

Igor Jex

Max Planck a jeho svět ideálů

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 47 (2002), No. 1, 22--30

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/141109>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2002

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>

Max Planck a jeho svět ideálů

Igor Jex, Praha

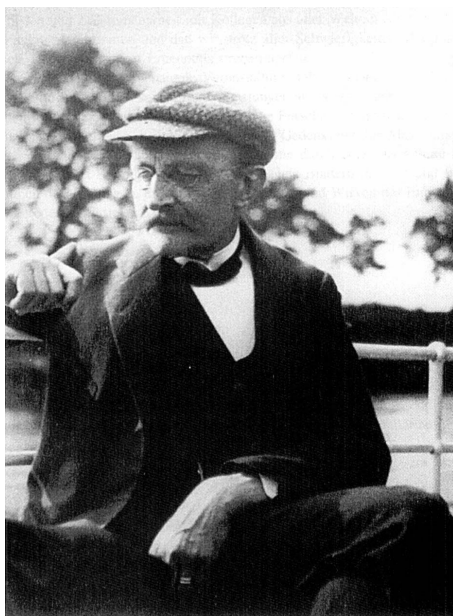
„Komu bylo dopřáno darovat světu velkou myšlenku, nepotřebuje, aby ho svět oslavoval.“

Těmito slovy se loučil se svým „ochráncem“ a přítelem z berlínské doby Albert Einstein jménem Americké akademie věd. Loučil se s Maxem Planckem, jednou z nejzářivějších postav německé a světové vědy a fyziky dvacátého století. Planck daroval světu představu elementárního kvanta a s ní otevřel cestu k pochopení jak struktury hvězd, tak i moderním komunikačním technologiím. Můžeme se držet Einsteinova doporučení a neoslavovat vždy nanovo rok objevu, 1900, a jeho autora. Určitě ale není zbytečné si některé další myšlenky tohoto velkého fyzika připomenout. Navzdory poměrně dlouhému časovému odstupu v mnohém neztratily nic ze své platnosti, jasnosti a elegantní prezentace.

Sám Einstein charakterizoval Plancka jako skutečného muže vědy. V této souvislosti rozlišoval mezi třemi kategoriemi.

První byli vědci „jaksi“ náhodou. Podobně jak působili ve vědě, mohli působit v nějakém podniku nebo v politice. Druhou skupinou byla skupina talentovaných lidí, kteří viděli ve vědě vhodný způsob, jak se dopracovat uznání, vlivu a slávy ve společnosti. Třetí skupinou byli vědci z vnitřních pohnutek a jejich smyslem života a hnacím motorem bylo zanícení pro jistý obor a hledání pravdy. Bez prvních dvou kategorií by se majestátní budova vědění obešla, i když by v ní bylo nejspíše velice pusto. Osobnosti jako Planck ale této budově dodávali ono světlo a grácii, kterou se řadí k největším klenotům lidstva.

Neuhasínajícím plamenem, který Planck po celý život nesl v sobě a který mu pomáhal orientovat se, byl jeho zájem o nejzákladnější problémy fyziky. Je velice pravděpodobné, že Plancka detailní, konkrétní projevy fyzikálních procesů příliš nezajímaly. Jeho zrak se vždy upíral k mechanismům a zákonitostem, které tyto procesy řídily. Do



MAX PLANCK

Doc. Ing. IGOR JEX, DrSc. (1962), katedra fyziky FJFI ČVUT Praha, Břehová 7, 115 19 Praha.

dějiny fyziky dávno vstoupila Planckova epizoda o jeho prvním kontaktu s přírodními vědami a fyzikou zvlášť. Učitel fyziky a matematiky na mnichovském gymnáziu vložil do učiva i téma zákona zachování energie. Formulace tohoto zákona a samozřejmě jeho obsah zanechaly na budoucím nositeli Nobelovy ceny hluboký a nesmazatelný dojem. Tento zážitek označoval jako akt zvěstování absolutní pravdy. Byl mu představen přírodní princip, který je platný pro všechny procesy bez ohledu na jejich konkrétní podobu. Navazující zájem o přírodní vědy a fyziku byl jenom logickým dovršením procesu jeho profesní orientace iniciované na počátku jeho gymnaziálního studia. Od svého studia na vysoké škole a navazující akademické kariéry neočekával Planck mimořádné výkony nebo příspěvky k rozvoji vědy. Svou roli viděl ve vypracování precizních formulací v podstatě již existujících principů a zákonitostí. Osud však měl pro něj přichystanou spleť a podstatně dramatičtější dráhu.

První a také trvalou láskou se stala Planckovi termodynamika. Jako student v Berlíně se začal zajímat o problémy spojené s formulací druhého principu termodynamiky a s jeho důsledky. Na toto téma sepsal svoji dizertaci i habilitační práci. Později s velkým úspěchem aplikoval získané výsledky na roztoky. Ještě ve vysokém věku, kdy sám mluvil o své vědecké nepotřebnosti, napsal vědecké články, které si našly svoji cestu do učebnic termodynamiky.

Druhou láskou mu byla teorie relativity. Jako vydavatel *Annalen der Physik* se mezi prvními seznámil s jejím obsahem a stal se okamžitě propagátorem, obhájcem a také aktivním „uživitelem“ tohoto posla nové doby. Jeho pozornost zaujal velice brzy i sám autor této teorie a Planck se stal jeho velkým podporovatelem.

Náročná témata, která přitahovala Planckovu pozornost, přirozeně přinášela i koncepční, filozofické a metodologické problémy. Ty Planck neignoroval, ale chápal je jako organickou součást svého zájmu o svět kolem nás, který se jako fyzik snažil postihnout a popsat pomocí nástrojů fyziky.

Zájem o filozofické otázky se u Plancka objevuje s různou intenzitou v průběhu celého jeho života. Mění se ale témata a také forma zpracování. V dobách jeho nástupu na Berlínskou univerzitu a v následujícím období se Planck věnoval hlavně důsledkům termodynamiky. Zvláště formou polemických příspěvků se snažil ukázat jak na některé nepřesnosti při formulaci druhého principu termodynamiky, tak i na jeho nesprávné interpretace. Z dnešního pohledu se nám mohou zdát diskuse té doby o pojetí entropie poněkud zábavné. Jsme ale už jenom další z mnoha generací, která přivykla tomuto pojmu v jeho vyzrálé, konečné podobě. Mnoho z Planckových filozofických názorů, zvláště z první fáze jeho tvůrčí činnosti, je možno vysledovat z polemik, které vedl s kolegy. Vzpomeňme si pro ilustraci na tři z nich, a to na Ostwalda, Boltzmann a Macha.

Koncem devadesátých let devatenáctého století byl mezi fyziky velice populární proud nazývaný energetismus. Zastánci tohoto směru neviděli nutný (fyzikální) důvod pro zavedení pojmu entropie a dělení přírodních procesů pomocí entropie na vratné a nevratné. Energetici s oblibou přirovnávali zákon růstu entropie ke změně potenciální energie. Ignorovali tedy fakt, že nevratné procesy se nedají v principu obrátit bez vynaložení dodatečného množství energie. Hlavními oponenty tohoto sporu byli na jedné straně W. Ostwald a na druhé straně L. Boltzmann. Planck se s plnou vehemencí

postavil na Boltzmannovu stranu, ten však o jeho pomoc nestál. Hlavním důvodem byl zásadně odlišný pohled Boltzmann a Plancka na povahu druhého principu termodynamiky. Boltzmann chápal zákon růstu entropie statisticky, jako důsledek atomární struktury plynů. Planck v podstatě až do počátku dvacátého století o atomismu pochyboval a druhý princip nebyl pro něj statistickým principem, ale principem absolutním. Tyto polemiky zanechaly v Planckovi trvalý dojem a i ve své autobiografii shrnuje svoji životní zkušenost takto: „*Nová vědecká pravda se neprosazuje tím, že se její odpůrci dají přesvědčit, ale spíše tak, že odpůrci pomalu vymřou a dorůstající generace se s pravdou seznamuje hned na počátku.*“ Proti jménům jako Ostwald nebo Mach se prostě dá argumentovat jenom velice těžce.

Druhým, možná neméně závažným důvodem pro zjevné napětí mezi oběma velikány nauky o teple je Planckova nepřímá kritika Boltzmannovy teorie plynů. Planckův žák E. Zermelo upozorňoval na fakt, že když chápeme soubor atomů jako mechanický systém, musí být na něj aplikovatelná i Poincarého věta o návratu. Plyn by se tedy měl vrátit po jisté době zpět k počátečním hodnotám. Podobné chování ale odporovalo Boltzmannovým závěrům a samozřejmě i chování reálných plynů. Boltzmann poukazoval při své odpovědi na předpoklad molekulárního chaosu, který považoval za skoro samozřejmý. Kritiku Boltzmannova formuloval Zermelo sám, Planckovo jméno se na pracích neobjevovalo, navzdory tomu se Boltzmannova ostře formulovaná odpověď dotkla i Plancka. Ostří sporu se utopilo a možná i ulomilo až potom, co Planck v důsledku vlastního studia a bádání konvertoval k atomismu. Poznamenejme, že Planck v počátcích své kariéry nepovažoval teorii atomů za dostatečně fyzikálně podloženou a předpokládal její postupné opuštění.

K poslednímu okruhu polemik se váže jméno E. Macha a později například P. Jordana. Sám Planck se považoval za horlivého zastávce Machovy filozofie po dlouhou dobu, například ještě po dobu svého pobytu v Kielu (první profesura v letech 1885 až 1889). Změnu jeho názorů podnítila nejspíš změna místa působení (Berlín) a přítomnost autorit, jakou byl například H. von Helmholtz. K přímé reakci vyprovokoval Planck Macha svou přednáškou v holandském Leidenu (1908). Zde v přednášce *Jednota fyzikálního obrazu světa* představil své názory o hybných silách vědeckého a zvláště fyzikálního výzkumu a „pokroku“. Planck obhajoval tezi, že naše snaha při budování fyzikálního obrazu světa čerpá svoji sílu z potřeby osvobodit naše poznání od všeho individuálního (antropomorfního). Dále poukazoval na to, že velcí duchové fyziky věřili při formulaci svých principů v jejich objektivní platnost. Vycházeli tedy z toho, že zákonitosti, které vyjadřují, jsou vlastnostmi přírody. Není to tedy jenom jejich subjektivní konstrukce. Tento přístup ostře kontrastoval s koncepcí E. Macha, jenž viděl hnací sílu vědeckého bádání v biologicko-ekonomických důvodech. Celé poznání je jenom myšlenkově co neekonomičtější uspořádání našich vjemů, které je nám vnucováno naším bojem o každodenní přežití. Velká popularita Machova učení byla způsobena mimo jiné přehnaným očekáváním, které se objevilo po objevení zákona zachování energie. Například Emil du Bois-Reymond v tomto principu viděl završení všeho fyzikálního snažení. Mach poskytoval tomuto rozčarování jistou alternativu. Planck viděl ještě další důvod pro svůj názor. Fyzika se v průběhu svého vývoje zdokonalovala. Toto zdokonalování viděl v obecnosti, kterou fyzika mohla prokázat.

Fyzika počátku devatenáctého století byla jako obraz při pohledu zblízka. Bylo možno pozorovat jednotlivé barevné skvrny, detaily a výřezy, které malíř do obrazu vložil. Naproti tomu fyzika konce století nabízela již jednotný obraz, kde bylo možno vidět trochu víc než jenom detaily a odhaloval se komplexnější dojem celého díla. Fyzika umožňovala mnohem přesnější popis dějů kolem nás a rozšiřovala spektrum odpovědí, kterými lidstvo na ně může reagovat.

S přibývajícím vědeckým věhlasem se Planckovým názorům dostávalo čím dál více pozornosti. Přednášky, které se věnovaly gnozeologickým problémům fyziky, postavení fyziky mezi ostatními přírodovědnými disciplínami a jejich vztahu k etice a společnosti, byly prezentovány s rostoucí frekvencí. Koncem třicátých let a pak po celý průběh války se Planckův zájem posunul hlavně k otázkám vztahu mezi etikou a fyzikou a mezi fyzikou a náboženstvím. Závěry, ke kterým se ve svých úvahách dopracoval, se rozhodně nedaly sloučit s vládou a vehementně propagovanou ideologií nacistického Německa a jejím vlivem mezi studenty a „obecným lidem“. Planck své myšlenky prezentoval na přednáškách po celém Německu a cestování (v té době mu bylo už přes úctyhodných osmdesát let) pro něj nebylo lehké. Válečná situace zcela jistě námahu umocňovala. Mnoho studentů v Berlíně obdivovalo jeho výkon, když přednášel o vztahu přírodních věd k náboženství. Navzdory pokročilé artritidě přednášel studentům medicíny celou hodinu vstoje tak, jak tomu přivykl za mládí. Po své závěrečné větě — K bohu — sklidil obrovské ovace. To už bylo v době, kdy Německo bylo v hlubokém kulturním bezvědomí a slova tohoto velkého fyzika byla jako posel z jiného, lepšího světa. Planck v této své činnosti viděl jeden z mála způsobů, jak být ještě užitečný.

K okruhům problémů, které Plancka eminentně zajímaly, patřily především princip kauzality a jeho místo ve vědě obecně a ve fyzice zvláště. Dále se věnoval vztahu fyziky k ostatním vědám, smyslu vědy a jejímu přínosu pro společnost. Zvláštní postavení měly pro Plancka otázky vztahu fyziky k náboženství a otázky svobodné vůle a determinismu.

Kauzalita a determinismus

Vývoj fyziky na konci devatenáctého století představoval zásadní změnu nejenom v rozsahu procesů, které fyzika popisovala, ale hlavně ve změně pojmového aparátu. Některé pojmy byly znovu definovány, respektive jejich definice byla rozšířena. Do zorného pole pozornosti fyziky se dostaly i základní pojmy prostoru a času. Tuto změnu a novou analýzu těchto pojmů, které Kant považoval za apriorně dané formy našeho nazírání, způsobila teorie relativity. Podobný osud se ukazoval i pro kauzalitu. Konec minulého století byl také ve znamení nového nástupu atomismu a na něm založené kinetické teorie plynů. Planck zpočátku nebyl o existenci atomů úplně přesvědčen a Boltzmannovy teorie přijímal s notnou dávkou opatrnosti. Zásadní výhrady měl Planck vůči kinetické teorii, protože byl přesvědčen, že druhý princip termodynamiky je principem absolutním a nemá statistickou povahu. Pokrok ve statistické fyzice ukázal, že i statistické zákonitosti mají (v podstatě) absolutní platnost. Zásadním posunem v tomto směru byl důkaz, že i když fyzikální podstatou růstu entropie jsou

vratné procesy, jejich výsledný efekt je nevratný. Všechny procesy, které se uvažovaly ve fyzice do té doby, byly přesně předpověditelné, když byly předepsány počáteční podmínky, nebylo tu místo pro jakoukoliv náhodnost. V laboratoři při skutečných experimentech docházelo vždy k odchýlkám, které způsobovaly zanedbatelné rozdíly k ideálním předpovědím teorie. Také opačně, požadované počáteční stavy se dají realizovat jenom s konečnou přesností. Přesně vzato tedy není možno experimentálně ověřit ideální předpovědi. Fyzikové byli přesvědčeni, že postupné zdokonalování měřicích a experimentálních postupů umožní potlačit tyto chyby v reálném světě pod libovolně předepsané nebo zvolené meze. Objev elementárního kvanta změnil situaci od základu.

Necháme-li dopadat elektromagnetickou vlnu na skleněnou plochu, vlna se rozdělí a získáme vlnu odraženou a vlnu prošlou. V případě extrémně slabé vlny musíme vycházet z předpokladu, že na rozhraní dopadají jenom jednotlivé excitace elektromagnetického pole — fotony. Jak rozhodnout, jestli bude foton odražen nebo propuštěn? Pro záchranu striktního determinismu byl zaveden pojem vlnové funkce. Podle Plancka tento popis plně nahradil původní popis pomocí hmotného bodu v klasické mechanice. Daní za zachování kauzality byl popis pomocí vln, které byly „fyzikálně“ reálné a přístupné měření. Jejich kvantový analog je však v mnohém jiný a zvláště v sobě nese statistickou povahu (interpretaci).

Druhým problémem spojeným s elementárním kvantem a zprostředkovaně s kvantovou fyzikou byl proces měření. V klasické fyzice je proces měření v principu nezávislý na měřeném objektu a naopak objekt a úplný soubor jeho vlastností na procesu měření. V kvantové teorii dochází při procesu měření k nezanedbatelnému ovlivnění objektu měření a tento vliv se nedá potlačit. Planck viděl v tomto bodu skutečnou slabinu nové teorie. Neztrácel ale naději, že i tento bod bude možno uspokojivě vyřešit bez obětování striktního determinismu.

Zákon kauzality byl v Planckově filozofii heuristický princip, který umožňoval třídění, katalogizování našich vjemů a následnou aktivní reakci na tyto vjemy. Jeho existence je pro vědu a zvláště pro fyziku klíčová. Kritériem úspěchu tohoto principu jsou výsledky dosažené jeho použitím, a tak otázka o správnosti tohoto principu je buď vedlejší, nebo nesmyslná.

Jako zastánce striktního determinismu ve fyzice je vždy prezentován Albert Einstein, který poukazoval na problémy kvantové teorie. Je nutno podotknout, že v tomto směru nebyl osamělým poutníkem. Na jeho intelektuální cestě ho provázely osobnosti z berlínského kroužku. Nebyl to nikdo jiný než Max Planck a Max von Laue, ke kterým se časem ještě přidal Erwin Schrödinger. Byl tedy ve více než vybrané společnosti a můžeme předpokládat, že jeho názory se v mnohém shodovaly s názory těchto vědců.

Svobodná vůle

V několika přednáškách se Planck věnoval otázce svobodné vůle. Sám byl zastáncem striktního determinismu, a proto ho samozřejmě otázka svobodné vůle, její původ a hranice zajímaly. Zajímal ho způsob, který umožňuje spojit naši zjevnou svobodu

dělat rozhodnutí a konat výlučně podle našeho (nejlepšího) vědomí a svědomí s fyzikální představou determinovanosti, která jako by nás veškeré odpovědnosti za naše jednání zbavovala. Tento evidentní rozpor vedl několik současníků k domněnce, že nově se rodící kvantová mechanika se svými relacemi neurčitosti dává na tento problém správnou odpověď. Planck viděl v tomto vysvětlení opět problém, a to jak vysvětlit vzhledem k předpokládané (úplné) náhodnosti pocitu vnitřní mravní odpovědnosti jedince.

Řešení problému viděl Planck ve vztahu lidské vůle a jeho rozumu a intelektu. Člověk je omezen rozsahem svého rozpoznávání možných pohnutek a intelektuálním zpracováním těchto momentů. Kdybychom si představili dokonalého, nezaujatého pozorovatele, ten by mohl naše jednání při dostatečné znalosti našich tělesných a duševních stavů předpovědět do nejmenších detailů. Pro každého, kdo by se této role chtěl ujmout, by byla principiálně zapovězena jenom jeho vlastní osoba. Příčin je několik. Jednou je neustále se rozrůstající síť pohnutek, které při analýze sebe sama odhalujeme, a taktéž, že analýzou sebe sama měníme samotné rozhodovací podmínky. Nejdůležitější je ale faktor vlastní vůle. Osobní psychologický profil, spontánní vůle jsou intelektem ovladatelné, ale ne v plném rozsahu. Proto není jednotlivci jasné, jak bude reagovat a konat v nejbližších okamžicích. Pro něj je tedy jeho budoucnost jenom omezeně předvídatelná; minulost se dá alespoň vysvětlit. Pro Plancka stojí otázka vše chápajícího pozorovatele naprosto mimo diskusi. Tomu, kdo takového pozorovatele není ochoten připustit, podle všeho chybí buď představivost, nebo dostatečná pokora.

Podle Plancka je tedy svobodná vůle spíše otázkou pozorovatele (referenčního systému) než otázkou platnosti kauzality a determinismu. Jednání každého jedince se podle něj dá kauzálně vysvětlit. Osobní prožitek svobody je pro nás objektivní, i když se vnějšimu pozorovateli jeví jako plně determinovaný.

Pro každodenní jednání, pro naše rozhodování není věda a přísná logická analýza uspokojivá nebo dostatečně pružná. Faktorem definujícím naše postupy a rozhodování, přesahující rámec rozumu a kladoucí imperativy i vůli, je etika. Ta nám pro složité rozhodování dává návody, které nejsou logicky plně reprodukovatelné, nesmějí ale na druhé straně být v rozporu s rozumem nebo vědou. Kritériem pro etiku je podobně jako pro vědu kritérium úspěšnosti v praktickém životě. Planck sám (a dokazoval to svým přístupem k životu) viděl nejvyšší hodnotu v etice, která si vážila života a život každého jedince byl pro ni hodnotný a cenný. Determinismus a kauzalita nás nikdy nezbaví odpovědnosti za vlastní život ani za život v našem okolí. Poznávání a práce na vlastním zdokonalování je skutečným úkolem, který dělá ze života dílo hodné našeho ducha.

Přírodní vědy a náboženství

Planck přistupoval ke vztahu náboženství a vědy z pozice přírodovědce hledajícího buď styčné body, nebo indicie pro to, že tyto dva postoje jsou neslučitelné. Sám byl hluboce věřící, a tak se orientoval zvláště na první možnost. Ve své přednášce *Religion und Naturwissenschaft* rozebírá vztah obou přístupů ke světu a dochází k závěru, že

oba přístupy nestojí proti sobě, ale spíš vedle sebe a směřují ke stejnému cíli. Z pozice přírodovědce odmítá věřit na zázraky, které se nám jeví jako jeden ze základních elementů naivní víry. Také neabsolutizuje význam náboženských symbolů. Primární jsou pro něj vjemy, jejich zpracování ve formě měření. Na druhé straně však vidí, zvláště v možnosti formulovat (například principy mechaniky) pomocí variačních principů, indikaci pro existenci světového řádu. Tento řád je alespoň částečně pro lidstvo postihnutelný pomocí jeho smyslů a intelektu. Tento řád je na člověku, jeho postojích a názorech nezávislý. Každodenním úsilím se můžeme dopracovat k čím dál úplnějšímu popisu. Celá pravda nám ale nebude nikdy „zjevena“ ve své úplnosti.

Náboženství je podle Plancka vyjádřením vnitřního přesvědčení, že existuje primárně bůh a z jeho vůle se děje vše v našem materiálním i duchovním světě. Člověk má schopnost si uvědomit jeho existenci a blížit se k němu. Uvědomění si boha člověku poskytuje pocit harmonie a poskytuje mu útěchu a jistotu. Božský princip tak dává jednání člověka také morální dimenzi. Z čistě logického hlediska neexistuje pro etické jednání dostatečný důvod. Nemáme dostatek podkladů a schopností analyzovat, abychom se správně rozhodli. Musíme se v našem rozhodování nechat vést vnitřním přesvědčením, které představuje spojení s bohem, o jehož objektivní existenci byl Planck přesvědčen. Planck neviděl ve spojení náboženství a vědy rozpor. Podle něj to byly, jsou a budou spojenci v neúnavném boji proti skepticizmu a dogmatismu, proti nevíře a pověrám. I když byl pro Plancka největším německým básníkem Goethe, v přístupu k náboženství zřejmě souhlasil s Schillerem, který v Ódě na radost říká — bratři, nad klenbou nebeskou hvězdami posetou musí vládnout dobrotivý otec.

Role vědy v lidské společnosti

Planck viděl vědu jako věčný a nikdy nekončící boj o vědeckou pravdu. Pro společnost má každá vědecká disciplína bezprostřední výsledky aplikovatelné na konkrétní problémy a otázky. V tom spočívá její praktická užitečnost a také řešení praktických otázek je jedním ze základních stimulů pro rozvoj kterékoliv vědy. Tyto praktické výsledky umožňují vytvářet jednotný obraz světa kolem nás. Tento obraz bude vždy nepřesný, přibližný a nové poznatky budou vymezovat platnost znalostí předešlých. Toto upřesňování může někdy nabýt i povahy negace předešlých výsledků, a tak se může zdát, že věda se točí v kruhu. Opak je pravdou. Staré výsledky jsou vymezovány a ukládány na „přesnější“ místo v soustavě pojmů.

Druhou stranou mince je vypracovaná metodologie vědy. Všechny vědní obory explicitně nebo implicitně předpokládají, že jisté jevy předcházejí druhým, které jsou pak jejich nutným důsledkem, a znalost těchto jevů pomáhá pochopit jejich následky. Věda tedy potřebuje kauzalitu. Snaha zpochybnit kauzalitu i jen v jednom oboru ohrožuje ve svých důsledcích metodologii všech ostatních oborů. K podobným závěrům se dopracujeme i při jiných principech. Fyzika není tedy v tomto směru výjimkou. Mimořádný dopad fyzikálních výsledků způsobila snaha fyziků osvobodit se od všeho antropomorfního a od všeho, co ukazuje na původ nebo konkrétní východiskové body.

Dalším výsledkem vědeckého snažení je poznatek, že není možno důsledně, jednoznačně a nezpochybnitelně oddělit hodnotové a poznatkové pohnutky při procesu poznávání. Není možno plně oddělit poznávající subjekt od poznávaného objektu. Čistě analytické metody, rozklad objektu našeho zkoumání na stále menší stavební jednotky nevede vždy ke kýženému cíli. Objekt je ve své existenci více než pouhá suma svých formálních částí.

Tento výsledek nás vede k základní otázce etiky: „*Jak mám jednat?*“ Věda se jeví v tomto směru jenom jako nástroj s omezenou účinností, čistě logické argumenty tady mají jenom omezenou platnost. K čemu se máme obracet, jsou tedy univerzální styčné body, ke kterým se speciální vědy dopracovaly. Každá věda požaduje jako svůj základní předpoklad požadavek vnitřní logické konzistence, a ten je spojen bezprostředně s etickým požadavkem pravdivosti a poctivosti či upřímnosti. Tento požadavek překračuje kulturní a časové hranice a představuje základní moment pro koexistenci jak jedinců, tak i společenstev a národů. Tento požadavek je v příkrém rozporu s každodenní zkušeností, kde jsou předkládány a interpretovány skutečnosti s nečistým úmyslem.

Pravdivost je neoddělitelně spojena s pojmem spravedlnosti, která je vlastně „jenom“ vnitřně nerozpornou praktickou realizací mravního posouzení smýšlení a jednání. Platnost přírodních zákonů v malém i velkém naprosto nezávisle na konkrétní podobě, přenesena na pravidla spoluzití, si vynucuje stejné právo pro všechny. Na malé i velké, urozené a prosté, domácí a na ty z daleka se má nahlížet stejně. Tam, kde prostí a slabí získají pocit, že jejich práva jsou v nebezpečí, je společnost ohrožena ve svých základech.

Naše snažení na poli etiky má ještě jednu společnou vlastnost s pokrokem ve vědě. Navzdory všemu úsilí bude toto snažení vždy, i v tom nejpříznivějším případě oceněno jenom částečným a nejspíš malým úspěchem. Ideálního stavu není možno dosáhnout. To by nás ale nemělo vést k ochabnutí nebo dokonce odmítnutí etiky. Podstatné na životě není držení jisté pravdy, ale její neúnavné, nekončící hledání překračující časové hranice dané střídáním generací a nejasné rozhraní vázané na různé kultury.

Planck ve svých filozofických pracích reflektoval názory myšlenkových proudů své doby, polemizoval s nimi a propagoval systematický, vědecký přístup k problémům čistě odborným i obecným. Mnohé názory přestaly platit nebo jejich platnost byla silně omezena. Navzdory těmto výhradám jsou jeho úvahy o postavení vědy ve společnosti a o vztahu fyziky k ostatním vědám stále v platnosti. Věda má svou praktickou i poznávací funkci. Neměli bychom nikdy zapomínat, že pro úspěšné zvládnutí všech problémů budoucnosti je nutné rozvíjet obě na co nejširší základně.

L i t e r a t u r a

- Planckovy filozofické a vědecko-popularizační práce:

[1] *Die Einheit des physikalischen Weltbildes*. Leipzig, S. Hirzel (1909), *Physik. Z.* 10 (1909), 62.

- [2] *Zur Machschen Theorie der physikalischen Erkenntnis*. Physik. Z. 11 (1910), 1186.
- [3] *Die Stellung der neueren Physik zur mechanischen Naturanschauung*. Phys. Z. 11 (1910), 922.
- [4] *Énergie et temperature*. Phys. Z. 12 (1911), 681.
- [5] *Neue Bahnen der physikalischen Erkenntnis*. Phil. Mag. 6 (1914), 60.
- [6] *Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit*. Rede, gehalten am 3. 8. 1914, Berlin.
- [7] *Das Wesen des Lichtes*. Naturw. 7 (1919), 903.
- [8] *Die Entstehung und bisherige Entwicklung der Quantentheorie, Nobel-Vortrag*. Leipzig (1920).
- [9] *Kausalgesetz und Willensfreiheit*. Vortrag in der preuß. Akad. Wiss. Berlin (1923).
- [10] *Vom Relativen zum Absoluten*. Naturwiss. 13 (1925), 52.
- [11] *Physikalische Gesetzlichkeit im Lichte neuerer Forschung*. Naturwiss. 14 (1926), 249.
- [12] *Die physikalische Realität der Lichtquanten*. Naturwiss. 15 (1927), 529.
- [13] *Das Weltbild der neuen Physik*. Leipzig, J. A. Barth (1929), Physica 9 (1929), 193.
- [14] *Positivismus und reale Außenwelt*. Vortrag, gehalten am 12. 11. 1930, Berlin.
- [15] *Der Kausalbegriff in der Physik*. S.-B. preuß. Akad. Wiss., Phys.-Math. Kl. (1932) 1, Leipzig, J. A. Barth (1932).
- [16] *The concept of Causality*. Proc. Phys. Soc. 44 (1932), 529.
- [17] *Die Physik im Kampf um die Weltanschauung*. Leipzig, J. A. Barth (1935).
- [18] *Vom Wesen der Willensfreiheit*. Forsch. Fortschr. 12 (1936), 213, Leipzig, J. A. Barth (1936).
- [19] *Religion und Naturwissenschaft*. Leipzig, J. A. Barth (1938).
- [20] *Naturwissenschaft und reale Außenwelt*. Naturwiss. 28 (1940), 778.
- [21] *Sinn und Grenzen der exakten Wissenschaft*. Leipzig, J. A. Barth (1942).
- [22] *Zur Geschichte der Auffindung des physikalischen Wirkungsquantums*. Naturwiss. 31 (1943), 153.
- [23] *Wissenschaftliche Streitfragen*. Forsch. Fortschr. 21 (1945), 2.
- [24] *Persönliche Erinnerungen aus alten Zeiten*. Naturwiss. 33 (1946), 230.
- [25] *Scheinprobleme der Wissenschaft*. Leipzig, J. A. Barth (1947).
- [26] *Mein Besuch bei Hitler*. Phys. Blätter 3 (1947), 143.
- [27] *Wissenschaftliche Selbstbiographie*. Leipzig, J. A. Barth (1948).

- Soubory a sebrané spisy:

- [28] *Wege zur physikalischen Erkenntnis, Reden und Vorträge*. Leipzig, S. Hirzel (1933).
- [29] *Physikalische Abhandlungen und Vorträge III*. F. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1958.