

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

F. Herneck

Max Planck (k 10. výročí smrti)

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 3 (1958), No. 2, 205--210

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137403>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1958

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 (K 10. výročí smrti)¹⁾

Dr F. HERNECK

Max Planck pochází z rodiny učenců. Narodil se 23. dubna 1858 v Kielu, kde působil jeho otec na universitě jako přírodovědec. Děd a praděd Planckův byli theologové. Praděd — současník Goetheův — učil jako protestantský opat a universitní profesor v Göttingách, kde dosáhl svými vědeckými a estetickými díly značné vědecké vážnosti.

Jako devítiletý přichází Planck s otcem do Mnichova. Již na gymnasiu se projevuje Planckovo matematické nadání tak výrazně, že je mu dovoleno — přesto že je sám žá-



kem — suplovat ve vyšších třídách za onemocnělého učitele matematiky. Ve své vědecké autobiografii říká Planck, že první absolutní přírodní zákon, s nímž se setkal — zákon zachování energie — a který jeho učitel dovedl obzvláště názorně vyložit, přijal jako „evangelium“.

Planck se zabýval již v tomto období velmi vážně hudbou, k čemuž v neposlední řadě přispěla i umělecká atmosféra tehdejšího Mnichova. Planck sám se stal brzy znamenitým klaviristou a varhaníkem a po absolvování gymnasia dokonce kolísal ve volbě povolání nějakou dobu mezi fyzikou a hudbou. Fyzika zvítězila, ač vyhlídky v tomto vědním oboru — jak mu tehdejší povolání představitelé této vědy líčili — nebyly valné vzhledem k tomu, že fyzika se tehdy pokládala za vědeckou stavbu v podstatě dokončenou.

Planck studoval pak nejprve tři roky v Mnichově. Vedle studií byl dirigentem, sborním mistrem, hrál na varhany při akademických církevních slavnostech, dokonce složil pro jedno domácí představení operetu. Zvláštní oblíbě se u něho tehdy těšili Schubert, Schuman a Brahms. Hudbu miloval Planck vedle vědy nade vše a hudba mu byla po celý život nevysýchajícím zdrojem osvěžení.

¹⁾ Dr F. Herneck, *Max Planck, Zum 10. Todestag des Schöpfers der Quantentheorie*, Wissenschaft und Fortschritt, roč. 7, seš. 9, 1957.

Po třech letech v Mnichově přišel Planck na dva semestry na universitu v Berlíně, aby přímo slyšel H. Helmholtze a G. Kirchhoffa, tehdy nejvýznamnější německé a světoznámé fysiky. Poslouchal také vynikajícího matematika Weierstrasse. Helmholtzem byl Planck poněkud zklamán. Helmholtz byl sice geniální badatel, avšak špatný učitel. Ve své autobiografii říká Planck, že mu Helmholtzovy přednášky „nepřinesly valného užítku“, neboť „Helmholtz se zřejmě nikdy na přednášku pořádně nepřipravil, v hovoru se zakoktával, přičemž z malého poznámkového sešitu vyhledával potřebná data; kromě toho dělal početní chyby na tabuli, a měli jsme pocit, že Helmholtz se v přednášce nudí nejméně tak jako my ...“. Naproti tomu „Kirchhoff vytáhl pečlivě vypracovaný přednáškový sešit, kde každá věta byla dobře uvážena a měla své místo; ani slovo zbytečné, ani jedno slovo nechybělo. Celek však působil jako nazpaměť naučený, byl suchý a jednotvárný. Obdivovali jsme přednášejícího, nikoli to co přednášel“.

Planck proto studoval intensivně sám vědecká díla, která ho nejvíce poutala. Na prvním místě tu uvádí pojednání Clausiova, vynikajícího německého fysika, kterému kromě jiného patří zásluha, že jako první jasně oddělil obě základní věty z nauky o teple.

Po návratu do Mnichova propracovával Planck vědecké otázky, se kterými se setkal právě při studiu Clausia. Přišel přitom na důležitou formulaci, která je pro vyjádření a zdůvodnění druhé věty termodynamické velmi významná: „Proces tepelné vodivosti nelze žádným způsobem učinit dokonale reversibilním.“ Této otázce je věnována Planckova disertační práce, na podkladě které (v roce 1879) promoval — staré teprve 21 let — *summa cum laude*²⁾ na doktora filosofie.

Vědeckých úspěchů Planck z počátku neměl. Velký Helmholtz ponechal jeho práci nepovšimnutou, Kirchhoff ji sice pozorně přečetl, avšak odmítl, poněvadž pojem „entropie“ nebyl podle jeho mínění aplikovatelný na irreversibilní děje, Clausius na Planckovy dopisy neodpovídal. Přesto šel Planck neomylně a neúnavně dál cestou, po které vykročil. Krátce po své promoci se habilitoval jako docent na podkladě pojednání *Änderung der Aggregatzustände* (Změna agregátních stavů).

V Mnichově čekal Planck několik let marně na universitní profesuru. To ostatně nebylo nijak zvláštní, neboť universitních stolic teoretické fysiky bylo tehdy v Německu velmi málo. Ve snaze dosáhnout hospodářské soběstačnosti chtěl mladý vědec již přijmout místo učitele fysiky na jedné lesnické akademii. Na radu Helmholtzovu od toho upustil v zájmu vlastního dalšího vědeckého růstu.

Již tehdy se Planck věnoval rekreačně také horolezectví. Je známo, že provedl mnoho velkých a obtížných horolezeckých výstupů.

Po pěti letech docentury v Mnichově byl Planck v roce 1885 jmenován profesorem teoretické fysiky na universitě v Kielu — ve svém rodném městě. Tam dokončil práci o povaze energie, ke které dala popud filosofická fakulta göttingenské university, a která byla také jako jediná z mnoha předložených prací vyznamenána cenou. Planck se kromě toho zabýval v této době okrajovými problémy fyzikální chemie, vědního oboru, který zásluhou Arrheniových, Ostwaldových a Van't Hoffových prací rychle zkvétal.

V Kielu působil Planck jen čtyři roky. Na podnět Helmholtzův byl na jaře roku 1889 povolán po Kirchhoffovi na universitu v Berlíně, kde po dalších třech letech dosáhl řádné profesury teoretické fysiky.

V Berlíně přišel Planck do styku s mnoha významnými vědci, kteří byli tehdy v čele světového vědeckého bádání, tak na příklad se známým fyziologem Emilem du Bois-Reymondem, klasickým představitelem mechanistického pojetí přírody v 19. století, dále se světoznámým historikem Theodorem Mommsenem. Především však poznal

²⁾ *Summa cum laude* (lat.) — „s nejvyšší pochvalou“, tehdy nejlepší známka u přísných zkoušek doktorských.

Planck Helmholtze blíže také s lidské stránky a brzy ho etil lidsky stejně, jako si ho vážil jako vědce. Ještě ve vysokém věku viděl Planck v Helmholtzovi ztělesnění důstojnosti a pravdivosti fyzikální vědy.

Planck byl tehdy jediným představitelem mladé vědy, která se musela teprve osvědčit. Jeho sžití s berlínským vědeckým životem nebylo proto snadné. Přesto se Planckův písemný vědecký styk právě v prvních berlínských letech velmi rozrostl. Tak na příklad byl Planck ve stálém písemném styku s Walterem Nernstem, göttingským vědcem, který svými měřeními potvrdil správnost jedné Planckovy formule. Také s Wilhelmem Ostwaldem, profesorem fyzikální chemie v Lipsku, měl Planck živý písemný styk v otázkách nauky o energii, zejména v problému druhů energie. „*Non taceo, quia non consentio*“ („Nemlčím, protože nesouhlasím“), tak začíná jeden z mnoha lístků a dopisů Planckových Ostwaldovi z počátku 90. let. Zvláště ostře kritisoval Planck Ostwaldův „energetismus“, o němž Ostwald hovořil poprvé v roce 1895 na shromáždění přírodovědců v Lübecku. Planck pokládal tento směr za vědecké scestí.

Vědecký profil Planckův charakterisuje výrazněji než mnoho jiného dopis, který koncem roku 1895 poslal Ostwaldovi před uveřejněním svého odmítavého stanoviska k „energetismu“. Planck v tomto dopise píše:

„Chtěl bych Vás tímto dopisem připravit na svůj článek proti energetismu; článek vyjde v příštím čísle Wiedemannových Annalen. S jeho obsahem jistě nebudete souhlasit. Původně jsem Vám chtěł článek zaslat, nakonec jsem si však nebyl jist, mohl-li bych očekávat přijetí protestu proti snahám, které Vy sám zastáváte, pro Váš vlastní časopis.

Přes všechnu tvrdost věcné argumentace jsem se vždy snažil o to, aby bylo jasné, že bojuji proti směru, nikoli proti osobám, kromě jiného také tím, že nikde nejmenuji ani Vás ani žádného jiného stoupence energetismu. Bylo by mi proto velmi líto, kdyby v našich osobních vztazích došlo pro tento článek k nějaké změně. Lítuji samozřejmě, že Vám nemohu poslat radostnější vánoční a novoroční pozdrav, bylo však pro mne nejvyšší na čase, abych se v této otázce také jednou ozval ...“ (Wilhelm Ostwald Archiv, Grossbothen, neuvěřejněno).

Korespondence mezi Planckem a Ostwaldem je klasickým příkladem vědecké polemiky, která přes všechnu ostrost kritiky nikdy nevyšla z rámce věcnosti.

Ve sporu s energetismem měl Planck za spojence vynikajícího rakouského fysika Ludvíka Boltzmannova, ač tento fysik „vůbec nepřiznával, ba ani rád neviděl“ Planckovy služby v tomto boji — jak Planck sám později píše. Boltzmannova totiž zlobilo, že Planck se v 90. letech stavěl k atomistické teorii, základu to Boltzmannova životního díla, nejen lhostejně, ale dokonce skepticky. Je celkem málo známé — proto zasluhuje věc tím spíše pozornosti — že Planck, podobně jako jiní významní přírodovědci této doby, na příklad Robert Bunsen, Ernst Mach a Wilhelm Ostwald, neuznával atomovou teorii, nebo v nejlepším případě měl o ní velké pochybnosti. Teprve v souvislosti se svými pracemi z let 1896—1900 o tak zvaném „záření absolutně černého tělesa“ užil Planck metod atomové teorie a založil na nich svá další bádání. Planck v těchto bádáních došel k novému zákonu záření, o kterém referoval v říjnu 1900 na zasedání Berlínské fyzikální společnosti, a který navrhl k experimentálnímu prověření. Měření, která brzy na to byla provedena, Planckův zákon záření skutečně plně potvrdila. Ukázalo se, že těleso nevydává zářivou energii rovnoměrně, nýbrž v jistých nejmenších dávkách, které Planck nazval „kvanta“.

Dne 14. prosince 1900 podal pak Planck ve Fyzikální společnosti geniální teoretický výklad zákona záření, v němž využil Boltzmannových atomistických myšlenek. Tento den nutno pokládat za den zrození kvantové teorie, která je dovršením Planckova vědeckého díla a která učinila Plancka nesmrtelným. Z počátku se Planck sice snažil vpravit účinkové kvantum do rámce klasické teorie, ukázalo se však, že je to nemožné. Naopak, elementární účinkové kvantum, jeden ze základních pojmů atomové fysiky, vedlo časem

k fundamentálnímu převratu ve fyzikálním myšlení a k zavedení zcela nových představ a početních metod v atomistických otázkách.

Kvantovou teorií začíná nová epocha fyziky, vybudování kvantové teorie je jedním z nejdůležitějších milníků ve vývoji přírodovědy. Planck se tak nechtě stal svým objevem elementárního účinkového kvanta v jistém smyslu vědeckým revolucionářem.

Kvantová teorie byla pěstována a vybudována jinými vynikajícími badateli, mezi jinými Albertem Einsteinem, který zavedl pojem světelného kvanta, Nielsem Bohrem, který vytvořil v roce 1913 na podkladě Planckovy kvantové teorie svůj proslulý model atomu, později pak, v 20. letech tohoto století představiteli vlnové mechaniky a kvantové mechaniky, na příklad de Brogliem, Schrödingerem, Heisenbergem, Diracem a Bornem. Moderní kvantová fyzika, která se zrodila z Planckova zákona záření, je největším pokrokem ve vývoji atomové fyziky 20. století. Je zároveň skvělým výrazem objektivní dialektiky v přírodě ve světě atomů, potvrzením a obohacením dialektického materialismu, zákona kvantity a kvality ve vývoji světa.

Max Planck však není jen zakladatelem kvantové teorie, ale také jedním z prvních velkých fyziků, který poznal převratný význam teorie relativity a který tuto teorii zastával. Pojednáním *Zur Dynamik bewegter Systeme* (O dynamice pohybujících se soustav), které vyšlo dva roky po uveřejnění základní Einsteinovy práce, se Planck postavil zcela na relativistické stanovisko Einsteinovo. Tento svůj krok odůvodňuje Planck později přiznáním, že pro něj bylo vždy vábívé „*vyhledávat absolutní, co danému relativnímu dává teprve smysl*“. V teorii relativity to bylo především „*vyhledávání všeho, co je v poučcích této teorie absolutně, invariantně, co je jejich základem*“, v tom spočívala pro Plancka největší přitažlivost této teorie. Jako takovou absolutní veličinu viděl Planck rychlost světla, která je v teorii relativity stejným „absolutním jádrem“, jakým je v kvantové teorii elementární účinkové kvantum, absolutní to světová konstanta.

Teorii relativity se Planck zabýval také v přednáškách z teoretické fyziky, které konal na pozvání v roce 1909 na Columbijské universitě v New Yorku. Max Planck nebyl jen průkopníkem ve vědeckém bádání, ale také vynikajícím učitelem, a při vši věcné střízlivosti obsahu znamenitým přednášečem. Neudivuje proto, že se Planckovi dostalo mnoho čestných uznání. Planck byl čestným doktorem mnoha německých a zahraničních universit, kromě jiných také universit v Cambridge, Londýně a Athenách, čestným členem řady vědeckých společností a akademií, mezi jinými akademie ve Vídni, Římě, Londýně a ve Washingtoně. V roce 1918 mu byla udělena Nobelova cena pro fyziku.

Z Planckových knih jsou na prvním místě *Das Prinzip der Erhaltung der Energie* (Princip zachování energie, 1887), *Grundriss der Thermochemie* (Základy thermochemie, 1893), *Vorlesungen über Thermodynamik* (Přednášky z thermodynamiky, 1897).

S berlínskou universitou, na které Planck učil čtyřicet let a jejímž rektorem byl v roce 1913/14, se cítil Planck úzce spjat. Jeho vědecká činnost je také přímo spjata s Berlínskou akademií věd, jejímž řádným členem byl přes padesát let. V letech 1912 až 1938 byl Planck stálým sekretářem její matematicko-přírodovědecké sekce. Projevy, které v této funkci měl, jsou vynikající dokumenty skvělé vědecké osobnosti a zároveň názorným odrazem fyzikálního vývoje v Německu v období, v němž se teoreticky připravoval atomový věk.

Po odchodu na odpočinek (1926) se stal Planck známým širší veřejností zejména serií přednášek, zabývajících se světovým názorem. Tyto přednášky vyšly částečně ve sborníku *Wege zur physikalischen Erkenntnis* (Cesty fyzikálního poznání, 1933), částečně samostatně. Planck se tu zabývá okrajovými filosofickými otázkami fyziky a otázkami etiky.

Ve všech těchto projevech se ukazuje zřetelně, že zdrojem Planckova filosofického nazírání je jednak Kantova filosofie, jednak jeho mechanistické materialistické pojetí

přírody. Pod vlivem mechanistiky 19. století přechází Planck od Kanta doleva k jistému noetickému „realismu“, který otázku objektivní existence světa zodpovídá v materialistickém smyslu. Pro Plancka byla existence reálného okolního světa „základním předpokladem jakéhokoli vědeckého bádání“. Planck viděl úkol vědy v tom, zobrazit ve vědeckých zákonech nutné vnitřní souvislosti reálného okolního světa, nezávislého na lidském vědomí. „Základem teoretické fyziky je uznání existence reálných dějů, nezávislých na počítáních. Tento předpoklad je za všech okolností nutný“. Pro tuto koncepci, která se v jeho přednáškách objevuje v různých variantách, je Planck zásadním odpůrcem přírodovědeckého „positivismu“, hlásaného na zlomu století rakouským fysikem E. Machem a jeho stoupenici. Planck positivismus rozhodně odmítal a bojoval proti němu. Věnoval tomuto temat, o němž hovořil již v roce 1908 v jedné přednášce na Leidenské universitě v Holandsku, později (1930) zvláštní přednášku *Positivismus und reale Aussenwelt* (Positivismus a reálný okolní svět), a také v jiných pojednáních a projevech se stále vracel k problémům reality; vždy přitom kritizuje positivistický idealismus. V otázkách popírání reálného světa, jeho poznatelnosti, v odmítání „akausálního“ pojetí přírody, v přiznání vzájemného vztahu mezi přírodovědou a světovým názorem, v otázce pravidlosti a v jiných otázkách je Max Planck velkým spojencem dialektického materialismu.

V některých společensko-filosofických otázkách tomu však tak není. Planck na příklad vůbec nepochopil třídní charakter náboženství a neviděl jeho společenskou funkci. Jak ukazuje jeho široce známá přednáška *Religion und Naturwissenschaft* (Náboženství a věda, 1937), zastával Planck mínění, že náboženství a věda „potřebují ke své činnosti vtru v boha“, že věda a náboženství se vzájemně nevyklučují, nýbrž že se doplňují a vzájemně podmiňují. Planck vidí důkaz toho, „že náboženství a věda si neodporují“ — jak tvrdí — v tom, že právě takoví významní přírodovědci jako Kepler, Newton a Leibniz byli hluboce nábožensky založeni a že na počátku kulturního vývoje byli „pěstitelé přírodovědy“ zároveň „ochránci náboženství“.

I když Planck výslovně odmítal směšování náboženských úvah s vědeckým bádáním a pokládal jednání za jedinou oblast náboženství, je náboženských rysů jeho světového názoru využíváno k tomu, dělat z Plancka korunního svědka pro to, že věda a víra v boha si neodporují. Planck vůbec nemyslel na to, aby ospravedlňoval křesťanské náboženství nebo aby je hlásal. Nejvýrazněji dokumentuje snad tuto skutečnost dopis, který Planck napsal několik měsíců před svou smrtí (18. června 1947) v Göttingách. Dopis zní:

„Velevážený pane!

Odpovídaje na Váš dopis ze dne 10. 6. 1947 mohu Vám sdělit, že jsem byl odevždy hluboce nábožensky založen, že však nevěřím v žádného zosobněného boha, nemluvě vůbec o nějakém bohu křesťanském. Bližší v tomto ohledu najdete v mém spise „Náboženství a věda“.

V dokonalé úctě

Dr Max Planck“.

Planck nebyl nepřitelem náboženství, jakými byli velcí atheističtí přírodovědci Haeckelovy doby. Planck náboženství nejen uznával, ale pokládal je dokonce za nutné. Hluboký náboženský rys v Planckově světovém názoru, který měl osobní a společenské kořeny, je sice značným krokem zpět ve srovnání na příklad s Ostwaldem, který odmítal náboženství i na etické půdě, nebo s Machem, který si „zdatného přírodovědce“ nedovedl představit jako „zbožného muže“. Přesto musí každý pokus stavět Plancka do světla stoupence nějakého církevního náboženství ztroskotat. V Planckových vědeckých bádáních má theologie stejně málo místa, jako v díle atheistů, a jako badatel byl Planck jako všichni velcí přírodovědci dialektikem a materialistou ve vysokém stupni.

Období německého fašismu a druhá světová válka Plancka těžce postihly. Jeho dům v Berlíně byl zbořen při leteckém útoku, jeho velká vědecká knihovna, kterou shromažďoval po celý život, se za války ztratila. Největší ztrátou pro Plancka byla však smrt jeho druhého syna — první padl v roce 1916 u Verdunu — který byl jako antifašista hnědými bestii zavražděn.

Poslední dva roky svého života ztrávil Planck v Göttingách, kde 4. října 1947 zemřel. K jeho posledním spisům patří jeho *Wissenschaftliche Selbstbiographie* (Vědecká autobiografie), kterou napsal v roce 1945 na popud Akademie německých přírodovědců (*Akademie deutscher Naturforscher*) v Halle. Dílo je výrazným dokumentem Planckova geniálního ducha a ryzího charakteru. Jeho poslední přednáška, kterou konal v červnu 1946, byla věnována mimořádně důležitému noetickému tematů „Zdánlivé problémy vědy“ (*Scheinprobleme der Wissenschaft*).

Max Planck je velkým synem německého lidu a jedním z nejvýznamnějších vědců, které lidstvo zrodilo. Jako průkopník fyziky 20. století stojí Max Planck v jedné řadě s nejgeniálnějšími fyziky světových dějin, s Galileo Galileim, Isaacem Newtonem a Albertem Einsteinem.

Přeložil Dr Josef Veselka