

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Stanislav Šafrata

Lord Kelvin - William Thomson. (Ke stopadesátému výročí narození)

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 19 (1974), No. 3, 121--126

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139690>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1974

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>

Lord Kelvin – William Thomson

(Ke stopadesátému výročí narození)

Stanislav Šafrata, Řež



William Thomson se narodil před sto-padesáti léty dne 26. 6. 1824 v severoirském Belfastu. Připomínáme si výročí jeho narození, protože William Thomson (od r. 1892 lord Kelvin) je jednou z největších postav vědy a techniky 19. století. S výsledky jeho vědecké činnosti se dodnes setkáváme nejen ve fyzice, ale i v různých oblastech techniky. Stačí si připomenout, že od r. 1969 je zákonnou jednotkou absolutní teploty kelvin (s označením jednotky K), což nejlépe vyjadřuje uznání Kelvinova významu světovou vědeckou a technickou veřejností. Často se setkáváme s tím, že Thomson a Kelvin jsou považováni za dvě osoby. To odpovídá zčásti tomu, že Kelvin vykonal práce nejméně za dva pilné a nadané badatele, jednak tomu, že někdy jsou výsledky jeho práce, dosažené před r. 1892,

spojovány se jménem Thomson, někdy je celé jeho životní dílo podle britských zvyklostí spojováno se jménem Kelvin. Na druhé straně je v britské vědě tolik významných Thomsonů nebo Thompsonů (Angličanů), že některé práce Kelvinovy jsou připisovány jim (a je z čeho brát) a někdy je tomu naopak.

Rodina Williama Thomsona byla skotského původu. Williamův otec odešel z rodinné usedlosti „Annaghmore“ v Ballynahinch do Belfastu, kde byl v době narození Williama profesorem matematiky na Královském akademickém ústavu. Jeho manželkou byla Margaret Gardner, dcera obchodníka z Glasgowu. Zemřela v r. 1830, kdy měl šestiletý William tři starší a tři mladší sourozence. Nejstarší dceři bylo tehdy 12 let a nejmladšímu synovi 12 měsíců. Otec se potom plně věnoval výchově dětí, zejména však Williamovi a jeho jedinému staršímu bratru Jamesovi. V r. 1832 se rodina Thomsonova přestěhovala do Glasgowu, kde byl Williamův otec James jmenován profesorem matematiky. O tom,

že byl dobrým matematikem i pedagogem, svědčí také to, že jeho kniha *Aritmetika v teorii a praxi*, která vyšla poprvé v r. 1819, byla vydána po dvaasedmdesáté v r. 1880.

Výsledky domácí výchovy Williama a jeho bratra Jamese se projeví v tom, že oba byli zapsáni na studia na universitě v Glasgowě v r. 1834, když již před tím poslouchali přednášky svého otce. Williamovi bylo při zápisu 10 let a 3 měsíce. I když tehdy bylo obvyklé, že na universitní studia přicházeli chlapci ve stáří od 14 do 24 let, z nichž většina se zaměřovala na teologii, bylo Williamovo mládí příznakem zcela mimořádného nadání a nevšedních schopností. O rozsahu Williamových znalostí v této době svědčí jeho názor z pozdější doby na to, co by měl znát dvanáctiletý chlapec. Podle Thomsona by měl v tomto stáří umět přesně a výstižně psát ve svém jazyce, umět číst francouzsky, překládat z latiny a z řečtiny jednodušší autory a měl by znát trochu německy. Kromě toho by měl studovat logiku.

V r. 1840 upozornil Thomsona prof. NICHOL na FOURIEROVU knihu *Théorie analytique de la chaleur*, která byla vydána v Paříži v r. 1822. Thomson si ji vypůjčil z knihovny 1. května 1840 a prostudoval ji, nebo lépe řečeno zvládl ji během 14 dnů. Tato kniha, již nazval JAMES CLERK MAXWELL velkou matematickou básní, patří k těm základním kamenům fyziky 19. století, které položili svými pracemi LAPLACE, LAGRANGE a POISSON. Obsah i způsob zpracování knihy na šestnáctiletého Thomsona zapůsobily tak hluboce, že tím byl do značné míry ovlivněn celý jeho další vědecký vývoj a zájem. Bezprostředním výsledkem studia knihy byla první Thomsonova vědecká práce *O Fourierově rozvoji funkcí v trigonometrické řady*, publikovaná v r. 1841 v Cambridge. Vedením tepla se zabýval Thomson ještě v dalších osmi pracích v letech 1841 – 1843.

Thomson neukončil své studium na universitě v Glasgowě zkouškami, i když by je byl složil bezpochyby s velmi dobrým prospěchem, a to proto, aby se mohl zapsat v říjnu 1841 jako student na universitu v Cambridge. Tam se seznámil se STOKESEM, s nímž udržoval těsné přátelské vztahy až do Stokesovy smrti v r. 1902. Období Thomsonova studia v Cambridge bylo velmi plodné. V šestnácti publikovaných pracích se zabýval matematikou, vedením tepla, tvarem povrchu rotující kapaliny, přitažlivostí těles a teorií elektřiny. Ke konci svého studia předložil svou známou metodu elektrických obrazů k řešení úkolů elektrostatického pole. V r. 1845 se seznámil dodatečně se základní GREENOVOU prací, obecnější než v té době známé GAUSSOVY teorémy. Thomson okamžitě poznal obecnost Greenovy teorie. Ve svých pracích v podstatě určil nezávisle na Greenovi Greenovu funkci pro speciální případ ploch kulového tvaru. Použitím Greenovy funkce a její integrací po dané ploše je možno určit potenciál v libovolném bodě prostoru. Thomsonovou zásluhou byl včas rozpoznán základní význam Greenovy práce a byla s ním seznámena široká vědecká veřejnost.

V letě 1845 pobýval Thomson v Regnaultově laboratoři v Paříži, kde byly zkoumány a měřeny různé tepelné děje a veličiny. Při tomto pobytu se seznámil s LIOUVILLEM, STURMEM, CHASLESEM a dalšími velkými matematiky té doby. Pobyt v Regnaultově laboratoři měl bezpochyby vliv na Thomsonovo pozdější založení fyzikálních laboratoří na universitě v Glasgowě. Thomsonův věhlas byl v té době již tak velký, že v r. 1846 mu bylo nabídnuto uvolněné místo profesora přírodních věd na universitě v Glasgowě. Od 1. 11. 1846 měla tedy tato universita nového dvaadvacetiletého profesora, energického a s moderními názory na vyučování i vědeckou práci ve fyzice. Profesorem této katedry

zůstal Thomson do svých sedmdesátipětilet do r. 1899. V r. 1904 se stal ještě rektorem této university, již zůstal věren, přestože mu bylo třikrát nabídnuto místo profesora v Cavendishově laboratoři v Cambridge.

Během více než padesáti let aktivní činnosti ve funkci profesora v Glasgowě zasáhl Thomson tvůrčím způsobem do mnoha oblastí fyziky, vědy i techniky. Je velmi nesnadné zmínit se v krátkém přehledu o všech jeho důležitých přínosech. Zmíníme se proto aspoň o některých z těch, které natrvalo obohatily pokladnici vědy a přispěly významně k technickému pokroku lidstva.

Na Thomsonovy práce v termodynamice mělo značný vliv studium již zmíněné Fourierovy knihy, prací SADI CARNOTA a osobní známost s JAMESEM PRESCOTTEM JOULEM. S ním se Thomson seznámil v r. 1847 v Oxfordu, kde Joule hovořil o svých měřeních, která vedla přímo k uznání ekvivalence tepla a mechanické práce. Dřívější Carnotovy práce vykládaly mechanickou práci vykonávanou tepelným strojem, průtokem tepla z vyšší teploty na nižší zcela analogicky práci vykonávané vodním kolem poháněným vodou, padající na kolo z vyšší polohy a trvale jím protékající. Thomson poznal, že teplo je jednou z forem energie a důsledným uplatňováním výsledků Jouleových pokusů uváděl do života první hlavní větu termodynamiky. Při uplatnění těchto názorů a na základě úvah o účinnosti tepelných strojů, pracujících s Carnotovými cykly, dospěl nezávisle na CLAUDIUSOVI k formulaci druhé hlavní věty termodynamiky. Podle Thomsona je nemožné získávat nepřetržitě práci, jestliže jen ochlazujeme nějaké těleso pod teplotu nejnižší části okolního prostředí.

Kromě tohoto principiálně důležitého výsledku, který byl syntézou jiných prací, zdůrazněním jejich správných rysů a logickým zevšeobecněním, dospěl Thomson při rozboru účinnosti ideálních Carnotových cyklů k dalšímu výsledku, který se stal pevnou součástí fyziky – k definici absolutní teploty. Logická cesta k této definici se v téměř nezměněném tvaru dodnes uvádí v učebnicích fyziky. Je zajímavé, že určování absolutní teploty postupem popsáným Thomsonem se dnes používá v oblasti teplot blízkých k absolutní nule, a to na paramagnetických látkách. Při vyšších teplotách se užívá k absolutní termometrii plynových teploměrů. Podmínky pro jejich použití k tomuto účelu byly poměrně přesně stanoveny také Thomsonem. Podle mínění fyziků by uvedené Thomsonovy práce již samy o sobě stačily zajistit jeho nesmrtelnost.

Z dalších Thomsonových čistě fyzikálních prací se zmiňme aspoň o Joule-Thomsonově jevu, jehož použití vedlo ke zkapalnění plynů, o elektromotorické síle vznikající v nerovnoměrně ohřátých vodičích a zejména o známém Thomsonově vzorci pro kmitočet oscilací při výboji leydenské láhve (tj. kondenzátoru) přes indukčnost.

Thomson však proslul také svou snahou po standardizaci různých jednotek v elektřině a magnetismu. Vyvinul v tomto směru veliké organizační úsilí a rozsáhlou experimentální činnost. Vypracoval mnoho přístrojů a měřících metod, které vedly např. k definici jednotky elektrického odporu – ohmu. Během těchto prací byl vyvinut např. kvadrantový elektrometr, elektrostatické váhy atd. Pro měření velmi malých odporů vyvinul Thomson dvojmost, který je po něm pojmenován a jehož se dodnes v různých modifikacích užívá.

Největší proslulost ve veřejnosti získaly Thomsonovy práce na podmořském kabelu, který umožnil přímé telegrafní spojení mezi Amerikou a Evropou. Když se v polovině

minulého století uvažovalo o položení takového podmořského kabelu, začal se zabývat Thomson teorií přenosu telegrafních signálů kabely. Fyzikálně šlo vlastně opět o nabíjení a vybíjení dlouhé leydenské láhve. Fourierova analýza, vhodná pro šíření tepla tyčí, se uplatnila i v tomto případě. Thomson stanovil, že signály se zpozdí o čas, který bude úměrný součinu celkové kapacity a celkového odporu kabelu. Toto tvrzení, které mělo své odpůrce, vedlo k závěru, že pro konstrukci kabelu je třeba užít mědi o vysoké vodivosti. Thomson se zabýval i dynamikou sil při kladení kabelu a jeho opětném vyzdvižení při opravách poruch.

Když byl kladen kabel do moře, Thomson se toho účastnil na palubě lodi. První kabel se v r. 1857 přetrhl asi 500 km od evropského břehu. Druhý pokus v r. 1858 se zdařil při kladení dvěma loděmi, které začaly s kladením uprostřed oceánu a vzdalovaly se od sebe. Kabel fungoval, avšak jenom měsíc. Thomsonovy zkoušky prokázaly závady v konstrukci kabelu a poškození příliš silnými proudy používanými při signalizaci. To vedlo Thomsona k vynálezu zrcátkového galvanometru a sifonového zapisovače. Na zrcátko galvanometru byla přilepena malá magnetická jehla. Tento systém o celkové váze menší než 0,1 g byl zavěšen na napjatém hedvábném vlákně v cívice, jíž protékal měřený proud. Odklon zrcátka se měřil výchylkou stopy světelného paprsku odraženého od zrcátka. (Dovedeme si dnes představit fyzikální laboratoř bez zrcátkového galvanometru?) Základním prvkem sifonového zapisovače byla tenká ohnutá skleněná trubička, která byla kratším koncem ponořena do nádoby s inkoustem a delším koncem se pohybovala těsně nad odvíjenou papírovou páskou. Malé kapičky inkoustu byly vytahovány z trubičky elektrickým napětím působícím mezi trubičkou a papírovou páskou. Trubička byla spojena s malou lehkou cívečkou protékanou měřeným proudem. Cívečka byla umístěna mezi póly elektromagnetu. Popsaný systém je dnes znám jako systém D'ARSONVALŮV (d'Arsonval jej však sestrojil později než Thomson). Nová citlivá technika byla připravena, byly známy Thomsonovy směrnice k výrobě a kladení kabelu, takže se mohl uskutečnit další pokus v r. 1865, při kterém se kabel rovněž přetrhl. Pokus v r. 1866 byl však úspěšný a navíc byl v tomto roce opraven kabel, přetržený v r. 1865. Na dně oceánu ležely tedy dva kabely, které po mnoho let spolehlivě zajišťovaly spojení mezi Evropou a Amerikou.

Tento úspěch zajistil Thomsonovi v Anglii velkou popularitu a vážnost. V r. 1866 jej povýšila královna Viktorie do rytířského stavu, takže od 10. 11. 1866 se prof. Thomson změnil na Sira Williama Thomsona, který nepracoval od té doby méně intenzivně. V souvislosti s pracemi na podmořském telegrafním spojení založil Thomson s několika společníky firmu, která byla finančně velmi úspěšná a zajistila Thomsonovi finančně bezstarostný zbytek života. Práce na telegrafu zanesly Thomsona i k ostrovu Madeira, kde našel svoji druhou manželku Frances Annu, s níž se oženil ve svých padesáti letech v r. 1874. Jeho první manželka Margaret, s níž se oženil v r. 1852, zemřela v r. 1870. Obě Thomsonova manželství byla bezdětná.

Za důležitou součást své činnosti považoval Thomson své přednášky na universitě. Tyto přednášky byly velmi zajímavé a užitečné pro nejschopnější a nejnadanější studenty, protože Thomson se nechal často unášet novými myšlenkami, které ho napadaly během přednášky. Avšak průměrní nebo slabí studenti jen velmi obtížně sledovali tyto přednášky. O Thomsonovi se říkávalo, že je jediným žijícím fyzikem, který vynalézá během

přednášení. Thomson býval tak zaujat hlavními myšlenkami svých přednášek, že se trvale dotazoval svých asistentů na výsledky malé násobilky a jiných jednoduchých aritmetických operací. Nejdůležitějším Thomsonovým zásahem do stylu vyučování fyzice na universitě v Glasgowě bylo založení laboratoří, v nichž studenti pomáhali svému profesoru v experimentálních výzkumech. Tyto laboratoře (které se nesmějí zaměňovat za laboratorní praktika) byly prvními svého druhu na universitách v Evropě. Své přednášky Thomson téměř vždy začínal deseti až patnáctiminutovým zkoušením studenta, jehož jméno bylo vylosováno. Není třeba připomínat napětí posluchačů při losování a nastalou úlevu všech až na jednoho, kterému se však často také podařilo nepozorovaně si během zkoušení sednout, když se profesor začal zabývat diskusí náhodné zajímavé myšlenky, která se objevila během zkoušky.

Thomson byl vynikajícím matematikem. Matematika mu však sloužila jako nástroj poznání fyzikálního světa. Pod matematickými symboly viděl fyzikální veličiny a v matematických vztazích fyzikální děje. Vzhledem k jeho velké fyzikální intuici a geniální schopnosti vidět nepoznané fyzikální souvislosti mu to často umožňovalo dosahovat rychlého a neobvyklého pokroku v řešení matematických problémů, což přivádělo jeho kolegy matematiky v úžas a často to v nich vzbuzovalo i nevěru. Buď jim, nebo Thomsonovi se však vždy podařilo dokázat (byť i dodatečně) správnost těchto řešení i z hlediska čisté matematiky.

Thomson byl synem své epochy, navazoval ve své práci na tradice Newtonovy a byl obdivovatelem analytiků, kteří zavedli do fyziky na začátku 19. století nové myšlenkové směry. Uznával absolutní vládu I. a II. hlavní věty termodynamiky nad fyzikálními ději. Jejich důsledné uplatňování při rozboru konkrétních případů mu vždy přineslo úspěch. Na nové jevy se díval s nedůvěrou, pokud se mu nepodařilo vystihnout je přesným matematickým popisem a podložit vhodným modelem, zejména mechanického charakteru. Byl proto zastáncem teorie éteru, pro který vypracovával složité mechanické modely, obsahující zejména útvary (atomy) vírového charakteru. Uznával však, že důsledné použití jeho modelů naráží na četné potíže. Nemohl se smířit s MAXWELLOVOU teorií elektromagnetického charakteru světla, pro niž se mu nedařilo najít vhodný model. Ke konci svého života zaujímal záporné stanovisko k výkladu rozpadu atomových jader, podle něhož by bylo možno získávat i při takovém ději energii. Podle Thomsona byly atomy neměnné stabilní částice hmoty, do nichž byly kdysi dávno vloženy projektily (a příslušná dávka „střelného prachu“). Při vhodných podmínkách byly tyto projektily vystřeleny, aniž by se při tom atomy – neměnné a nedělitelné částice hmoty – jakkoli změnily. Tyto názory jsou projevem mnohem obecnějšího konfliktu mezi klasickou fyzikou 19. století a moderní kvantovou fyzikou 20. století. Tento konflikt zasáhl ve svých počátcích i Thomsona.

Thomsonovo životní dílo je obrovské, i když je měříme jen formálně počtem uveřejněných prací. Thomson byl autorem nebo spoluautorem osmnácti knih a sborníků článků i přednášek, publikoval 661 původních prací a přednášek a bylo mu uděleno 70 patentů, mezi nimiž byl i patent na nekapající vodovodní kohoutek (!). Dostalo se mu také velkého společenského uznání i vysokého formálního hodnocení světové vědecké veřejnosti.

V r. 1892 byl královnou Viktorií povýšen do šlechtického stavu. Od 23. 2. 1892 se tedy

mění Sir William Thomson na šlechtice s označením „baron Kelvin of Largs“. Jméno Kelvin přijal Thomson podle názvu říčky Kelvin, která protéká v blízkosti university v Glasgowě. Largs je místo ve Skotsku, v jehož blízkosti měl lord Kelvin postaveno své venkovské sídlo. Povýšení Thomsona do šlechtického stavu bylo tehdy komentováno s tím, že konečně se stal šlechticem vědec proto, že je vědcem.

Mezi nejvýznamnější vědecké pocty udělené Thomsonovi patří jeho jmenování členem *Royal Society* (F.R.S.) v r. 1851 a nejvyšší vědecké uznání ve Velké Británii – zvolení do funkce presidenta této společnosti na období 1890–1895. Kromě toho dostal Thomson 21 čestných doktorátů od různých světových universit a byl zvolen členem 88 akademií a vědeckých společností.

Lord Kelvin zemřel 17. 12. 1907 ve svém sídle Netherhallu a byl pohřben na westminsterském opatství v Londýně. Tam odpočívají blízko sebe smrtelné pozůstatky Newtona a Kelvina, jejichž dílo přežije věky.

Literatura

- [1] GRAY A.: *Lord Kelvin, An Account of his Scientific Life and Work*. J. M. Dent & Co., London, 1908.
- [2] THOMPSON S. P.: *The Life of William Thomson, Baron Kelvin of Largs*. MacMillan and Co., Ltd., London, 1910.

Historka o lordu Kelvinovi

Profesor W. Thomson, pozdější lord Kelvin, byl jednou nucen odříci svou přednášku, a dal proto napsat na tabuli v posluchárně ústavu vzkaz studentům: Profesor Thomson will not meet his classes today. (Doslovný překlad zde není na místě, výstižnější je vyjádření smyslu věty: Profesor T. dnes nebude přednášet.) Studenti se patrně přece jen potěšili a některý z nich zalaškoval se vzkazem tím, že ve slově *classes*

smazal první písmeno. Vzkaz nyní hlásal, že profesor Thomson se dnes nesetká se svými *milenkami*.

Nápis na tabuli vydržel do druhého dne až do příchodu profesora do posluchárny; ten nezklamal očekávání, přečetl si upravený vzkaz, beze slova smazal první písmeno ve slově *lasses* a odešel ze sálu. Nápis na tabuli teď sděloval, že profesor Thomson se dnes nesetká se svými *osly* (*asses*). Profesor tím znamenitě obstál jako pohotový replikant se smyslem pro vpravdě anglický humor.
