

# Rozhledy matematicko-fyzikální

---

Ivo Kraus

O tradicích rakouské fyziky – 1. část

*Rozhledy matematicko-fyzikální*, Vol. 94 (2019), No. 3, 27–41

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/147895>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2019

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



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

## O tradicích rakouské fyziky – 1. část

*Ivo Kraus, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT, Praha*

### Úvod

Tradice rakouské fyziky je o dvě století mladší než fyziky české. Zatímco náš první fyzik, *Jan Marek Marci z Lanškrouna* (1595–1667) byl na vrcholu svých tvůrčích sil v první polovině 17. století, Rakousko se velkými fyziky chlubí až od roku 1850, kdy František Josef I. podepsal dekret o založení samostatného Fyzikálního ústavu vídeňské univerzity a jeho prvním ředitelem jmenoval *Christiana Dopplera*.

Někteří ze slavných rakouských fyziků se v Rakousku narodili, vystudovali a alespoň část svého života tam vědecky pracovali (např. *Christian Doppler, Jožef Stefan, Ludwig Boltzmann, Lise Meitnerová, Viktor Hess, Erwin Schrödinger, Hans Thirring*), někteří se narodili v zemích Koruny české, ale řadu let pracovali ve Vídni (*Andreas Baumgartner, Ernst Mach, Josef Loschmidt*).

Nobelova cena za fyziku byla fyzikům rakouského původu udělena zatím třikrát. Kromě *Schrödingera* a *Hesse*, kteří ji dostali v letech 1933 a 1936, ji později, v roce 1945, převzal *Wolfgang Pauli*. Ten se sice narodil ve Vídni, vysokoškolské vzdělání však získal v Mnichově a podstatnou část svého života působil v zahraničí (Německu, Švýcarsku a Spojených státech).

### I

*I když chronologický přehled významných rakouských fyziků obvykle začíná jmény Andreas Baumgartner a Andreas Ettingshausen, alespoň jednoho měli Rakušané ještě dříve. Zmiňuje se o něm v roce 1777 náš historik František Martin Pelcl (1734–1801) ve svém líčení jedné z produkcí experimentů s tehdy módní elektřinou.*

„Bylo to léta 1750. Páter František nabil rozličné předměty a dobýval z nich proudy jisker ke všeobecnému údivu přečetných diváků. Avšak pojednou přimětický farář Prokop Diviš (1698–1765) způsobil, že tělesa elektrizovaná nechtěla více žádných jisker vydati, ať je páter František nabíjel, jak silně chtěl. Diviš totiž dal si zastrčiti mezi přední vlasy své paruky přes dvacet železných velice špičatých tyčinek tak, že jich nikdo

nepozoroval. Chtěl-li pak těleso nabité zbavit elektřiny a zmařiti pokus, naklonil prostě hlavu k tělesu nabitému, jako by je bedlivě pozoroval, a tímto způsobem rozptýlil elektřinu v předmětu obsaženou, neb ji převedl nepozorovaně na sebe.“

Zmíněný páter František byl jezuitský filozof a přírodovědec *Joseph Franc*. Narodil se roku 1704 v Linci, v patnácti letech vstoupil do jezuitského řádu, na vídeňské univerzitě složil zkoušky učitelské způsobilosti a v roce 1734 byl jmenován profesorem matematiky, experimentální fyziky a astronomie. Spolu s některými svými žáky, mezi nimiž byl i Slovák Maximilian Hell (1720–1792), vybudoval univerzitní astronomickou observatoř.

Zároveň působil na císařském dvoře jako vychovatel Josefa II. V roce 1740 podnikl dlouhou studijní cestu do Konstantinopole na úřad velkovezíra Osmanské říše. Tam si uvědomil, jak důležité pro vědeckou i politickou činnost jsou jazykové znalosti. Z jeho podnětu byla v roce 1754 Marií Terezií založena c. k. Akademie orientálních jazyků.

Ve svých přírodovědeckých studiích se Franc zabýval např. periodicitou měsíčních zatmění, výpočtem oběžných drah Měsíce a Merkuru a experimenty s elektřinou. Jeho nejznámějším publikovaným spisem je dílo *Rozprava o původu elektřiny* (*Dissertatio de natura electricitas*) z roku 1751.

Podobně všestrannou osobností jako Joseph Franc byl téměř o sto let mladší *Andreas Baumgartner* (1793–1865), narozený ve Frymburku na Českokrumlovsku. Základní vzdělání získal v rodném městě, vysokoškolské v oboru matematiky a fyziky na vídeňské univerzitě. V roce 1817 byl asistentem na katedře filozofie, poté vyučoval na lyceu v Olomouci a od roku 1823 jako profesor své alma mater vedl katedru fyziky. Po deseti letech, kdy musel pro onemocnění hrtanu ze školy odejít, ho ve funkci vedoucího katedry vystřídal Andreas Ettingshausen.

Významné postavení měl Baumgartner také v politické, hospodářské a průmyslové sféře. Byl ministrem veřejných prací, obchodu a financí, odpovídal za stavbu telegrafů; v letech 1846 až 1847 se zasloužil o zprovoznění první telegrafní linky mezi Vídní a Brnem.

V roce 1847 byl jmenován dvorním radou a za dalších sedm let ho císař František Josef I. povýšil do šlechtického stavu. Baumgartnerovy zásluhy ocenily i zahraniční instituce. Stal se členem Bavorské akademie věd (1833), nositelem bavorského Maximilianova řádu za vědu a umění (1853), čestným členem göttingenské Akademie věd (1854) a Německé akademie věd Leopoldina (1860).

Ve své závěti odkázal Vídeňské akademii věd, které od roku 1851 předsedal, kapitál 10 tisíc zlatých na založení ceny za nejlepší práce z matematiky a přírodních věd.

Během pedagogického působení na univerzitě i později uveřejnil řadu původních fyzikálních prací a učebnic a v letech 1826–1832 vydával spolu s Andreaselem Ettingshausenem časopis *Zeitschrift für Physik und Mathematik*.



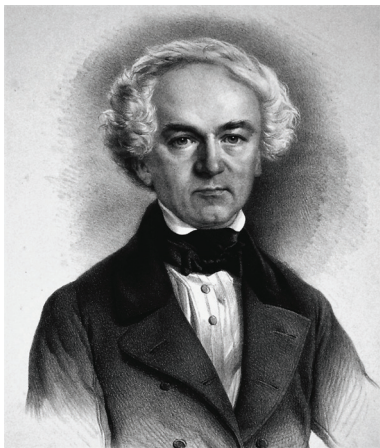
Obr. 1: Andreas (Ondřej) Baumgartner

Dalším z rakouských přírodovědců-fyziků, kteří mají na svém rodném listu letopočet z osmnáctého století, byl *Andreas von Ettingshausen* (1796–1878). Jako syn generálmajora se měl připravit na vojenskou kariéru. Proto po maturitě absolvoval na vídeňské univerzitě přednášky z filozofie, právních věd, z fyziky a kromě toho i výuku na Bombardierschule, proslulé vynikající úrovní matematiky.

Protože po Vídeňském kongresu (1815) se s válkami přestalo počítat a profesionální služba v armádě se zdála neperspektivní, dal Ettingshausen přednost univerzitní dráze. První dva roky (1817–1819) byl na své alma mater adjunktem matematiky a fyziky, v letech 1819–1821 přednášel fyziku v Innsbrucku, od roku 1821 působil znovu ve Vídni. Třináct let (1821–1834) vyučoval na univerzitě vyšší matematiku, později (1834–1848) převzal po profesoru Baumgartnerovi katedru fyziky. Potom vy-

učoval pět let matematiku na c. k. Inženýrské akademii (1848–1852) a aplikovanou matematiku na Polytechnickém institutu (1852–1853) a od smrti Christiana Dopplera (1853) až do svého emeritování (1866) řídil univerzitní Fyzikální ústav.

Byl členem Společnosti německých přírodovědců a lékařů (1857), Německé akademie věd Leopoldina (1862), dopisujícím členem göttingenské Akademie věd (1864), zakládajícím členem a mnohaletým generálním tajemníkem Vídeňské akademie věd aj.



Obr. 2: Andreas (von) Ettingshausen

Zkonstruoval jeden z prvních průmyslových elektrických generátorů, je autorem vynikajících vysokoškolských učebnic z fyziky a vyšší matematiky. Rakouská fyzika mu vděčí i za to, že pro vídeňský Fyzikální ústav získal moderní přístrojové vybavení a rozvinul v něm široce koncipovaný vědecký výzkum.

## II

*Dva z velkých fyziků 19. století, Christian Doppler a Ernst Mach, mají sice rakouský původ, převážnou část svého vědeckého díla však vytvořili v Praze.*

*Christian Doppler* (1803–1853) byl třetím dítětem (druhým synem) salcburského kameníka Johanna Evangelisty Dopplera, základní a středoškolské vzdělání získal v Salcburku a v Linci, vysokoškolské na vídeňské

polytechnice (1822–1825). Ve Vídni zvládl kromě inženýrských disciplín také základy vyšší matematiky, fyziky a astronomie. Po skončení studií odešel zpět do rodného města, aby si na tamním lyceu doplnil mezery ve znalostech jazyků a filozofie.



Obr. 3: Christian Doppler

V letech 1829–1833, kdy byl na své vídeňské alma mater asistentem profesora mechaniky a strojnictví Adama Burga (1797–1882), začal publikovat vědecké práce z matematiky a fyziky. První, která vyšla v roce 1832 v ročence *Wiener polytechnisches Jahrbuch*, byl *Příspěvek k teorii rovnoběžek* (*Ein Beitrag zur Parallelen-Theorie*). Když mu v září 1833 pracovní smlouva skončila, hledal volné místo na některé vysoké škole rakouského císařství. Po mnoha neúspěšných pokusech nastoupil nakonec jako účetní v textilní továrně v Brucku nad Litavou. Doslova v hodině dvanácté, kdy už chtěl neutěšenou situaci řešit emigrací do Ameriky, mu nově zřízená dvouletá stavovská reálka v Praze nabídla profesuru elementární matematiky a účetnictví. Doppler možnosti využil, 30. dubna 1835 složil povinný slib a začal vyučovat. Jakmile však poznal, že úroveň reálky je velmi nízká, snažil se uplatnit, zpočátku alespoň nepovinnými přednáškami z vyšší matematiky, na vysoké škole. Cílevědomé úsilí přineslo po šesti letech ovoce; 6. března 1841 se stal řádným profesorem pražského Královského českého stavovského technického učiliště.

První léta byli s Dopplerem studenti i nadřízení spokojeni, v roce 1844 však přišly stížnosti, že posluchače řádně nezkouší, ústní zkoušky odbývá písemnými úlohami, jejich výsledky hodnotí tvrdě a nespravedlivě. Je sice odborníkem, ale nemá vlastnosti učitele, především trpělivost a vytrvalost.

Čím méně uznání se dočkaly jeho přednášky na polytechnice, tím obdivovanějším byl vědcem. Brzy po příchodu do Prahy získal ochránce a patrona v Bernardu Bolzanovi (1781–1848) a jako člen Královské české společnosti nauk (od 28. června 1840 mimořádný, za další čtyři roky už řádný) mohl prezentovat své myšlenky kolegům i odpůrcům. Během dvanácti let u nás uveřejnil 35 fyzikálních a matematických prací, tj. více než polovinu celého svého vědeckého díla. Měl spoustu nápadů, zejména v oblasti konstrukčních úprav přístrojů a zdokonalování metod měření. Stejně spekulativně jako otázkami pozemskými se zabýval i astronomickou problematikou; své závěry nemohl podložit ani vlastními pokusy, ani údaji z literatury. Není tedy divu, že úvahy o tom, je-li možné pozorovat stálice zakryté jádrem komety, nebo tvrzení, že Měsíc má hustou a průzračnou atmosféru, žádnou pozornost nevzbudily. A přesto je považován za jednoho ze zakladatelů astrofyziky.

O Dopplerově teorii, díky níž se Praha dostala do místopisného rejstříku největších fyzikálních objevů novověkých dějin, se nejdříve dověděli členové přírodovědné sekce Královské české společnosti nauk, přítomní 25. května 1842 na schůzi v dnešním Vlasteneckém sále pražského Karolina. Zasedání řídil přírodovědec Jan Antonín Presl (1791–1849), dalšími posluchači byli Dopplerův přítel a rádce Bernard Bolzano, matematik a fyzik Ferdinand Hessler (1803–1865), lékař Josef Redtenbacher (1810–1870), ředitel univerzitní knihovny Antonín Ferdinand Spirk (1787–1847) a oftalmolog Josef Arnošt Ryba (1795–1856), syn učitele a hudebníka Jakuba Jana Ryby.

Předmětem Dopplerovy přednášky *O barevném světle dvojhvězd* bylo zobecnění teorie aberace světla přicházejícího k nám z hvězd. V dějinách fyziky je pojem aberace spojován s anglickým astronomem Jamesem Bradleyem (1693–1762), který zjistil, že změna polohy stálic pozorovaná např. během roku je důsledkem skládání konečné rychlosti světla a různé rychlosti pohybu pozorovatele; rychlost Země vůči Slunci se totiž od ledna do července změní o přibližně 60 km/s. Podle Dopplerova tvrzení musí vzájemný pohyb zdroje světla (hvězdy) a pozorovatele vést nejen ke změně směru šíření paprsku, ale i jeho barvy.

Ještě téhož roku vyšla Dopplerova přednáška v *Pojednáních Královské české společnosti nauk (Abhandlungen der königlichen böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften)* jako sedmnáctistránkový článek nazvaný *O barevném světle dvojhvězd a některých jiných hvězd na nebi (Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels)*. Bezprostředně po uveřejnění se práce setkala spíše s rozpaky než s nadšením.

Koncem roku 1847 odešel Doppler z Prahy do Banské Štiavnice (v té době nazývané Schemnitz). Představa o klidném životě důlního rady a profesora matematiky a mechaniky na Banské a lesnické akademii se však brzy rozplynula; o město uprostřed hor měli totiž v revolučním roce 1848 zájem nejen uherští vzbouřenci, ale i císařská vojska pod velením rakouského polního maršála Alfréda Windischgrätze. V září 1848 revolucionáři prohlásili akademii za uherskou instituci a Doppler musel složit služební přísahu loajality k uherské ústavě. Když bylo v lednu 1849 povstání rakouskou armádou potlačeno, nečekal, až ho vítěz za přísahu povstalcům odsoudí, a odjel i s rodinou do bezpečnější Vídně. Přišel tam tentokrát jako vážený a uznávaný učenec<sup>1)</sup>, který už 24. února mohl začít přednášet na polytechnice. Přály mu i změny, k nimž na vídeňské univerzitě došlo po nástupu mladého císaře Františka Josefa I., především zřízení samostatného univerzitního Fyzikálního ústavu. Jako jeho první ředitel zahájil Doppler přehlídku velkých fyziků, kteří na vídeňské univerzitě později působili: Josef Loschmidt, Jožef Stefan, Ludwig Boltzmann, Lise Meitnerová, Viktor Franz Hess, Erwin Schrödinger a Hans Thirring.

V sedmačtyřiceti Doppler dosáhl vrcholu vysokoškolské a vědecké kariéry. Další tři roky bojoval: s překážkami při budování ústavu, s kolegy a závistivci, nechápajícími nebo znevažujícími myšlenku jeho principu, i s nevléčitelnou nemocí. Během léta 1852 se jeho dýchací obtíže, kvůli nimž přestal přednášet v Praze, tak zhoršily, že na funkci ředitele musel rezignovat, pedagogické povinnosti předat svému asistentovi, a v listopadu odjel ze sychravé vídeňské zimy do Itálie. Zpátky se už nevrátil; za čtyři měsíce, 17. března 1853, zemřel v Benátkách na tuberkulózu hrtanu.

Dopplerovy úvahy o barevném světle dvojhvězd byly založené na nepotvrzeném předpokladu, že vlnové délky světla vysílaného blížící se hvězdou se zkracují, světlo modrá, zatímco světlo ze vzdalující se hvězdy

---

<sup>1)</sup> V lednu 1848 byl zvolen řádným členem Císařské akademie věd ve Vídni a téhož roku převzal také čestný doktorát filozofické fakulty pražské univerzity.



naopak červená. I když pro změnu frekvence, kterou by se vzájemný pohyb zdroje a pozorovatele měl projevit, Doppler odvodil vzorce, v praxi je ověřit nemohl. Doufal, že postačí logické argumenty: „Víme ze zkušenosti, že loď s malým ponorem plující proti mořským vlnám se musí střetnout s větším počtem vln a s větším nárazem než loď, která se nepohybuje nebo pluje ve směru šíření vln. Proč by to, co platí pro vodní vlny, nemělo s nezbytnými modifikacemi platit i pro vlny vzduchu nebo éteru?“ Pak prý ještě dodal: „Těžko si představit, že by proti tomu mohly být vzneseny námitky.“ Velice se mýlil. Jeho teorii ostře napadli takoví renomovaní učenci, jako byl německý astronom Johann Heinrich von Mädler (1794–1874) nebo slovenský fyzik Jozef Maximilián Petzval (1807–1891), který argumentoval situací, kdy zdroj a pozorovatel jsou v klidu a pohybuje se prostředí mezi nimi: je-li k nám zvuk (hudba orchestru) přenášen větrem, neslyšíme, že by hudebníci hráli falešně. Rozpor obou fyziků byl jen fiktivní. Oba měli pravdu, protože každý popisoval jiný jev: Doppler relativní pohyb pozorovatele a zdroje vlnění, Petzval pohyb nosného prostředí – vzduchu.

Dnes už o Dopplerově jevu nikdo nepochybuje. Akustický jev se podařilo dokázat ještě za Dopplerova života, světelný jev byl poprvé pozorován až po Dopplerově smrti. Ne však na světle barevných dvojhvězd, ale na jednotlivých čarách hvězdných spekter.<sup>2)</sup>

Celková bilance úspěchů Dopplerova objevu v medicíně, přírodních i technických vědách je neobyčejně bohatá. Umožnil změřit rychlost pohybu Země kolem Slunce, rychlosti rotace Slunce, planet i některých hvězd, zjistit závislost rychlosti pohybu galaxií na jejich vzdálenosti, s jeho pomocí se dá zkoumat rychlost slunečních erupcí, pohyb hmoty uvolňované při výbuchu nov a supernov, měřit teplotu plynů a hvězd; uplatnění má nejen v astrofyzice, ale i fyzice jaderné a reaktorové.

Druhá hvězda rakouského fyzikálního nebe, *Ernst Mach* (1838–1914), se narodil v Brně-Chrlicích, středoškolské vzdělání získal na kroměřížském piaristickém gymnáziu, po maturitě (1855) studoval matematiku a fyziku na univerzitě ve Vídni, ve dvaadvaceti letech (1860) předložil doktorskou disertaci *O elektrickém výboji a indukci* (*Über elektrische*

---

<sup>2)</sup>V roce 1848 Dopplerův jev znovu objevil francouzský fyzik Armand Hippolyte Fizeau (1819–1896) a uvedl ho do souvislosti se spektry hvězd. Ukázal, že pohybující se nebeská tělesa nemění viditelně svou barvu, ale jejich spektrální čáry se budou nepatrně, avšak měřitelně, posouvat k modrému nebo červenému konci spektra. Díky tomu lze měřit radiální rychlosti hvězd, které se k nám přibližují nebo se od nás vzdalují.

*Entladung und Induktion*)<sup>3)</sup>, v následujícím roce (1861) se habilitoval a krátce na to (1863) dokončil svou první knižní publikaci *Kompendium fyziky pro mediky* (*Compendium der Physik für Mediziner*).



Obr. 4: Ernst Mach

Další etapou Machovy vysokoškolské kariéry byly tři roky ve Štýrském Hradci (něm. Graz); nejdříve (1864) získal na tamní univerzitě místo profesora matematiky, po dvou letech (1866) i fyziky. Protože nebyl spokojen s pracovními podmínkami, odešel v létě 1867 jako profesor experimentální fyziky na univerzitu do Prahy.

Už v následujícím roce provedl ve výuce řadu změn; především zavedl nové přednášky, aby posluchači dostávali nejen průpravu pro své učitelské působení, ale i k případné pozdější samostatné vědecké činnosti. Po roce 1869–1870 pracovali v Machově fyzikálním kabinetu také dok-

<sup>3)</sup>Někdy je také uváděn název *Über elektrische Ladungen und Induktion*. Mach ovšem použil termín *Entladung*.

torandi. Byli to jak jeho žáci, tak absolventi jiných univerzit, dokonce i zahraničních. Za 28 let pobytu v Praze vytvořil Mach v podstatě celé své fyzikální dílo.

V akademickém roce 1872–1873 se stal děkanem filozofické fakulty a později (1879–1880) i rektorem univerzity. Bylo to v období, kdy na škole vrcholily mnohaleté snahy o řešení národnostní otázky. Plodné i neplodné diskuse skončily 28. února 1882 císařovým rozhodnutím, aby od zimního semestru 1882–1883 měla Praha jak c. k. Karlo-Ferdinandovu univerzitu německou, tak českou. Podruhé byl Mach rektorem už na škole pouze německé. Své volební období, akademický rok 1883–1884, však celé nevyužil. Na jeho rozhodnutí abdikovat a z univerzity i z Prahy odejít měl bezpochyby vliv sílící antisemitismus, obviňování z ateismu, ztráta spolupracovníků, kteří šli po rozdělení univerzity na její českou část, nové kontakty ve vídeňských kruzích, kde pro své zájmy v oblasti filozofie přírodních věd nacházel větší pochopení než v Praze aj.

Jestliže ho Vídeň chtěla přijmout, bylo třeba zřídit obor, který se od tradiční filozofie lišil svým názvem. Mach souhlasil a v roce 1895 na vídeňskou univerzitu nastoupil jako profesor filozofie se zaměřením na historii a teorii induktivních věd. Jeho mnohostranné aktivity přerušil v červenci 1898 záchvat mrtvice, po němž mu natrvalo ochrnula pravá polovina těla. Psát sice mohl, přednášet ale jen s největšími obtížemi. Přestože 1. května 1901 odešel do penze, vědecky pracovat nepřestal. V důchodu uveřejnil řadu vědeckých článků a dokončil i dvě monografie. Poslední léta (1913–1916) žil s manželkou u syna Ludwiga, který měl nedaleko Mnichova lékařskou praxi.

Byl vynikajícím experimentátorem a tvůrcem učebních pomůcek. Zabýval se fyziologií smyslů, akustikou a fyzikální optikou; studoval interferenční a difrakční jevy, polarizační efekty, lom a dvojlom světla v různých prostředích, vliv vnějšího působení (např. tlaku) na průchod světla různými látkami. Zkoumal nadzvukové pohyby střel ve vzduchu a nadzvukové obtékání těles, jako první pořídil fotografii kuželové vlny stlačeného vzduchu kolem špičky střely (1887).<sup>4)</sup>

Patřil k nejznámějším obhájcům Dopplerova jevu. Aby jej dokázal, zkonstruoval dvojici píšťal upevněných na obvodu velkého kola a rotujících ve svislé rovině ve směru našeho pozorování. Přibližující se píšťala

---

<sup>4)</sup>Pro charakterizování rychlosti zavedl bezrozměrnou fyzikální veličinu udávající poměr rychlosti pohybu tělesa určitým prostředím k rychlosti šíření zvuku v témže prostředí, později (1929) nazvanou *Machovo číslo*.

skutečně zněla vyšším tónem než ta, která se vzdalovala. Další, poněkud riskantní experiment provedl se svým přítelem, který z určité vzdálenosti vystřeloval provrtané kulky tak, že Machovi prolétaly těsně nad hlavou a on mohl posoudit, jak se mění výška tónu jejich svistu při přibližování a vzdalování.

Jen původních prací napsal a uveřejnil kolem tří set, řada jeho monografií a učebnic vyšla i vícekrát, mnohé také anglicky, francouzsky italsky a rusky. I když některé byly vydány v Praze, česky není k dispozici žádná.

Svým dílem *Mechanika, jak se vyvíjela. Historicko-kritické pojednání (Die Mechanik in ihrer Entwicklung. Historisch-kritisch dargestellt)* z roku 1883 inspiroval celou řadu fyziků nové generace, mezi nimi i Alberta Einsteina. Nezávislost hmoty a času na našem vědomí Mach sice nepopírá, je si však vědom, že smysly, kterými poznáváme svět, nás mohou klamat. Odmítal proto nepozorovatelné jevy a objekty, např. atomy, Newtonův absolutní prostor a absolutní čas. Prostor je podle Macha dán jen rozložením a uspořádáním těles, čas sledem a četností událostí, absolutní pohyb je objektivně nezjistitelný, hmotnost tělesa lze měřit jen tehdy, když ji uvedeme do nějakého vztahu k jinému tělesu, setrvačné síly jsou dány vzájemným, relativním působením těles a rozložením hmoty ve vesmíru. Albert Einstein nazval v roce 1918 tento relativismus jako *Machův princip*.

Za mimořádný přínos v oblasti experimentální fyziky se mu dostalo mnoha vysokých poct. Byl čestným doktorem medicíny na univerzitě v Tübingenu (1901), vládním radou (1876), dvorním radou (1896), členem Císařské akademie ve Vídni, Královské české společnosti nauk, Jednoty českých matematiků, Německé akademie věd Leopoldina v Halle a mnoha dalších učených společností.

Ve stejném roce (1838) jako Ernst Mach se ve Vídeňském Novém Městě narodil *Viktor Lang* (1838–1921).

Vysokoškolské studium matematiky a fyziky absolvoval na Filozofické fakultě vídeňské univerzity, doktorskou disertaci předložil a obhájil na univerzitě v Gießen (1858). Po studijních pobytech na univerzitách v Heidelbergu a v Paříži se ve Vídni habilitoval pro obor *Fyzika krystalů* (1861). Poté působil (1862–1864) v londýnském Kensingtonském muzeu a jako mimořádný profesor fyziky ve Štýrském Hradci (1865). Další vědeckou a pedagogickou kariéru spojil až svého emeritování (1908) s vídeňskou univerzitou: od roku 1865 vedl katedru fyziky, zastával funkci děkana filozofické fakulty (1870) a dvakrát (1884, 1889) byl rektorem.



Obr. 5: Viktor Lang

Kromě fyziky krystalů publikoval řadu vědeckých prací z optiky, magnetismu, akustiky a elektromagnetismu.

Vysokého uznání se mu dostalo od vědeckých institucí nejen z Rakouska, ale i z Velké Británie, Německa a Francie. Byl členem a později i prezidentem Rakouské akademie věd, čestným doktorem univerzity v Oxfordu, členem německé akademie Leopoldina, předsedou Společnosti německých přírodovědců a lékařů, členem francouzské Čestné legie. Přírodovědci, především mineralogové a pracovníci ve strukturní rentgenografii, ho mají ve své paměti jako jednoho ze zakladatelů fyzikální krystalografie – oboru, který se zabývá výzkumem závislosti fyzikálních vlastností krystalů na jejich struktuře.

### III

*Dílo rakouského fyzika slovinského původu Jožefa Stefana není fyzikům neznámé. Málo se ale ví, že významně pomohl k vědecké kariéře svým žákům, Josefu Loschmidtovi, Ludwigu Boltzmannovi a Marianu Smoluchovskému.*

*Jožef Stefan* (1835–1893) se narodil v nemajetné slovinské rodině nedaleko Klagenfurtu na jihu rakouské spolkové země Korutany. Střední školu (gymnázium) absolvoval v Klagenfurtu, v 18 letech (1853) vstoupil na Filozofickou fakultu vídeňské univerzity, jako třiatdvacetiletý (1858) se habilitoval pro obor matematická fyzika. Dalších 5 let vyučoval ve Vídni na vyšším reálném gymnáziu, roku 1863 se stal univerzitním profesorem a krátce nato (1866) převzal vedení Fyzikálního ústavu vídeňské univerzity.



Obr. 6: Jožef Stefan

Zabýval se různými oblastmi fyziky: akustikou, polarizací, interferencí a lomem světla, difuzí plynů. Našel vztah pro celkovou energii vyzářenou za jednotku času z jednotkové plochy absolutně černého tělesa a jako první určil teplotu slunečního povrchu ( $5\,430\text{ °C}$ ).

Stefanův žák *Johann Josef Loschmidt* (1821–1895) pocházel z rodiny chudého zemědělce z obce Počerny u Karlových Varů. S podporou vesnického faráře Adalberta Čecha, který si všiml jeho nadání, mohl po základní škole získat středoškolské vzdělání: nižší v piaristickém semináři v Ostrově nad Ohří (1833–1837), vyšší v Praze (1838–1839).

V osmnácti letech se stal posluchačem Filozofické fakulty Karlo-Ferdinandovy univerzity, kde tehdy přednášel významný rakouský filozof a školský reformátor Franz Serafin Exner (1802–1853) – otec rakouského fyzika stejného jména. Jejich náhodné seznámení bylo oboustranně pro-

spěšné. Student profesorovi, který měl špatný zrak, předčítal německé texty, profesor svého studenta zasvěcoval do možnosti využívat matematické metody v psychologii (obor označovaný dnes matematická psychologie). Přestože se Loschmidt touto problematikou později nezabýval, pro jeho budoucí vědeckou a pedagogickou kariéru byly nabyté matematické zkušenosti neobyčejně užitečné.

Po dvou letech (1841) z Prahy odešel a na vídeňském Polytechnickém institutu do roku 1846 studoval fyziku a chemii. Než se mohl jako matematik, fyzik a chemik uplatnit na vysoké škole, uplynulo celých dvacet let. Do té doby nějaký čas pracoval jako chemik v ocelárně, potom začal podnikat. Vyráběl dusičnan draselný, kyselinu šťavelovou a dokonce i papír. V konkurenci ale neobstál. Šest let (1850–1856) se živil jako vychovatel, v roce 1856 přijal místo na nižší reálce. Tam měl vedle pedagogických povinností – výuky fyziky, chemie, aritmetiky a účetnictví – povoleno i vědecky pracovat. Výsledky, kterých v malé fyzikálně-chemické laboratoři dosáhl, se brzy dočkaly uznání největších rakouských fyziků devatenáctého století.



Obr. 7: (Johann) Josef Loschmidt

Navrhl dvojrozměrné zobrazení 368 molekul (mezi nimi 121 aromatických sloučenin) způsobem podobným tomu, který se používá i v současnosti. Jednotlivé atomy v tzv. konstitučním vzorci propojil pomocí jednoduchých, zdvojených nebo ztrojených úseček znázorňujících jednoduché, dvojné nebo trojné vazby. V této souvislosti vyslovil také domněnku, že molekulu ozonu tvoří 3 atomy kyslíku.

Pomocí kinetické teorie plynů určil v roce 1865 střední průměr molekul vzduchu  $d = 0,000\,000\,969$  mm. Zjištěný údaj komentoval poznámkou: „Toto číslo je třeba brát jen jako přibližné, jistě však není desetkrát menší nebo větší než skutečné.“<sup>5)</sup>

Na základě této hodnoty  $d$  odhadl počet molekul v 1 cm<sup>3</sup> ideálního plynu při normálním tlaku (101 325 Pa) a normální teplotě (273,15 K). Tato základní veličina klasické atomistiky byla později nazvaná Loschmidtova konstanta  $N_L = 2,687 \cdot 10^{19}$  cm<sup>-3</sup>.

Není běžně známé, že byl spoluautorem patentu (1865) na dvoustopé vozidlo uváděné do pohybu aeromotorem, který převáděl energii stlačeného vzduchu na energii pohybovou.

Roku 1866 se s podporou profesora fyziky Jožefa Stefana (1835–1893) na vídeňské univerzitě habilitoval, za dva roky nato (1868) byl jmenován mimořádným a později (1872) řádným profesorem fyzikální chemie.

V 66 letech, kdy se konečně cítil být finančně zabezpečený, uzavřel sňatek se svou o 25 let mladší hospodyní. Za rok po svatbě měli syna Josefa (1887–1898), který však v dětském věku zemřel; svého otce přežil jen o dva roky.

*Pokračování v následujícím čísle*

## Literatura

- [1] Štoll, I.: *Dějiny fyziky*. Prometheus, Praha, 2009.
- [2] Kraus, I.: *Století fyzikálních objevů*. Academia, Praha, 2014.
- [3] Kraus, I.: *Ženy v dějinách matematiky, fyziky a astronomie*. Nakl. ČVUT, Praha, 2015.

---

<sup>5)</sup>Při výpočtu průměru molekuly  $d$  podle původního Loschmidtova vztahu, avšak s dnešními (přesnými) hodnotami použitých veličin, dostaneme  $d = 0,361$  nm. A jaké jsou skutečné průměry molekul hlavních plynných složek vzduchu? N<sub>2</sub>: 78,09 % (obj.),  $d = 0,38$  nm; O<sub>2</sub>: 20,95 % (obj.),  $d = 0,36$  nm; Ar: 0,9 % (obj.), argon byl jako chemický prvek objeven až v roce 1894,  $d = 0,37$  nm.