

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

S. Suvorov

O úloze pokusu a teorie v poznání. (K článku M. Borna)

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 5 (1960), No. 4, 460--468

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137007>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1960

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

jsou takovými ukazateli. Nesnáž je v tom, že ukazují nazad. Obě teorie si činí nárok na to, že jsou vybudovány na apriorních principech, velmi se však liší a jsou vnitřně sporné.

Moje přednáška splní svůj účel, nebudete-li v tom, o čem jsem hovořil, vidět nic překvapujícího. To je to, co by očekával vědec empirik. Vy, kteří se chcete o něčem poučit, přijměte moji radu: umění vědecky předvídat nemusí spočívat na abstraktních základech. Jeho úlohou je rozluštit tajný jazyk přírody a jejích dokumentů — experimentálních faktů.

Přeložil dr. Josef Veselka

O ÚLOZE POKUSU A TEORIE V POZNÁNÍ¹⁾

(K článku M. Borna)

S. Suvorov

I

Otiskujeme v tomto čísle překlad Bornova článku „Pokus a teorie ve fyzice“. Autor je známý fyzik, vynikající teoretik, přímý účastník budování dnešní fyziky, který žil přes půl století v jejím tvůrčím ovzduší, v atmosféře ostrých zlomů v chápání fyzikálních a filosofických pojmů. Již proto je jeho článek, v němž poutavou řečí líčí revoluční události ve fyzice, velmi zajímavý. K tomu přistupuje, že článek je psán nejen z historického, ale i z gnoseologického hlediska.

Je známo, že úloha teorie v dnešní fyzice mimořádně vzrostla. Složitě procesy, které nelze přímo vnímat, vyjadřují se velmi abstraktními pojmy a vztahy. Právě to však vede vědu vpřed. Ve fyzice začaly mít kromě toho podstatnou úlohu teorie, charakteristické nesmírnou silou zobecňování, jako termodynamika, teorie relativity. To vedlo u některých vědců k názoru, že teoretické myšlení samo o sobě, bez experimentální základny, by stačilo k poznávání přírody. Na západě, zejména v Anglii, kde Born mnoho let pracoval, byly jistou dobu velmi populární Eddingtonova mystika čísel a Jeansovy spekulace o době, jež uplynula od „stvoření světa“.

Bornův článek je ostře namířen právě proti takovým, vědecky bezvýznamným spekulacím.

Nás může jen těšit, že tak vynikající vědec, jakým beze sporu Born je, vystupuje proti mystice ve vědě.

Born, sám teoretik, snaží se najít správné místo teorie a zdůrazňuje její souvislost s pokusem. Dokazuje, že jakékoli principy, jako je princip nejmenšího působení, termodynamické principy, Pauliho princip, jsou, ať se zdají na první pohled sebe apriornější, zobecněním experimentálních výzkumů, „výsledky dlouhé zkušenosti“.

Několik skeptických poznámek pronesl Born k pozdějším Einsteinovým, Weylovým a Eddingtonovým pokusům postihnout jediným geometrisovaným polem všechnu strukturu světa.

Einstein se v „princetonském období“ svého života držel jen tvůrčí schopnosti myšlení, šel tedy cestou zásadně se lišící od toho, co obhazuje Born. V článku *Physics and relativity* (1955), věnovaném padesátému výročí trvání teorie relativity, hovoří Born o tom, jak Einstein na tento článek, v němž viděl výtoku namířenou proti sobě, reagoval: „Poslal jsem jeden výtisk (článku — S. S.) Einsteinovi a dostal jsem zajímavou odpověď, která se bohužel ztratila. Mohu si však vzpomenout zhruba na tuto větu: „Vaše hromování proti hegelianismu je úplně směšné, já však budu dál luštit cesty hospodina ...“. „Člověk einsteinovského měřítká“, uzavírá Born, „který tolik dosáhl myšlením, měl právo jít až na nejzazší mez apriorní metody. Obecně uznaná fyzika ho však nenásledovala; pokračovala v shromažďování experimentálních faktů.“²⁾

¹⁾ С. Суворов, *О роли эксперимента и теории в познании (к статье Макса Борна)*, Успехи физических наук, sv. LXVI, č. 3, 1958.

²⁾ Max Born, *Physics in my Generation*, Pergamon Press, London 1956.

Born pokládá pokus za hnací sílu teorie. Pokus neustále odhaluje v přírodě to, co stávající teorie dosud nevysvětliła. Teorie se tak rozvíjí. Born toto nevyhnutelné rozvíjení teorie ve svém článku mnohokrát zdůrazňuje. Ke všem základním obrátům ve fyzice došlo se zákonitou nutností, přes psychologický odpor některých vědců. Také Planck — říká Born — došel k pojmu energetického kvanta z donucení, proto, že bylo nemožné vysvětlit klasickými zákony vlastnosti tepelného záření.³⁾

Born správně říká, že pojmy a teorie nejsou volnými výtvary rozumu. I Eddingtonovy spekulace kolem bezrozměrných konstant v kvantové fyzice mohly vzniknout až po pokusech, z nichž tyto konstanty vzešly.

Bornova kritika v tomto směru je namířena i proti Einsteinovi, který celý život zastával názor, že teorie je volný výtvar rozumu, i proti Poincaréově konvencionalismu. Později (v článku „Fysika a metafysika“, 1949—50) mluví Born ještě jasněji: „Přicházím k druhému bodu, kde nesouhlasím s Einsteinovou filosofií. Einstein uznává doktrinu konvencionalismu, kterou za mých mladých let hájil velký francouzský matematik Henri Poincaré. Podle této doktriny jsou všechny lidské pojmy volné imaginace lidského rozumu a konvence různých myslících subjektů, o jejichž oprávněnosti rozhoduje jen jejich účelnost v každodenním životě. To může být správné v jistých mezích, zejména pak, pokud jde o abstraktní části teorie, není to však správné v souvislosti teorie s pozorováním, s rálnými věcmi. Tato doktrina nedoceňuje psychologickou skutečnost, že tvoření jazyka není záměrným procesem. Dokonce i v abstraktní části vědy se použití pojmů řídí často fakty, nikoli konvencemi.“

S uspokojením konstatujeme, že s naší kritikou konvencionalismu u Einsteina⁴⁾ souhlasí jeden z jeho nejbližších spolupracovníků.

Uznáním skutečnosti, že pojmy a teorie nejsou volné výtvary lidského rozumu, nýbrž že mají obsah na nás nezávislý, činí přírodovědec velký krok vpřed na cestě pokrokového myšlení. Tento krok je o to významnější, že je důsledkem přímé profesionální zkušenosti badatele, a že vede nevyhnutelně dále, k otázce o původu objektivního obsahu teorie. Důsledné promyšlení této otázky nemůže vést jinam, než k závěru, že jde o odraz objektivního světa ve vědomí. Touto cestou šlo mnoho vynikajících přírodovědců. Touto cestou šel — od machismu k materialismu — i Max Planck.⁵⁾

Born dochází také k této otázce, ne však v souvislosti s objektivním obsahem teorie, nýbrž rozbořem základů teoretických předpovědí. Zajímavý je i tento rozbor sám, neboť je v něm pokus ukázat charakter tvůrčí práce v oblasti teorie.

Hlavním cílem Bornova rozboru je ukázat, že základ teoretické předpovědi je nakonec v experimentu, nikoli v apriorních údajích. Born dělí teoretické předpovědi na analytické a syntetické.

Analytickou předpovědí rozumí Born předpověď výsledků, plynoucích logicky z teorie a jejich základních pouček. Born uvádí řadu příkladů. Poněvaž základní poučky teorie spočívají na experimentálních výsledcích, je zde věc zcela jasná; v těchto předpovědích není zřejmě žádné apriornosti.

Pojem syntetické předpovědi je podle Borna složitější. Born jej ilustruje také řadou příkladů a ukazuje, že charakteristická pro tento typ předpovědi je okolnost, že byly dělány bez přímého experimentálního zdůvodnění, a že podstatnou úlohu v nich má vědcova intuice. Tyto předpovědi nejsou ani logickým důsledkem stávající teorie, nýbrž tvoří samy součást teorie nové. Born však dokazuje, že ani v těchto předpovědích není žádné apriornosti. V této souvislosti mluví také o pojmu obrazu.

Born říká, že chápe pojem obrazu ve smyslu tak zvané *Gestaltphilosophie* a zdůrazňuje „experimentální fakt“, že současné počítky nejsou vzájemně nezávislé, nýbrž že představují „psychologický celek“. Tato myšlenka má v dalších Bornových úvahách

³⁾ Je zajímavé, že i Planck došel k závěru, že střídání našich představ světa je důsledkem nevyhnutelného tlaku, nikoli výsledkem nálad nebo módy. „Toto střídání“ píše Planck, „se stává vždy tvrdou nutností, kdykoli bádání narazí na jevy v přírodě, které do stávajícího obrazu světa (*Weltbild*) nelze pojmout.“ (Max Planck, *Sinn und Grenzen der Exakten Wissenschaft*, 6. vyd., J. A. Barth, Lipsko, 1958, str. 16).

⁴⁾ Viz autorův úvod k překladu A. Эйнштейн и Л. Инфельд, *Эволюция физики*, Gostéhzdat, Moskva 1948 a 1956.

⁵⁾ „... k uznání samostatně existujícího, na badateli nezávislého a proti němu stojícího světa, který, ať badatel chce nebo nechce, mu vnucuje svoje zákony.“ (Max Planck, *Naturwissenschaft und reale Aussenwelt*, 1940). S. S.

Viz o těchto otázkách také Dr. F. Herneck, *Max Planck (K 10. výročí smrti)*, v tomto časopise, III (1958), č. 2. *Pozn. překl.*

podstatnou úlohu. Born přenáší myšlenku obrazu jako celku na vnější svět a mluví o „obrazu fyzikálních věcí“.⁶⁾ Jde o oblíbenou Bornovu myšlenku, že obrazy fyzikálních věcí jsou invarianty rovnic.

V jistém stadiu poznávání může se obraz ukázat neúplným, „hrubým“. Poněvadž obraz tvoří celek, poněvadž není jen mosaikou, může vědec intuicí vycítit jeho neúplnost a doplnit jej synthetickými předpovědmi. Tyto předpovědi mají povahu hypotheses, které Born nazývá matematickými hypothesami, a říká, že vede-li taková hypotéza k předpovědím, jež se experimentálně ověří, je správná, a je to zákonitá metoda, i když je velmi závislá na intuici. V žádném případě však nespočívá na apriorních nebo vrozených ideách, nýbrž na sice neúplném, avšak experimentálně podloženém obraze.

Pohovořme o těchto Bornových výrocích.

Vnější objektivní svět působí na nás složitými interakcemi, počínajícími stykem, elementární zkušeností, z nichž vyrůstají pojmy a teorie. Jejich obsah není apriorní, není volnou imaginací rozumu, nýbrž tvoří celistvý fyzikální obraz, obraz objektivní reality vnějšího světa. Celistvost obrazu ve vědomí je důsledkem celistvosti objektu. Tento obraz však nevzniká najednou. Rozbor specifických vztahů, již nalezených, umožňuje tvořit hypothesisy o nových vztazích, v nichž vystupují kategorie objektu (synthetické předpovědi). Správnost hypothesisy se ověřuje praxí (pokusem). Z nových vztahů se odvozují logické závěry (analytické předpovědi). Tak se tvoří a propracovává teorie — souvislý obraz objektu.

Shrnuje Bornovy výroky snažil jsem se vyloužit proces poznávání v úplném souhlase s tím, jak tento proces vykládá Born sám. Dovolil jsem si jen jisté „úpravy“: interpretoval jsem častý pojem „pokus“ jako výsledek našeho přímého styku s vnějším světem, a to na podkladě mnoha antipositivistických výroků Bornových. Spojil jsem dále Bornovy výroky o donucovacím charakteru vývoje teorie s „obrazem fyzikálních věcí“, které „pokládá za objektivní realitu ve vnějším světě“. Tím jednotlivé výroky jen získávají, dostávajíce rysy celistvé a důsledné koncepce, která je ve skutečnosti materialistickou teorií poznání, již otevřeně uznat se mnoho zahraničních přírodovědců, ani Born sám, nerozhodlo.

Zisk není ve vnější formě, nýbrž v tom, že celostní koncepce umožňuje pohledět na některé problémy z vyššího hlediska a v důsledku toho zhodnotit je poněkud jinak, než jak to činí autor.

II

Hlavním thematem Bornova článku je kritika apriorismu, boj proti dogmatismu a metafyzickým spekulacím a obhajoba zkušenostního původu poznání.

Kritika apriorismu je v dnešní přírodovědě naléhavá. Grandiózní Kantův systém dlouho doléhal na přírodovědu, brzdě její rozvoj. Jsou-li takové obecné kategorie, jako prostor, čas, příčinnost apriorní, jsou-li to apriorní formy našeho nazírání, jsou dány jednou provždy, jsou neměnné, na čemkoli nezávislé. Je snadné si přestavit, jak kantovský apriorismus spoutává vývoj poznání. Dříve nebo později musel padnout pod nápor samé přírodovědy. Apriornost nepřipouští žádné nejednoznačnosti. Avšak již objev ne-euklidovské geometrie byl pro ni ranou. Idea pole, speciální teorie relativity, obecná teorie relativity, všechny tyto teorie, rozvíjející se na podkladě neoddiskutovatelných faktů, vedly k jiným představám o prostoru, o čase, o jejich genetické souvislosti s hmotou a zakládají další kantovské kategorie — kausalita. Apriorní charakter této kategorie byl neudržitelný.⁷⁾ Když byla odmítnuta apriornost takových kategorií, byla v základech otřesena víra v apriornost jakýchkoli jiných fyzikálních principů. Zdrojem poznání je zkušenost, pokus. K takovému závěru vede se zákonitou nutností současná přírodověda.

⁶⁾ Podrobněji o tom viz M. Борн, *Физическая реальность*, Успехи физических наук, LXII, č. 2, 1957, a také С. Г. Суворов, *Проблема „физической реальности“ в к генгагенской школе*, tamtéž.

⁷⁾ Max Born, *Physics in my Generation. Some Philosophical Aspects of Modern Physics*, 1936, Pergamon Press, Londýn, 1956.

Neméně důležité je bojovat s dogmatismem. Nemáme na mysli myšlenky, jejichž původ je v předsudcích, náboženská dogmata, nebo myšlenky, jež pronikají do vědy z jiných mimovědeckých oblastí. Jde naopak o ideje, které vznikají ve vědě samé na podkladě určitých zkušeností, a které se stávají dogmatickými vadnou metodologií. Relativně správné myšlenky se někdy absolutisují a bez ověření přenášejí na půdu nových, obsáhlejších zkušeností. V tom je podstata dogmatizování.

Kritická revise obecných pojmů je zákonitým dějem, k němuž také v dnešní přírodovědě nepřetržitě dochází. Je jen škoda, že u mnoha aktivních přírodovědců docházelo a dochází k tomuto procesu odtrženě od rozvoje filosofického myšlení a filosofického boje. Sepětí kritických revisí s rozvojem filosofie by mohlo urychlit a usnadnit tento proces, osvětlit jeho meze a zaměření, přírodě odpovídající. Zejména by se osvětlilo, že k revisi pojmů v obdobích prudkých zlomů může dojít a historicky také dochází z různých posic. Mnozí přírodovědci svého času vysoce hodnotili E. Macha pro to, že vyhlásil boj proti fetišismu ve vědě, boj s periodickým kostnatěním pojmů. To bylo na zlonu 19. a 20. století, kdy se měnily představy o prostoru a o čase, o struktuře atomu aj. Mach však vystupoval proti dogmatismu z pozitivistických posic. Měl za to, že zárukou proti kostnatění pojmů ve vědě je uznání, že pojmy jsou podmíněné, a že to jsou proto velmi pohyblivá označení smyslových počítků. Tato posice byla pro přírodovědce nepřijatelná; přiznává to také Born.

Již první pokusy obsáhnout zákonitosti atomárního světa vedly k hlubokému zlomu v klasických představách, a to v takových kategoriích, jako je kauzalita, náhodnost a nutnost, možnost a skutečnost, fyzikální reálnost a jiných. To jen ještě zostřilo boj proti apriorismu a dogmatismu. Teoretikové se snažili odvrhnout vše, co spoutávalo jejich myšlení. Nedopustíme se velké chyby, řekneme-li, že mnozí přírodovědci na západě vystupovali proti materialismu jen proto, že chybně s ním spojovali zkostnatělost představ a pokusy imputovat přírodě definitivní neměnné zákony, což ovšem byly znaky předdialektického materialismu.

Heisenberg zvolil v období tohoto zlomu jako záruku proti dogmatickým extrapolacím neadekvátních pojmů tak zvaný „princip pozorovatelnosti“. Podle tohoto principu lze teorii vypracovat jen pomocí veličin, které lze v dané oblasti pozorovat. Nelze-li na příklad pozorovat dráhu elektronu v atomu, je to neadekvátní pojem, je nutno jej vyloučit a zůstat jen u pozorovatelných energetických hladin. Na první pohled se to zdá být rozumná myšlenka. Při nejmenším je správné to, že kvantová fyzika měla úspěchy jen proto, že se vzdala přímého zkoumání atomu jen s klasickou výzbrojí — s pojmy trajektorie, spojitosti záření apod.

Born se v podstatě této obecné Heisenbergovy myšlenky drží. Avšak smysl principu pozorovatelnosti je v tom chránit fyziky před neadekvátními pojmy prostým příkazem: vyhybejte se nepozorovatelnému. Born poznamenává, že se ve fyzice nelze vyhnout přímo nepozorovatelnému. To je jistě pravda a není na tom ani nic neočekávaného, neboť teorie operuje také s kategoriemi, jež jsou abstrakcemi, a jež proto v obecném případě nelze přímo pozorovat. Jakmile se však uzná, že v teorii mohou být plným právem i nepozorovatelné veličiny, nezůstává z principu pozorovatelnosti nic, neboť myšlenka pěstovat vědu jen na podkladě pokusů není nijak výsadou tohoto principu, i když jej budeme interpretovat sebe příznivěji. Proto správné tvrzení Bornovo, že vyloučení všeho nepozorovatelného z teorie vede k nesmyslu, nelze hodnotit jinak, než jako přiznání inkompetence tohoto principu.

Otázka je gnoseologicky velmi poučná. Heisenberg se dopustil dvojí chyby: faktické (nepozorovatelné nelze šmahem vyloučit z teorie), o níž mluví také Born, a metodologické, která spočívá v předpokladu, že zárukou proti neadekvátnosti pojmů je jen empirický předpis.

Předpisování v oblasti myšlení je nevhodné. A co je horší, předpis v oblasti myšlení se převrací nutně v to, proti čemu byl původně namířen; mění se v dogma, odtržené od reálného procesu poznání. Zárukou proti neadekvátnosti pojmů není recept, nýbrž celistvá koncepce, zahrnující zdroj poznání, zákonitosti a souvislosti pojmů a teorií, obecné podmínky pro přenášení pojmů z jedné oblasti do jiné.

Podívejme se, jak je nutno, uznáme-li tuto poučku, opatrně zacházet s obecnými kategoriemi.

Věda, zejména věda našeho století dokazuje, že objektivní svět je jeden, ve svých částech specifický. Tato jednota světa je základem jeho poznatelnosti. Projevuje se zejména v existenci jedné logiky a v existenci obecných kategorií a zákonitostí (pohyb v nejširším smyslu, prostorověčasové formy, kauzalita). Dnes, kdy byla prokázána možnost vzájemné přeměny pohybů a elementárních částic a polí, by bylo naivní si myslet, že kategorie nebo zákonitosti, týkající se jedné objektů, nesouvisí s jinými kategoriemi

a zákonitostmi. Staré kategorie se v nových podmínkách neodvrhují, mění jen formu. V moderní fyzice to vyjadřuje okolnost, že nový pokus se odráží tímž matematickým aparátém, v němž však vystupují nové parametry. Nová teorie se tak jeví jako zobecnění teorií starších.⁸⁾

V nové teorii atomárních dějů se fyzikové opírali o tak zvaný princip korespondence, v němž je právě obsaženo zobecnění klasické fyziky a přechod ke klasické fyzice v případech, kdy lze zanedbat účinkové kvantum. Podle Bohra to bylo v jedné etapě vývoje atomové fyziky jediné vodítko v nové, kvantové oblasti, které spojovalo nečekané experimentální výsledky v mikrokosmu s makrokosmem.⁹⁾ Také Born se ve svém článku na tento princip nejednou odvolává.

Také Heisenberg vychází z tohoto principu ve svých pokusech z poslední doby o vypracování teorie elementárních částic. Snaží se vypracovat obecnou teorii, v níž by jako charakteristický parameter vystupovala tak zvaná elementární neboli minimální délka. Myšlenka je velmi prostá a při tom uchvacující. V oblastech, kde tuto konstantu lze zanedbat, platí zákonitosti nám již známé, tam, kde ji zanedbat nelze (oblasti o rozměrech řádově 10^{-13} cm) budou platit zákonitosti jiné a zároveň zmizí nekonečnosti, jež v nynější teorii činí takové potíže.¹⁰⁾

Heisenberg se snaží vypracovat zobecněnou teorii, jejímž zvláštním případem by byla dnešní kvantová teorie. Hledání takových teorií je zákonité vzhledem k existenci obecných kategorií v objektivním světě a vzhledem k jednotnosti tohoto světa.

Co jsme řekli o kategoriích, jsou dvě stránky téže poučky: obecné kategorie se specificky mění v měnícím se objektu i v teoriích, jež je odrážejí. To není nějaký dogmatický filosofický postulat, nýbrž výsledek přírodovědeckého vývoje, historických věd a filosofie. Born se touto poučkou v podstatě řídil, když na příklad vyslovil myšlenku, že kauzalita v kvantové fyzice, je-li správně chápána, nemizí, nýbrž nabývá jen jiné formy ve srovnání s laplaceovským determinismem.¹¹⁾

Taková je tato koncepce, koncepce pojmu a teorie jako odrazu vlastností materiálního světa. V boji proti dogmatismu a apriorismu má tato koncepce mnoho společného s Bornovými názory.

Přednosti této koncepce se však projevují v tom, že ona hodnotí úlohu pokusu a významugnoseologických principů s tím spojených poněkud jinak, než jak to činí Born.

Born se bez výhrad staví proti tradici. Píše: „Rozdíl mezi naší dobou a středověkem spočívá v podstatě v tom, že se ustoupilo od tradic a že se za skutečný zdroj poznání vzal pokus.“ Born se tak dal na cestu odmítnání filosofie jako vědy, na odmítnání její řídicí úlohy. Píše: „Jakmile se principy (objevené přírodovědou — *S. S.*) stanou součástí filosofického systému, začíná proces dogmatizace a ustrnutí.“ Tuto poučku pokládá za nezvratný zákon poznávání, platný pro každou filosofii. V závěru pak načrtává tuto situaci vědce: „Jsem přesvědčen, že ve vědě není vytyčovaných cest sgnoseologickými ukazateli. Nikoli, jsme v džunglích a hledáme cesty zkoušením, přes omyly. Cestu stavíme za sebou v rytmu, jakým jdeme vpřed.“¹²⁾

Avšak taková bezvýhodnost odporuje skutečným dějinám vědy, především pak kvantové fyzice. Born má ovšem pravdu, že kvantová fyzika představuje pronikavou revoluci idejí. Avšak žádné nové ideje nevznikaly z ničeho. Born sám říká ve svém článku,

⁸⁾ Není náhodné, že k tomuto nevyhnutelnému závěru v moderní přírodovědě docházejí nezávisle na sobě odborníci v různých oblastech vědy, na příklad vynikající ruský geometr V. F. Kagan (viz B. Ф. Каган, *Лобачевский*, Moskva 1944, str. 328), stejně jako znamenitý německý fyzik M. Planck (viz Max Planck, *Vorträge und Erinnerungen*, článek *Sinn und Grenzen der exakten Wissenschaft*, 6. vyd., J. A. Barth, Lipsko 1958).

⁹⁾ Niels Bohr, *Discussion with Einstein on epistemological problems in atomic physics*, Library of Living Philosophers, Albert Einstein: Philosopher-Scientist, 1949. Česky Niels Bohr, *Diskuse s Einsteinem ognoseologických problémech v atomové fyzice*, v tomto časopise, V (1960), č. 1.

¹⁰⁾ Viz *Die Plancksche Entdeckung und die philosophischen Grundfragen der Atomlehre*, von Heisenberg (přednáška k stému výročí narození M. Plancka, konaná v dubnu 1958. Ruský překlad v UFN, LXVI, č. 2, 1958).

¹¹⁾ M. Born, *Natural Philosophy of Cause and Chance*, Oxford 1949.

¹²⁾ Tyto názory najdeme i u N. Bohra. Bohr vypravuje, že když Einstein dal najevo pocit nespokojenosti, „že nemáme fundovaných principů pro popisování přírody, s nimiž by mohli všichni souhlasit“, Bohr mu odpověděl: „Klademe-li si za cíl zavést pořádek ve zcela nové oblasti poznání, sotva můžeme spoléhat na jakékoli staré principy, byť sebe obecnější. (N. Bohr, *Diskuse s Einsteinem ognoseologických problémech v atomové fyzice*, v tomto časopise, V (1960), č. 1, str. 105).

že „obě stránky kvantové mechaniky se do značné míry opíraly o Hamiltonovy práce,“ že pro vlnovou formu kvantové mechaniky připravil cestu Hamilton. Avšak i druhou, maticovou formu kvantové mechaniky můžeme vysledovat zpět až k Hamiltonově nekomutativní algebře (kvaterniony). A také princip korespondence sloužil podle Bohra, Borna a jiných vědců jako specifický gnoseologický ukazatel v obtížném období převratu ve vývoji fyziky. Samo formulování nových problémů svědčí o velkém pokroku vědy, a neumíme-li je rychle řešit, znamená to jen, že výsledky, jež k formulaci nových problémů vedly, nebyly dostatečně analysovány a zobecněny. Ať vykazují nové vědecké problémy jakékoli nové stránky, nemůže badatel nikdy říkat, že se nachází v džunglích a že jde na slepo.

Kdybychom s Bornovým výše uvedeným tvrzením souhlasili, znamenalo by to, že jsme ve jménu boje zapomněli na jeden důležitý historický fakt: všechny naše výtěžky jsou výsledkem toho, že se opíráme o práci předcházejících pokolení, a nikoli o výsledky nihilismu vzhledem k dřívějším poznatkům. Filosoficky by to znamenalo, že bychom redukovali zkušenosti na jedinou zkušenost. To však je posice čistého empirismu. Říkáme-li, že zkušenost je jediným zdrojem poznání, máme na mysli nikoli jednu individuální zkušenost, nýbrž zkušenost nahromaděnou.

Zdůvodnit to můžeme tím, že nahromaděná zkušenost se vztahuje k zákonitě se vyvíjejícímu objektivnímu světu, a nikoli k chaosu náhodných „počítkových elementů“. Každá zkušenost, která adekvátně, i když ne úplně, zobrazuje svět, je stupněm k stále dokonalejšímu jeho poznávání.

V tom se materialistické chápání pojmu zkušenost liší od chápání pozitivistického. Právě proto, že zdrojem zkušenosti je vnější svět, se zkušenost hromadí, a — jak správně říká Born — má vzhledem k nám charakter nevyhnutelnosti. Předpoklad jediné individuální zkušenosti neodlišuje vědu od mystiky, neboť z tohoto hlediska je zkušeností i „spiritistický zážitek“ lidí mysticky založených nebo psychicky nevyvážených.

Zkušenost se však nehromadí jako prostý součet jednotlivých faktů, jako mosaika. Hromadění zkušeností dostává zpočátku tvar teorie pohybu jistého typu objektů, zobecňuje se až na celistvý obraz vnějšího světa, který se dále zpřesňuje. Od primitivně předmětného přechází postupně v složitě abstraktní. Dochází-li k tomuto zobecňování v oblasti smyslových počitků, jak ukazuje Born, dochází k němu i ve vědomí a tvoří se to, čemu říkáme světový názor.

Badatel se vždy řídí světovým názorem, ve světle tohoto světového názoru váží nová fakta a zároveň ve světle nových faktů obohacuje a rozvíjí svůj světový názor. A právě nahromaděná zkušenost, zobecněná ve světovém názoru, vedla k tomu, že Born odmítl Einsteinovy pokusy vypracovat teorii geometrisovaného pole, jehož singularními body by byly částice s nulovou klidovou hmotou. Odmítnutí bylo tak kategorické, že Born, jak sám přiznal,¹³⁾ neztrácel čas ani tím, aby si Einsteinovy práce podrobně přečetl.

V této souvislosti je na místě říci ještě toto: V článku věnovaném úloze pokusu a teorie ve fyzice se zřetelně vyslovuje myšlenka: teorie se opírá o experiment. To je sice správné, je to však jen jedna stránka problému. V poznání má teorie neméně důležitou gnoseologickou úlohu. Pokus je nutný prvek poznání, nutným prvkem poznání je však také teorie, neboť ona zobecňuje pokus a dává souvislý obraz zkoumaného objektu, je tedy konečným cílem poznání, dávajíc lepší představu o objektu, než původní přímý vjem. Teorie je dále zároveň začátkem v oblasti následujících nových pokusů. Dokonce i výsledky stávajících pokusů jsou tak abstraktní a vyžadují tak složité organizace pokusných podmínek, že mohou být stimulovány a vloženy jen na podkladě hluboké teorie. O této poslední úloze teorie se ovšem zmiňuje i Born.

Budeme-li tedy brát experiment jako objektivní, zobecněný, historický a nikoli jako subjektivní, jedinečný, empirický, dojdeme k tomu, že badatel není v žádných džunglích, že najde vždy gnoseologické ukazatele, jimiž se může řídit. Boj proti dogmatismu nevyžaduje eliminaci nahromaděné zkušenosti, v teoriích a ve světovém názoru zobecněné. Vyžaduje jen, aby se k nové zkušenosti přihlédlo a aby se stala součástí obecného obrazu zkoumaných objektů, aby se k ní přihlíželo při hledání formy zákonitostí a kategorií, příslušných dané oblasti. Tento požadavek splňuje vědecký materialismus.

Dogmatismus se rodí nikoli proto, že se hromadí a do světového názoru zobecňuje zkušenost, nýbrž proto, že se přijímá takový světový názor a taková tradice, v nichž se

¹³⁾ M. Born, *Physics in my Generation, Physics and Relativity*, 1956. Born zde píše: „... již od samého počátku jsem nevěřil v úspěch těchto pokusů, proto jsem tyto obtížné články nečetl dostatečně pozorně.“

kategorie pokládají za neměnné a nezávislé na nové zkušenosti. Mnohé teorie ovšem mizí v historii jako odpad. Bylo by však nesprávné, kdyby s teoriemi a světovým názorem, které jsou adekvátní zobecněné zkušenosti, které byly prověřeny a potvrzeny praxí, bylo nakládáno apriorně jako s dogmatismem.

III.

Autor s velkou radostí konstatuje Bornovo odmítavé stanovisko k Bridgemanovu operacionalismu.

Bornova kritika operacionalismu ukazuje, že Born je přesný myslitel, který promýšlí procesy v teoretickém myšlení fysiků a upozorňuje na nebezpečí, jež tu vznikají.

Tato skutečnost je o to významnější, že operacionalisté, stejně jako Born sám, vysoce hodnotí pokus. Ztotožňování pojmu s měřicí operací dovedlo však k čisté apologetice empirismu. Born šel ve své kritice operacionalismu proti proudu, který uchvátil dosti velký počet fysiků, jimž se zdálo, že operacionalistická metoda ochrání před spekulacemi. Empirismus však nikoho před spekulací neochránil, jak již dávno ukázal Engels. I Milneovy spekulace o datu stvoření světa, kritisované Bornem, vycházejí z Milneova extrémního empirismu.

Vystoupil jsem nejednou proti operacionalismu.¹⁴⁾ Neznal jsem však vynikajícího fysika, který by se byl proti operacionalismu stavěl. S Bornovým článkem jsem se bohužel seznámil teprve nyní. Velmi si vážím této nečekané podpory, přesto bych však chtěl říci něco k Bornovým úvahám.

Bornova kritika operacionalismu spočívá v přímém poukazu na to, že v kvantové mechanice jsou pojmy, jimž nelze přiřadit nějakou měřicí operaci. Podstata této kritiky je tedy v tom, že se empiricky určuje oblast, s níž je operacionalismus neslučitelný. Zároveň se vymezuje oblast, v níž je operacionalismus užitečný — klasická fysika, kde pojům lze přímo přiřazovat měřicí operace.

Gnoseologické tendence operacionalismu se tu neanalyzují. Takový rozbor je však nezbytný, zejména proto, že operacionalismus svádí svou vnější určitostí, jež se pokládá za „reakci na slovíčkářství a na fetišismus slov“.

Základní požadavek operacionalismu je požadavek odvozovat pojmy jen pomocí popisu měřicích operací, třeba i jen myšlených. Tento požadavek znamená chápání procesu poznání, podle něhož se nejprve vymezí pojmy, příslušná měření, a pak se hledají vztahy mezi pojmy (samozřejmě neodporující pokusu), to jest tvoří se teorie. Výstavba teorií, zejména dnešních, je však složitější. Nebudeme rozebírat cesty, jimiž se dnes dochází k novým teoriím, poznamenáme jen, spolu s Bornem, že celý vývoj kvantové mechaniky ukazuje, že zpočátku se zvolna tvoří abstraktní formule pro zhuštěný popis souboru pozorování a měření, a že pochopení přichází potom. To však je ve zřejmém rozporu s operacionalismem. V operacionalismu se projevuje gnoseologický fakt, že pojem dostává obsah teprve prostřednictvím potvrzené teorie. Zásluha kvantové mechaniky je právě v tom, že naučila chápat atom a libovolnou fysikální soustavu nikoli jako mechanický konglomerát, nýbrž jako celek se specifickou zákonitostí, jíž se podřizují složky, měnící tím zároveň svůj charakter. Teprve tak byly vysvětleny vlastnosti atomu, které předkvantová fysika vysvětlit nemohla.

Souvislost teorie s kategoriemi, jež se v ní odrážejí, vyniká v kvantové fysice proto, že zde zvláště pronikavě vystupuje skutečnost, že její kategorie se mimo celistvé teorie neprojevují.

V dané souvislosti je nutno zdůraznit, že zmíněné sepětí teorie s kategoriemi je obecný zákon poznání, který platí o všech teoriích, tedy také o klasické fysice. Pustrujme to příkladem tepla, pro něž Born připouští operacionalistickou definici („... je rozumné zavést pojem tepla popisem termometrických operací ...“). Aby však pojem tepla měl fysikální smysl, musí vyhovovat řadě podmínek. Je nutné dokázat, že za termodynamické rovnováhy existuje jistá monotonně se měnící stavová funkce soustavy. Možnost měřit hodnoty této funkce je dána především její transitivností a aditivností energie, jež se vyskytuje ve vzájemně tepelně interagujících soustavách. Za druhé se musí při přechodu soustavy do nové termodynamické rovnováhy měnit jednoznačně ještě alespoň jeden parametr soustavy. Existence takové funkce se zdůvodňuje v termodynamice,¹⁵⁾ a touto

¹⁴⁾ Viz např. *Uspechi fizičeskich nauk*, XXXIX, č. 1, 1949, a také Velkou sovětskou encyklopedií, 2. vyd., heslo „Operacionalismus“, 1955.

¹⁵⁾ Viz na příklad M. A. Леонтович, *Введение в термодинамику*, Gostechizdat, Moskva 1952.

funkcí je teplo, pojem organicky spjatý se všemi ostatními kategoriemi termodynamiky. Taková nepřímá definice vymezuje zároveň hranice pro použitelnost tohoto pojmu. Tyto hranice nelze vidět, definuje-li se pojem termometrickou operací.

Z řečeného plyne, že i když je možné před vypracováním teorie teplo měřit a učinit si o něm primitivní představu (na příklad jako „stupeň zahřátosti tělesa“), dochází k definování nikoli měřící operací, nýbrž teorií, v níž teplo se objevuje jako kategorie, spjatá touto teorií s jinými kategoriemi. Naproti tomu možnost změřit teplo, to jest možnost měřící operace, je dána existencí určitých objektivních vlastností, podmiňujících určitost a jednoznačnost měření, hranici použitelnosti pojmu, to jest, je dána jistou teorií, odrážející dané objektivní děje — v našem případě termodynamikou. Podobně lze soudit o všech jiných pojmech.

Vidíme, že operacionalismus není schopen vyjádřit původní poznávací proces pro svůj nedostatek: je empirickou koncepcí, která přehlíží úlohu teorie pro vznik a vývoj pojmu.

Důležitá je ještě tato stránka věci: Operacionalismus spojuje s každým pojmem jednou provždy jistou měřící operaci. Tím odděluje obsah pojmu od vztahů, jež byly historicky dříve odvozeny. Každý objekt však, který je pojmem odrážen (nebo kategorie příslušná objektu), souvisí s jinými objekty (nebo kategoriemi), jež se mohou ukázat podstatnějšími, i když se eventuálně objeví později. Tak na příklad se pojem hmoty (massy) nevyčerpává operacionalistickým, v duchu Machově neseným poukazem na úlohu, jíž má při zrychlení pohybu tělesa. Hmota (massa) má totiž ještě jiné důležité vlastnosti, objevené později (na příklad vztah k energii, relativnost), a sotva lze říci, že by tyto vlastnosti byly méně podstatné než ony vlastnosti, na podkladě kterých ji definoval Mach. V procesu poznání se odhaluje, že definice pojmu jistou měřící procedurou je historicky omezená. Taková definice buď mění pojem v mimohistorickou kategorii, což brzdí další poznání, nebo se stává čistě podmíněnou. Je známo, že Mach pokládal každou definici pojmu — který ztotožňoval s určitou měřící operací — za podmíněnou konvenci. Odvolával se při tom na to, že historický sled objevů je náhodný a že není jednoznačný. Uvedme jeden z Machových myšlenkových pochodů. Mach, tvrdě, že fyzika pokládá teplo za pohyb a elektřinu za substanci, dokazuje, že rozdíl v představách je dán historicky složenými metodami měření obou. Píše: „Při studiu výboje v leydenské láhvi můžeme použít dvou měřících operací: měření Coulombovými torsními vahami, vynalezenými v roce 1785, nebo Riessovým elektrickým teploměrem, vynalezeným v roce 1838. Výsledek první měřící operace se nazývá množství elektřiny, výsledek druhé měřící operace nazvěme potenciálem.“ „Když elektrický náboj leydenské láhve vytvoří teplo, potenciál se mění a jeho velikost, jak ukazují Riessův teploměr, klesá. Množství elektřiny se však podle Coulombova měření nemění. Mysleme si nyní, že Riessův teploměr byl vynalezen dříve než Coulombovy torsní váhy. To je snadné si myslet, neboť oba vynálezy nijak na sobě nezávisí. Nebylo by pak přirozenější odhadovat množství elektřiny v leydenské láhvi podle tepla? Pak by se však tak zvané množství elektřiny zmenšovalo při tvoření tepla, zatím co dnes zůstává neměnná. Pak by tedy elektřina nebyla substancí, nýbrž pohybem, zatím co dnes je substancí. Odtud je jasné, že díváme-li se na elektřinu jinak než na teplo, je to čistě historické a zcela náhodné a podmíněné.“ Tato podmíněnost pojmu u Macha vychází z toho, že pojmy nejsou podle něho odrazem objektivních kategorií. „Při zkoumání přírody“, píše Mach, „je důležité pozorovat jen vzájemné vztahy mezi jevy. To, co si za nimi představujeme, má význam jen pomůcky nebo formule, jejíž forma, proměnlivá a bezvýznamná, se může měnit podle stavu naší kultury.“¹⁶⁾

Machova pozice byla pozitivistická. Přírodovědec, který vychází z toho, že existuje mimo nás objektivní svět, nemůže tuto pozici přijmout.

Vše to vede k závěru, že operacionalistická metoda nezaručuje objektivnost poznání, a že je proto nepoužitelná — a to nejen v kvantové fyzice, ale vůbec nikde, jako gnoseologická metoda.

Shrňme.

Born má pravdu v tom, že není jiné cesty pro poznání vnějšího objektivního světa, než styk s tímto světem. Nová zkušenost si vynucuje změny starých představ o světě, prohlubuje je a činí je adekvátnějšími skutečnosti. Donucovací charakter vývoje našich představ dokazuje, že naše zkušenost má objektivní obsah. Odtud vysoké hodnocení zkušenosti, experimentu, jako zdroje poznání.

Odrážení vnějšího světa se však neomezuje na jedinečnou zkušenost. Jedinečná zkušenost se zobecňuje a dostává smysl v teorii. Člověk může, opíraje se o zkušenost, odráž-

¹⁶⁾ Э. Мах, *Принцип сохранения работы. История и корень его*, Petrohrad 1909.

žet nejjemnější a nejsložitější vztahy ve vnějším světě pomocí abstraktních teorií, jež tak poskytují hlubší poznání světa, než přímá jednotlivá zkušenost. Odtud hodnocení teorie jako hlubšího obrazu vnějšího světa. Praxe, prováděná na podkladě teorie, převyšuje její adekvátnost vnějšmu světu.

Zkušenost, nahromaděná a zobecněná v teorii a později ve světovém názoru, který vychází z uznání existence vnějšího světa a jeho odrazu ve vědomí člověka, umožňuje badateli překonat slepý empirismus, je ukazatelem v postupném rozvíjení poznání.

Oprávněný boj proti dogmatismu nemůže vylučovat vedoucí úlohu teorie a světového názoru, jestliže tyto adekvátně odrážejí zákonitosti objektivního světa.

To jsou závěry, k nimž musí dojít badatel, zamýšlející se nad úlohou pokusu a teorie v poznání.

Zkráceně přeložil dr. Josef Veselka

PLYNE PRVNÍ NEWTONŮV ZÁKON Z DRUHÉHO? *)

N. F. Ovčinnikov, A. I. Ujemov

V poslední době přišla řada fyziků s myšlenkou, že první Newtonův zákon není samostatný, nýbrž že je logickým důsledkem druhého. V zahraničí tento názor vyslovil T. W. Winas¹⁾.

U nás toto hledisko proniklo někde do pedagogické praxe a najdeme je i v některých učebnicích.²⁾

Argumentace, která „dokazuje“, že zákon setrvačnosti je důsledkem druhého Newtonova zákona, je velmi jednoduchá.

Nepůsobí-li na těleso žádné síly, nebo jsou-li síly na těleso působící v rovnováze, můžeme říci, že síla $F = 0$. Pak podle druhého Newtonova zákona $F = m \cdot a$ je zrychlení a rovno nule, neboť hmotu m pokládáme za konstantní. To znamená: nepůsobí-li na těleso síla, pak těleso má nulové zrychlení, tj. zachovává svoji rychlost, což je možné jen ve stavu klidu nebo přímočarého rovnoměrného pohybu.

Je samozřejmě podivné, že Newton, který pečlivě promyslel své „Matematické základy“ a nečinil ústupky od matematické přesnosti, ponechal nepovšimnutu takovou jednoduchou věc a v rozporu se svými zásadami myšlení zformuloval tři pohybové zákony místo dvou. Je známo, že jedno z pravidel, vyslovených Newtonem, spočívá v tom, že nemají být formulovány dva principy k výkladu jevu, stačí-li k tomu jeden princip. Stalo se to snad proto, že Newton byl metafyzikem a nemohl metodologicky správně přistoupit ke zkoumané otázce? S. M. Krutikov se např. domnívá, že odvození prvního pohybového zákona z druhého „dává možnost metodologicky správně vykládat mechaniku, neodtrhovat jedny zákony od jiných“.³⁾

Dříve však, než bude zaveden tento přístup k Newtonovým zákonům do praxe vyučování fyzice, je třeba pečlivě prověřit jeho oprávněnost.

Jak zní zákon setrvačnosti?

*) Н. Ф. ОВЧИННИКОВ, А. И. УЕМОВ, *Является ли первый закон Ньютона следствием второго?* *Filosofskije voprosy jestestvoznanija* II, Izd. Moskovskogo universiteta, 1959.

1) Viz T. W. Winas, *General statements of Newton's laws*, Amer. Phys., 1955, 23, No 5.

2) Viz např. С. Е. Хайкин, *Механика*, 1948, str. 86; viz také „Fizika v škole“, 1956, č. 2., návrh učitele Krutikova.

3) „Fizika v škole“, 1956, č. 2, str. 76.