

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Nové knihy

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 61 (2016), No. 3, 252–256

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/145852>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2016

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>

# nové knihy

## GALILEO GALILEI: **HVĚZDNÝ POSEL**, JOHANNES KEPLER: **ROZPRAVA S HVĚZDNÝM POSLEM**

Z latinských originálů přeložila Alena Hadravová za odborné spolupráce Petra Hadravy.

*Pistorius & Olšanská, Příbram, 2016,  
208 stran, ISBN 978-80-87855-38-6*

„Jestliže nás kniha, kterou čteme, neprobudí ranou pěstí do lebky, k čemu pak tu knihu čteme?“

*Franz Kafka*

Chce se říct konečně. Po více než čtyřech staletích vychází v češtině jedno z průlomových děl astronomie, které vydal florentský patricij a padovský profesor matematiky Galileo Galilei. V knize je zařazena i reakce císařského matematika u Rudolfa II. Johanna Keplera, kterou sepsal v pražské Karlově ulici č. 4. Nyní je v těchto místech Keplerovo muzeum, zřízené Českou astronomickou společností a Agenturou ProVás.

Poprvé se nám, v latině nezběhlým, dostává do rukou jedinečná příležitost čerpat de fonte — přímo z pramene. Jak podstatné!

Knihu vydalo nakladatelství Pistorius & Olšanská v roce 2016. Kniha je vázaná, s velmi dobrou typografií a nápaditou grafickou úpravou. Barvou listů se odlišuje vlastní překlad od doprovodných textů. Kvalifikované překlady PhDr. Aleny Hadravové, CSc., připravené ve spolupráci s doc. RNDr. Petrem Hadravou, DrSc., jsou opatřeny zasvěceným úvodem, v němž autoři přicházejí s novými poznatky a opravami některých tradovaných nepřesností. Upozorňují například, že dalekohled použil před Galileem již Harriot, že Simon Marius na základě rekonstrukce jím naměřených poloh Jupiterových měsíců zaslouží rehabilitaci. Zastavují se u Keplerovy úvahy související s „paradoxem temného nebe“. Neopomenou aféru „zuřivého“ českého matematika Horkého, který objevy zpochybňoval, připomenou i problémy s dobovou pirátskou kopií *Hvězdného posla*. Věnují také jednu kapitolu kulturním souvislostem — sepětí vědy a umění. Knihu doplňují precizním poznámkovým aparátem a vysvětlujícími ilustracemi k textům. Nechybí seznam literatury, rejstříky jmen, názvů děl, zeměpisných i astronomických pojmů.

Je patrné, že autoři věnovali textu mimořádnou pozornost, chyby jsem nenašel. Prostě vynikající a originální práce, a nebál bych se to vyslovit — kongeniálního tandemu — filoložky Aleny Hadravové a astrofyzika Petra Hadravy. Koneckonců profesionálním a objevným přístupem k historickým zdrojům jsou oba autoři odborné i laické veřejnosti dobře známí.

Nejprve poznámka k překladu vlastního titulu: vnímání názvu *Sidereus nuncius* ve smyslu „hvězdný posel“ je spíše Keplerova interpretace; Galileo titul spíše vnímal ve významu „hvězdné posel-

ství“ ... Kepler však diskutuje spíše s „poslem“, nikoli se „zprávou“, jak trefně autoři poznamenávají. A Keplerovo pojmenování se všeobecně ujalo.

Máme nyní před sebou jeden z nejslavnějších a nejčastěji citovaných titulů astronomie vůbec, popisující senzační objevy, které do té doby nebyly zjistitelné prostým okem. Knihu jsem přečetl jedním dechem, spát mne nenechala. Kafkovu „podmínku“ splňuje beze zbytku.

### Galileo Galilei: Hvězdný posel

„Astronomická zpráva obsahuje a vysvětluje pozorování na povrchu Měsíce, v Mléčné dráze, v mlhovinách, v nespočetných stálicích, jakož i ve čtyřech planetách nazvaných Medicejské hvězdy, které až dosud nebyly spatřeny.“

Galileo Galilei se v dedikaci nejjasnějšímu Cosimovi II. Medicejskému v souvislosti se čtyřmi Medicejskými, bludnými hvězdami, které spolu s Jupiterem obíhají Slunce za dvanáct let, poprvé písemně přihlašuje ke Koperníkovu učení. Zjišťuje, že stálic je vidět dalekohledem desetkrát víc než prostým okem. Vychází ze zpráv o „jakémsi Holanďanovi“, který ze skleněných čoček zhotovil přístroj přibližující vzdálené předměty. Galileo popisuje, jak sestavit *perspicillum* — kukátko — zvětšující dvaatřicetkrát a jak velikost tohoto přiblížení změřit. Galileo se zaměřuje na povrch Měsíce, zjišťuje, že není hladký, ani stejnorodý, ani přesně sférický. Zkoumá prohlubně a výčnělky a jejich měnící se obraz v důsledku změn šikmo dopadajících paprsků Slunce. Popisuje a ilustruje jakousi kruhovou prohlubeň, kterou připodobňuje Čechám, kruhovému území obklopenému po obvodu horami. Zřejmě jde o kráter Albategnius, jak autoři poznamenávají.

Galileo předpokládá, že Měsíc obklopuje jakási atmosféra, pomocí které vysvětluje, proč ta část Měsíce zalitá světlem se zdá mít větší obvod, než zbytek

koule ležící ve stínu. Domnívá se, že tam světlo prochází větší vrstvou „výparů“ atmosféry, a tím je pohlcováno. Kepler ve své replice tento optický klam vysvětluje správně — odkazuje na *Optiku*, kterou vydal roku 1604 a Galileovi poslal. Není to poprvé, kdy Galileo na Keplera nereaguje a jeho argumenty ignoruje. Je známo celkem sedm dopisů, které Kepler Galileovi zaslal, ale z Itálie dostal všeho všudy pouze tři odpovědi.

Galileo také slibuje, že později dokáže pohyb Země. Jak víme, na tuto kardinální otázku správnou odpověď nakonec nenášel. Konstatuje rozdílný vzhled planet a stálic, totiž že planety se jeví jako kotouče, zatímco stálice v dalekohledu jsou stejně velké, tak jak je vidíme prostým okem. Nachází také nečekané množství hvězd, které se ukáží v dalekohledu, uvádí příklady v Plejádách, v Orionu apod. Objevuje velké množství slabých hvězd, ze kterých se skládá Mléčná dráha. Podobně například v „mlhavé“ Hlavě Orionu napočítá jednadvacet hvězd.

V závěrečné kapitole podává zprávu o nejsenzačnějším svém objevu, totiž o čtyřech hvězdičkách obíhajících Jupiter. Při prvním zachycení zakresluje postavení tří z nich — hodinu po západu slunce 7. ledna 1610. Pozoruje dále a 13. ledna konečně nalézá hvězdičky čtyři. Observace eviduje do 2. března a ještě v tomto měsíci v Benátkách spis vydává! Činí logický závěr, že bližší měsíce obíhají rychleji, i když vlastní oběžné doby správně podává Galileem neprávem obviňovaný Simon Marius až v roce 1614 (ano ten, který dokládá, že jím zveřejněné pojmenování měsíců Jupitera, tak jak je známe dodnes, pochází od Keplera).

Snáší další argumenty ve prospěch Koperníka, například: „Kromě toho tu máme znamenitý a vynikající důkaz pro uklidnění obav těch, kteří s klidnou myslí snášejí oběh planet kolem Slunce v Koper-

nikově systému, jsou však pobouřeni tím, že Měsíc se jako jediný otáčí kolem Země a obě tělesa vykonávají roční oběh kolem Slunce. Domnívají se, že toto uspořádání vesmíru je třeba zavrhnout jako nemožné. Nyní však nemáme jen jednu planetu, která se otáčí kolem druhé, a obě společně se pohybují po velké dráze kolem Slunce: zrak nám nabízí čtyři hvězdy kroužící kolem Jupitera jako Měsíc kolem Země a ty všechny zároveň spolu s Jupiterem oběhnou kolem Slunce ve velké kružnici jednou za dvanáct let.“

Galileo končí příslibem, který mluví sám za sebe: „Nedostatek času mi brání pokračovat dále: laskavý čtenář nechtě o těchto věcech očekává více v krátkém case.“

### **Johannes Kepler: Rozprava s Hvězdným poslem**

Na Galileovu žádost o stanovisko Kepler odpovídá poměrně rozsáhlým dopisem, který napsal během šesti dnů. Je to nejenom první, ale nepochybně také nejvýznamnější a nejdélejší z velkého množství příznivých ohlasů na Galileova *Hvězdného posla*. Text pak na základě mnoha žádostí vydává také tiskem. V poznámce se obrací na čtenáře s obvyklou korektností: „Ať si nikdo nemyslí, že když já si osobuji právo s Galileem souhlasit, zbavuji tím ostatní jejich práva s ním nesouhlasit.“

Vyslovuje předpoklad „jak žádá doporučenost“: pokud má Země jeden Měsíc, Jupiter čtyři, pak Mars musí mít dva. Je milé, že Hadravovi pod čarou zmiňují pozorování Lapuťanů z mých oblíbených *Gulliverových cest*, kteří to již věděli. Jonathan Swift vydal knihu v roce 1726, tedy 151 let předtím, než A. Hall u Marsu dva měsíce objevil.

Kepler cituje ze spisu Della Porty *Přírodní magie* (*Magia naturalis*, vydáno 1558) z kapitoly *O vlastnosti čoček z krystalu* z oddílu o čočkách, „jimiž může každý vidět představitelně daleko“ a odkazuje

na svoji *Optiku* (1604), kde podává výklad geometrického důkazu toho, co se děje v jednoduchých čočkách. Vyjadřuje tím další podporu Galileimu, protože se „snaží přimět nedůvěřivce, aby (jeho) přístroji věřili.“ K výkladům z *Optiky* se Kepler vůbec vrací častěji. Reviduje ale svůj názor, že refrakce bude činit dalekohledy nevhodnými pro přesnější pozorování, a dává za pravdu příteli Pistoriovi (zemřel 1608), který výhodu dalekohledů v tomto ohledu předpokládal.

Kepler opravuje svůj dřívější názor, který byl v rozporu s Plutarchem i Galileem, a přiklání se k jejich myšlence, že tmavé skvrny na Měsíci jsou moře, zatímco světlé části jsou pevniny. U „dokulata vykroužené prohlubně“, kterou Galileo přirovnává k Čechám, se Kepler nechá unést představou, že může být dílem živých tvorů, nadaných obrovitou tělesnou hmotou, aby mohli konat ohromná díla. „Pole a pastviny mají uprostřed, aby při útěku ze Slunce nebyli příliš vzdáleni od svých příbytků.“

Pozorování hvězd a planet lišící se právě o zjištění, že planety se — na rozdíl od hvězd — jeví v dalekohledu jako kotoučky, vede Keplera k závěru: „Co jiného z toho, Galilei, můžeme vyvodit, než že stálice vyzařují svoje světlo zvnitřku, kdežto planety jsou stinné a osvětlovány zvnějšku? To znamená, abych užil Brunových slov, že první objekty jsou Slunci, kdežto ty druhé jsou Měsíci či Zeměmi.“ Nenechá se ale vtáhnout do Brunovy úvahy o nekonečných světech a předkládá argumenty proti nekonečnosti vesmíru. Slunce je nepochybně jasnější než všechny stálice dohromady, tedy nepatří mezi ně.

Kepler se raduje, že objevené planety neobíhají kolem stálic, jak předpokládal Bruno a jak sám odmítl, ale kolem Jupitera. Pro nově objevované „planety“ zavádí nové termíny, např. „satellites“, který se ujal a používá dosud.

Připomíná svoji domněnku z práce *Astronomia nova* (1609), že příčiny planetárních pohybů spočívají v rotaci Slunce kolem jeho osy. Analogicky předpokládá, že tomu tak je u Měsíce naší Země a měsíců Jupitera.

Dovozuje, „že tento náš svět je ze všech, je-li jich mnoho, nejvznešenější,“ a dál parafrázuje *žalm* „Nebesa patří Pánu, Slunci spravedlnosti, Zemi však dal synům člověka.“

Velmi mu záleží na udržení koncepce do sebe vkládaných pravidelných těles, na jejichž obvodech opisují své dráhy planety tak, jak navrhl v *Tajemství vesmíru* (*Mysterium cosmographicum*, 1596). Předpokládá, že vzhledem k mezerám, které zejí mezi takto konstruovanými drahami planet, výskyty jejich měsíců jednou Galileo odhalí. Dnes víme, že další satelity Galileo nenašel.

Kepler skládá Galileovi hlubokou poklonu k jeho objevům a chválí ho. Sami se můžeme nyní, po více než čtyřech staletích přesvědčit, že je ta poklona oprávněná.

Co dodat závěrem? Snad jenom to, že bych také za nás, pěšáky, rád složil velkou poklonu Aleně a Petru Hadravovým a nakladatelství Pistorius & Olšanská za jedinečný počin.

Vojtěch Sedláček

## MARTINA ŠTĚPÁNOVÁ: POČÁTKY TEORIE MATIC V ČESKÝCH ZEMÍCH A JEJICH OHLASY

*Matfyzpress, Praha, 2014, 473 stran, ISBN 978-80-7378-254-2*

Nezbytnou součástí vysokoškolského kurzu lineární algebry je seznámení s Jordanovým kanonickým tvarem matice. Libovolná čtvercová komplexní matice  $A$  je podobná „téměř diagonální“ matici tvořené tzv. Jordanovými buňkami, které mají na diagonále vlastní čísla matice  $A$  a nad diagonálou jedničky. Každému vlastnímu čís-

lu může příslušet více Jordanových buněk; seřadíme-li jejich řády do nerostoucí posloupnosti, získáme tzv. Segréovu charakteristiku daného vlastního čísla. Klíčový význam v lineární algebře má následující věta: Dvě matice jsou podobné právě tehdy, když se shodují jejich vlastní čísla a odpovídající Segréovy charakteristiky, což nastává právě tehdy, když obě matice mají stejný Jordanův kanonický tvar, odhlédneme-li přitom od pořadí Jordanových buněk.

Podstatně méně známý je tzv. Weyrův kanonický tvar matice, který objevil roku 1885 (bez znalosti Jordanova kanonického tvaru) přední český matematik Eduard Weyr. Ukázal, že každá čtvercová komplexní matice  $A$  je podobná matici, která má na diagonále tzv. Weyrovy bloky. Každý z nich odpovídá některému vlastnímu číslu  $\lambda$  matice  $A$ ; jde opět o blokovou matici, jejíž diagonální bloky — tzv. Weyrovy buňky — jsou  $\lambda$ -násobky jednotkových matic, bloky těsně nad diagonálou jsou jednotkové matice doplněné nulovými řádky a všechny ostatní bloky jsou nulové. Řády Weyrových buněk  $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots$  tvoří tzv. Weyrovu charakteristiku vlastního čísla  $\lambda$  a platí pro ně

$$\begin{aligned} \eta_1 &= \dim \operatorname{Ker} (A - \lambda I), \\ \eta_2 &= \dim \operatorname{Ker} (A - \lambda I)^2 - \\ &\quad - \dim \operatorname{Ker} (A - \lambda I), \\ \eta_3 &= \dim \operatorname{Ker} (A - \lambda I)^3 - \\ &\quad - \dim \operatorname{Ker} (A - \lambda I)^2 \end{aligned}$$

atd. Weyr ukázal, že dvě matice jsou podobné právě tehdy, když se shodují jejich vlastní čísla a odpovídající Weyrovy charakteristiky.

Přestože Weyrův kanonický tvar vzniká zcela jiným způsobem než tvar Jordanův, existuje mezi nimi úzká souvislost. Platí např. následující pozoruhodné tvrzení: Je-li  $\lambda$  vlastní číslo matice  $A$ , pak prvky příslušné Segréovy charakteristiky

$\xi_1, \xi_2, \dots$  a prvky Weyrovy charakteristiky  $\eta_1, \eta_2, \dots$  mají stejný součet  $s = \sum_i \xi_i = \sum_j \eta_j$  a jedná se o navzájem konjugované rozklady čísla  $s$  (řádky Ferrerova diagramu jednoho rozkladu tedy odpovídají sloupcům ve Ferrerově diagramu druhého rozkladu). Ačkoliv jsou oba kanonické tvary matice v jistém smyslu ekvivalentní, ukazuje se, že Weyrův tvar je v řadě situací výhodnější.

Weyrovy průkopnické práce z druhé poloviny 19. století představují ústřední téma knihy Martiny Štěpánové *Počátky teorie matic v českých zemích a jejich ohlasy*. Kniha je primárně zaměřena na nejstarší výsledky českých matematiků v teorii matic (pokrývá období zhruba od 80. let 19. století do 30. let 20. století), zasazuje je však do širšího kontextu vývoje v ostatních zemích. Podstatná část knihy je pak věnována domácím i zahraničním ohlasům na Weyrovu teorii od jejího vzniku až do současnosti.

Weyrovy výsledky zpočátku nezbudily větší zájem a po velkou část 20. století zůstávaly téměř zapomenuty. K oživení zájmu o Weyrovu charakteristiku v 70. letech podstatně přispěli H. Schneider (dlouholetý vedoucí redaktor časopisu *Linear Algebra and its Applications*) a D. Hershkowitz, kteří se svými spolupracovníky studovali vztahy mezi maticemi a odpovídajícími grafy. Nastíháme alespoň základní myšlenku: Každé blokové matici  $A$  tvořené bloky  $A_{ij}$ ,  $i, j \in \{1, \dots, p\}$  lze přiřadit orientovaný graf s vrcholy  $1, \dots, p$ , kde z  $i$  do  $j$  vede hrana právě tehdy, když  $A_{ij} \neq 0$ . Dále předpokládejme, že diagonální bloky  $A_{ii}$  jsou čtvercové a nazvěme vrchol  $i$  singulární, pokud  $A_{ii}$  je singulární matice. Úroveň vrcholu  $i$  je pak definována jako maximální počet singulárních vrcholů ležících na nějaké cestě po hranách grafu, která končí ve vrcholu  $i$ . Označíme-li symbolem  $\lambda_i$  počet singulárních vrcholů úrovně  $i$ , pak posloupnost

$\lambda_1, \lambda_2, \dots$  je tzv. úroňová charakteristika matice  $A$ . Je překvapivé, že u jisté třídy singulárních matic (tzv.  $M$ -matic) tato charakteristika úzce souvisí s Weyrovou charakteristikou nulového vlastního čísla a jsou známy nutné a postačující podmínky pro shodnost obou charakteristik; příslušné detaily a řadu pěkných ilustračních příkladů nalezne čtenář v recenzované knize.

Weyrův kanonický tvar matice se začal v literatuře opět objevovat až v 80. letech 20. století. Bez znalosti Weyrových prací jej znovu objevil G. R. Belitskij, který jej nazýval modifikovaným Jordanovým tvarem. Patrně nejvíce se o popularizaci Weyrovy charakteristiky i kanonického tvaru zasloužila H. Shapiro v přehledovém článku *The Weyr characteristic*, který roku 1999 publikovala v nejčtenějším americkém matematickém časopise *The American Mathematical Monthly* a vyzdvihla v něm Weyrovy zásluhy. Od té doby zůstává Weyrova teorie stále živá; autorka recenzované knihy si podrobněji všímá např. monografie *Advanced Topics in Linear Algebra: Weaving Matrix Problems through the Weyr Form*, která vyšla roku 2011 v nakladatelství *Oxford University Press*.

Je pozoruhodné, že ani českým matematikům není Weyrova teorie dostatečně známa. Kniha o počátcích teorie matic v našich zemích je proto užitečná nejen historikům matematiky, ale i čtenářům se zájmem o prohloubení znalostí z lineární algebry. Autorka si zaslouží poděkování jak za obrovský kus vykonané práce, tak za popularizaci pozapomenutých výsledků Eduarda Weyra, na které může být česká matematická komunita hrdá.

Elektronická verze knihy je k dispozici (spolu s většinou dosud vydaných svazků edice *Dějiny matematiky*) na <http://dml.cz>

Antonín Slavík