednoduchá řada chemických měření nemohla vyvrátit. Výsledkem našeho snad nejlepšího příkladu vědecké revoluce je, že tentýž chemický postup získal naprosto odlišný vztah k chemickým obecninám, než jaký měl dosud.

Není třeba zdůrazňovat, že Daltonovy závěry byly po svém uvedení ostře napadány. Zvláště Berthollet se jimi nedal nikdy přesvědčit. Vezmeme-li v úvahu charakter tohoto problému, pak to ani nebylo nutné. Pro většinu chemiků bylo nové Daltonovo paradigma přesvědčivé i tam, kde nebylo přesvědčivé Proustovo, a to proto, že mělo dalekosáhlejší a důležitější důsledky než nové kritérium pro rozlišování mezi směsí a sloučeninou. Pokud se například mohou atomy chemicky slučovat pouze v jednoduchém poměru celých čísel, pak nové prozkoumání již existujících chemických údajů by mělo odhalit příklady násobných i pevných poměrů. Chemici přestali tvrdit, že například dva kysličníky uhlíku obsahují jeden 56 procent a druhý 72 hmotnostních procent kyslíku; místo toho psali, že jeden hmotnostní díl uhlíku se slučuje buď s 1,3 nebo 2,6 díly kyslíku. Když byly výsledky těchto starých postupů zapsány tímto způsobem, pak poměr 2:1 přímo udeřil do očí; to se stalo při rozboru mnoha dobře známých starých i mnoha nových reakcí. Daltonovo paradigma navíc umožnilo přijmout Richterovu práci a vidět ji v její plné obecnosti. Toto paradigma také inspirovalo k mnoha novým experimentům, zvláště ke Gay-Lussacově experimentu slučovacího objemu, a jejich výsledkem byly nové zákonitosti, o nichž se chemikům až dosud ani nesnilo. Chemikové od Daltona nepřevzali pouze experimentální zákony, ale také nový způsob provozování chemie (Dalton sám jej nazval „nový systém chemické filosofie“), a ten se rychle ukázal být tak přínosný, že jen málo chemiků staré generace ve Francii a v Británii mu dokázalo odolat.¹²³ V důsledku toho začali chemikové žít ve světě, v němž se chemické reakce chovaly zcela jinak než dosud.

¹²³ A. N. Meldrum, *The Development of the Atomic Theory: (6) The Reception Accorded to the Theory Advocated by Dalton*, in: *Manchester Memoirs*, LV, 1911, str. 1–10.

Když toto vše proběhlo, objevila se jiná typická a velmi důležitá změna. Tu a tam se v chemii počaly měnit samotné číselné údaje. Když Dalton poprvé hledal v chemické literatuře údaje na podporu své fyzikální teorie, zjistil, že některé záznamy reakcí skutečně souhlasí, ale nemohl se vyhnout tomu, že jiné záznamy s jeho teorií nesouhlasily. Například samotná Proustova měření dvou kysličníků mědi dávala hmotnostní poměr spíše 1,47 : 1 než 2 : 1, jak by vyžadovala atomární teorie. A právě Proust byl člověkem, od něhož by se čekalo, že dosáhne Daltonových poměrů.¹²⁴ Byl totiž pečlivým experimentátorem a jeho názor na vztah mezi směsmi a sloučeninami byl blízký názoru Daltonovu. Ale přizpůsobit přírodu paradigmatu je těžké. To je důvod, proč hádanky v normální vědě jsou takovou výzvou a proč měření bez paradigmatu pouze zřídka vede vůbec k nějakému závěru. Chemikové tedy nemohli přijmout Daltonovu teorii jednoduše na základě důkazů, protože ty zůstaly v mnoha případech pouze negativní. Po přijetí Daltonovy teorie však museli vtěsnávat přírodu do hranic této teorie, což byl proces, který zaměstnal téměř celou další generaci. Když byl konečně završen, změnila se dokonce i procentuální složení známých sloučenin. Změnily se samotné údaje. A to je poslední význam tvrzení, že po revoluci žijí vědci v jiném světě.

¹²⁴ Proust viz A. N. Meldrum, *Berthollet's Doctrine of Variable Proportions*, in: *Manchester Memoirs*, LIV, 1910, str. 8. Podrobné dějiny postupných změn v měření chemických sloučenin a atomových hmotností dosud nebyly napsány, ale Partington, cit. d., k nim poskytuje mnoho užitečných vodítek.

XI NEVIDITELNOST REVOLUCÍ

Musíme si nyní položit otázku, jak vědecké revoluce končí. Avšak dříve než tak učiníme, zdá se, že je třeba naposledy se pokusit posílit důvěru v náš názor na existenci a povahu těchto revolucí. Až dosud jsem se snažil ukázat revoluce na příkladech, a ty by se daly zmnožit *ad nauseam*. Je ovšem zřejmé, že mnohé z těch, které byly záměrně vybrány, protože jsou všeobecně známé, jsou obvykle považovány nikoli za revoluce, nýbrž za příspěvky k vědeckému poznání. Stejný názor lze mít na jakékoli další příklady, a ty se tak stanou neúčinné. Myslím, že existují dobré důvody, proč byly revoluce téměř neviditelné. Vědci i laici často přejímají své představy o tvořivé vědecké činnosti z autoritativního zdroje, který systematicky zakrývá – částečně z funkčních důvodů – existenci a význam vědeckých revolucí. Pouze pokud poznáme povahu této autority a analyzujeme ji, můžeme doufat, že budou historické příklady plně účinné. I když tento bod bude plně rozvinut teprve v posledním oddíle, naznačí tato analýza jeden z rysů vědecké práce, který ji zcela jasně odlišuje od jakékoli jiné tvořivé činnosti, snad s výjimkou teologie.

Zdrojem autority mám na mysli principiálně všechny vědecké učebnice spolu s pracemi popularizujícími vědu a všechny filosofické práce, které jsou podle jejich modelu vytvořeny. Všechny tyto tři kategorie – a donedávna neexistoval kromě praktického výzkumu žádný jiný významný zdroj informací o vědě – mají jednu věc společnou. Samy sebe podávají jako již artikulovaný soubor problémů, dat a teorií, vztažených nejčastěji k té speciální řadě paradigmat, jíž vědecké společenství věří právě v době vzniku těchto textů. Učebnice si kladou za úkol vyjadřovat slovník a syntaxi soudobého vědeckého jazyka. Popularizační práce se snaží popsat tytéž vědecké aplikace jazykem bližším každodennímu životu. Filosofie vědy – zvláště v anglicky mluvícím světě – rozebírá logickou strukturu celého souboru vědeckého poznání. I když by při podrobnějším zkoumání bylo nezbytně nutné zabývat se reálnými rozdíly mezi těmito třemi žánry, zajímá nás zde právě jejich vzájemná podobnost.