

Jiří Podolský: Život s gravitací je vzrušující

Jak porozumět vesmíru a fyzikálním procesům, jež v něm probíhají? Jak pochopit gravitaci i její důsledky? Co přineslo vědcům zachycení gravitačních vln? Jak vyřešit Einsteinovy rovnice obecné teorie relativity z roku 1915? To jsou otázky, kterými se zabývá profesor Jiří Podolský z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy.

Ráda bych začala vašim výrokem: „Jsem velmi šťastný člověk, dělám to, co jsem si vždy přál, a baví mě to.“ Tušil či doufal jste, že se budete zabývat právě tím, co vás nejvíce zajímá?

„Nikoli, nepovažoval jsem nikdy za jisté, že úspěšně zvládnou každou další výzvu, ať už studijní, vědeckou, lidskou či organizační. Ale když jsem už před ní byl postaven, snažil jsem se ji zvládnout co nejlépe.“

Měl jste již v dětství představu, čemu byste se rád věnoval – nějaké vysněné povolání například? A figurovala v těchto představách fyzika a vesmír?

„Vlastně ano. Rok 1969, kdy jsem šel do školy, byl významný tím, že v červenci přistáli Američané na Měsíci. Vzpomínám, že jsem to tenkrát silně prožíval jako naprosto výjimečnou věc. Jedna z mých nejranějších vzpomínek je, jak v televizi u dědy Františka a babičky Štěpánky, kteří bydleli v horním patře našeho domku, koukáme na dlouhé černobílé záběry z ostře osvětleného měsíčního povrchu, po kterém pak 'legračně poskakovali' astronauti ve skafandrech. Nejspíš to nebylo slavné *Apollo 11*, ale některé z následujících misí v letech 1969 – 1972.“

Prý jste si sestrojil i vesmírné plavidlo.

„Máte pravdu. Vzpomínám, jak jsem si z babiččina štokrlete s víkem, kde měla věci na čištění bot, vyrobil kosmickou loď. Na vnitřek odklopeného víka jsem voskovkami nakreslil řídicí pult, včetně obrazovky se Zemí, Měsícem i trasou letu, tkaničkami jsem propojoval malé dírky (asi něco jako analogový řídicí počítač, co já vím...) a simuloval odpočítávání a průběh letu a přistání. Od malička mám blízko ke strojům a technice, astronomickým teleskopům a velkým fyzikálním laboratorům, dnes obdivuji hlavně urychlovače částic a detektory gravitačních vln.“

A také máte blízko k poznání... Je možné tento pocit popsat či sdělit?

„Poznávat vesmír je pro mne od raného dětství obrovské, snad největší lidské dobrodružství. Fascinují mě kosmické objekty, jejich roztodivné tvary, nepředstavitelné vzdálenosti a doby života, jejich struktura, evoluce a enormní energie, která se v nich skrývá. První informace jsem čerpal z encyklopedií a knih, nejdřív dětských a potom odborných, od kterých jsem se nemohl odtrhnout. V dnešní době bych se určitě stal závislým na internetu a Wikipedii.“

Z vašeho okouzlení vesmírem vznikla nejen kosmická raketa, ale i kniha. O čem?

„Ano, můj tehdejší zájem o vesmír dokládá

i 'kniha', kterou jsem pro sebe v devíti letech napsal, pak na psacím stroji po praděděckovi opsal a sám ilustroval. Nesla název *Tajemné UFO* (evidentně pod vlivem četby smyšlenek Ericha von Dänikena) a začínala takto: „Jsem nadporučík na americké základně Houston pro výzkum kosmických letů a meziplanetárních soustav... na ploché střeše mám dalekohled, jímž pozoruji za jasných nocí oblohu.“ Byla to povídka o výzkumu planet Neptun a Pluto a o navazování kontaktu s tamními obyvateli, z mého dnešního pohledu samozřejmě naprosto naivní. Ale 'černé na bílém' dokládá, co mě v červnu 1973 fascinovalo asi nejvíce.“

Chtěl jste se stát vědcem, či raději astronautem? Přeci jen už jste určité zkušenosti s „vesmírnou lodí“ měl.

„Tenkrát jsem ještě nemohl doufat, že se opravdu stanu vědcem, i když jsem o tom asi snil. Měl jsem jen chabou představu o rozdílu mezi fyzikem, astronomem, astronautem a inženýrem a absolutně netušil, co znamená 'dělat vědu' nebo být univerzitní profesor. Uvažoval jsem i o jiných povoláních, třeba konstruktér a vynálezce, technik nebo programátor.“

Přesto ale zvítězila láska k astronomii a fyzice. Kdo nebo co vás v této oblasti nejvíce ovlivnilo?

„O vesmíru mi nejspíš vyprávěli moji rodiče ještě předtím, než jsem se naučil číst. Určitě to souviselo se zrodem kosmonautiky a přistáním lidí na Měsíci v oné dekádě. Systematicky jsem se pak o astronomii dozvídal z knih. Silně na mne zapůsobila encyklopedie *Vesmír, Země, člověk – a my děti* vydaná koncem 60. let. Toto osmisetstránkové a bohatě ilustrované dílo 'všeho vědění lidstva pro děti' bylo pro mne doslova pokladnicí informací. Hned

první kapitola *Vesmír kolem nás* je věnována astronomii. Dodnes mám před očima třeba obrázky Slunce či Měsíce, a dodnes si z této knihy pamatuji číselné údaje, jako velikosti objektů Sluneční soustavy či jejich vzdálenosti. Ale také kompletní periodickou soustavu prvků.

Velký vliv na mě pak měla kniha Josipa Kleczka *Naše souhvězdí*. Vyšla v roce 1973, to mi bylo deset. Tam jsem se dozvěděl o struktuře kosmu od atomů po kupy galaxií, o existenci obrovských hvězd, ale také bílých trpaslíků, neutronových hvězd a černých děr. Naučil jsem se z ní všechna souhvězdí, včetně latinských názvů a písmen řecké abecedy. Podobně jsem hltal i další Kleczkovy knihy a knihy Jiřího Grygara. A samozřejmě jeho fenomenální televizní pořad *Okna vesmíru dokořán* doprovázený kresbami Káji Saudka.“

Pěšinka k vědě už byla ve vaší duši prošlápaná a čekala na příležitost. A tou se stalo jedno velmi důležité setkání s člověkem, který vás ovlivnil nejen z hlediska poznání, ale i svými morálními vlastnostmi. Kdo byl tímto vaším učitelem?

„Zcela zásadní a doslova osudové pro mne bylo setkání s inženýrem Dobroslavem Srncem koncem 70. let v Mladé Boleslavi. Spolu s laskavým středoškolským profesorem Hylmarem tenkrát zřídili a vedli Astronomický kroužek. Srnec se stal mým neformálním mentorem, strávili jsme spolu spoustu času. Měl úžasnou knihovnu a fotolaboratoř, neuvěřitelné znalosti, uměl poutavě vyprávět o všem od filozofie, archeologie a historie přes chemii, která byla jeho profesí, po kosmonautiku a astronomii. Jeho vliv na dotvoření mého přírodovědného, sociokulturního i politického světového názoru byl klíčový.“



V březnu 1991 na raketových sáních Sonic Wind před muzeem kosmonautiky v Alamogordo v Novém Mexiku. Bílý vodorovný proužek v dálce je rozsáhlá sádrovcová poušť se slavnou raketovou střelnicí White Sands.



Přebírání profesorského dekretu v roce 2011 z rukou českého prezidenta Václava Klause.

Dobroslav Srnc vás také nasměroval do náruče ondřejovské hvězdárny a pod křídla jejích tehdejších významných astronomů, jakým byl i docent Josip Kleczek, jehož knihy jste v dětství hltal plnými doušky. Jak na vás zapůsobilo setkání s tehdejší legendou astronomie?

„Ano, Srncovi vděčím i za to, že jsem se mohl stát praktikantem, dnes by se asi řeklo stážistou, docenta Josipa Kleczka. Oba byli letitými osobními přáteli a on mi dojednal, že jsem mohl v červenci 1981 odjet na dva týdny do Ondřejova. A pak jsem tam vždy v létě jezdil každoročně, i po celou dobu svých univerzitních studií. S dalšími Kleczkovými praktikanty, mezi nimiž byl také kolega Marek Wolf, jsme pomáhali třídit hesla jeho mnohojazyčného *Space Sciences Dictionary*. Také jsem pak měl tu čest být jedním z prvních čtenářů a 'studentským oponentem' jeho dalších skvělých knih o fyzice a astronomii

pro mládež. V Kleczkově pracovně jsem poprvé na vlastní oči viděl, jak 'vypadá' a jak se opravdu dělá věda, která je v přímém kontaktu se světovými špičkami oboru.“

Jak na vás Josip Kleczek zapůsobil jako na mladého a hledajícího se studenta?

„Docent Kleczek, jemuž všichni ostatní říkali prostě Jožka, byl moudrý, neformální a laskavý muž. Projevovalo se to i ve vztahu ke mně. Záhy například poznal, že třídění slovníkových hesel mne zas tak moc nebaví a že bych raději studoval knihy o Einsteinově teorii gravitace a kosmologii, že tedy chci být spíš teoretickým fyzikem než astronomem. Dal mi naprostou volnost a já ji nadšeně využil: v klidu krásné a výtečně vybavené ondřejovské knihovny jsem pak doslova ležel v učebnicích a dělal si z nich výpisky.“

Zaměřujete se především na studium prostoročasu v Einsteinově obecné teorii relativity, zejména těch, které popisují gravitační

záření, černé díry nebo kosmologické modely. Jakých výsledků jste v této oblasti dosáhl?

„Obecně řečeno, předmětem mého zkoumání jsou přesná řešení Einsteinových rovnic obecné relativity z roku 1915, tedy takzvané prostoročasy. Ty reprezentují gravitační pole v kontextu různých situací, například kosmologické modely vesmíru jako celku, silně zakřivená gravitační pole v okolí hmotných objektů nebo zcela zhroutených černých děr, šířící se gravitační vlny různého typu... Obecně vyřešit Einsteinovy rovnice, určující geometrii prostoročasu, nelze pro jejich velkou matematickou složitost. Lze ale najít a zkoumat – více či méně realistická – řešení za určitých dodatečných předpokladů, třeba symetrie, speciálního hmotného obsahu, geometrické výjimečnosti a podobně. V posledních letech se nám například podařilo explicitně najít zcela nový druh sférické černé díry, kterou jsme pro její geometrické vlastnosti nazvali 'Schwarzschildova-Bachova'. Jde o netriviální řešení velmi složitých rovnic gravitačního pole v teorii takzvané kvadratické gravitace. V tomto případě jsme články tvořili a psali spolu s kolegy Vojtou a Alenou Pravdovými z Matematického ústavu Akademie věd a mým bývalým doktorandem Robertem Švarcem z Ústavu teoretické fyziky.“

V roce 2015 byly poprvé zachyceny gravitační vlny. Mohl byste našim čtenářům tuto vědeckou oblast přiblížit?

„Existenci gravitačních vln předpověděl v roce 1916 Albert Einstein pomocí své obecné teorie relativity. Ale sám tehdy pochyboval, jestli bude možné tyto vlny nějakým způsobem zaznamenat. Jsou totiž nesmírně slabé. Po sto letech naplněných usilovnou prací mnoha vědců a techniků se tak konečně stalo. Tým více než tisícovky výzkumných pracovníků pod vedením Kipa Thorna pomocí laserového interferometrického detektoru LIGO v Americe (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) 14. září 2015 gravitační vlny poprvé prokazatelně zaznamenal. Zdrojem zachycených vln byly dvě černé díry vzdálené 1,3 miliardy světelných let od Země, které se k sobě dlouho po spirále přibližovaly, až splynuly v jednu. V průběhu tohoto procesu se vyzářují gravitační vlny. Ty jenom velmi slabě interagují s hmotou, proto mohou volně putovat vesmírem mezi galaxiemi na obrovské vzdálenosti. Vysoce citlivé detektory LIGO tyto nesmírně slabé vlny křivosti prostoročasu dokázaly zaznamenat. V únoru 2016 pak vědci o tomto historicky prvním pozorování gravitačních vln informovali. Tento úžasný objev byl po zásluze ohodnocen: Kip Thorne spolu se svými kolegy Rainerem Weissem a Barrym Barishem, kteří měli hlavní zásluhu na konstrukci detektoru LIGO, obdrželi Nobelovu cenu za fyziku za rok 2017.“

Vy jste tento úspěch přirovnal k přistání člověka na Měsíci. Jak jste tuto událost osobně prožíval?

„To bylo naprosto senzační. A stalo se tak přesně 100 let od formulace obecné relativity. Co více si mohla tato unikátní teorie přát ke svým kulatým narozeninám! I po celém



V přátelském rozhovoru s Jiřím Grygarem (Praha, prosinec 2021).

století zůstává dosud nejlepší teorií gravitace. Byla už mnohokrát ověřena, a to se stále větší přesností. V tomto případě byla poprvé testována v nejextrémnějším možném režimu: při dynamické srážce a následném splynutí dvou černých děr, gravitačně zcela zhroutených objektů, a to v kosmologických vzdálenostech. Charakter naměřených gravitačních vln, které tuto nepředstavitelně silnou událost doprovázely, byl v plném souladu s Einsteino-
vou teorií.

Měl jsem tu čest o první přímé detekci gravitačních vln GW150914 referovat jen pár dnů po oficiálním oznámení už 26. února 2016 na velké přednášce v Městské knihovně v Praze, potom na mnoha dalších seminářích, napsal jsem řadu článků do časopisů a novin i příspěvky do knih – speciální dodatek k učebnici *Přehled středoškolské fyziky* a předmluvu nového vydání Einsteiny knihy *Teorie relativity*. Zřídil jsem také dva nové předměty věnované historii a teorii gravitačních vln, které nyní vyučuji na MFF UK.

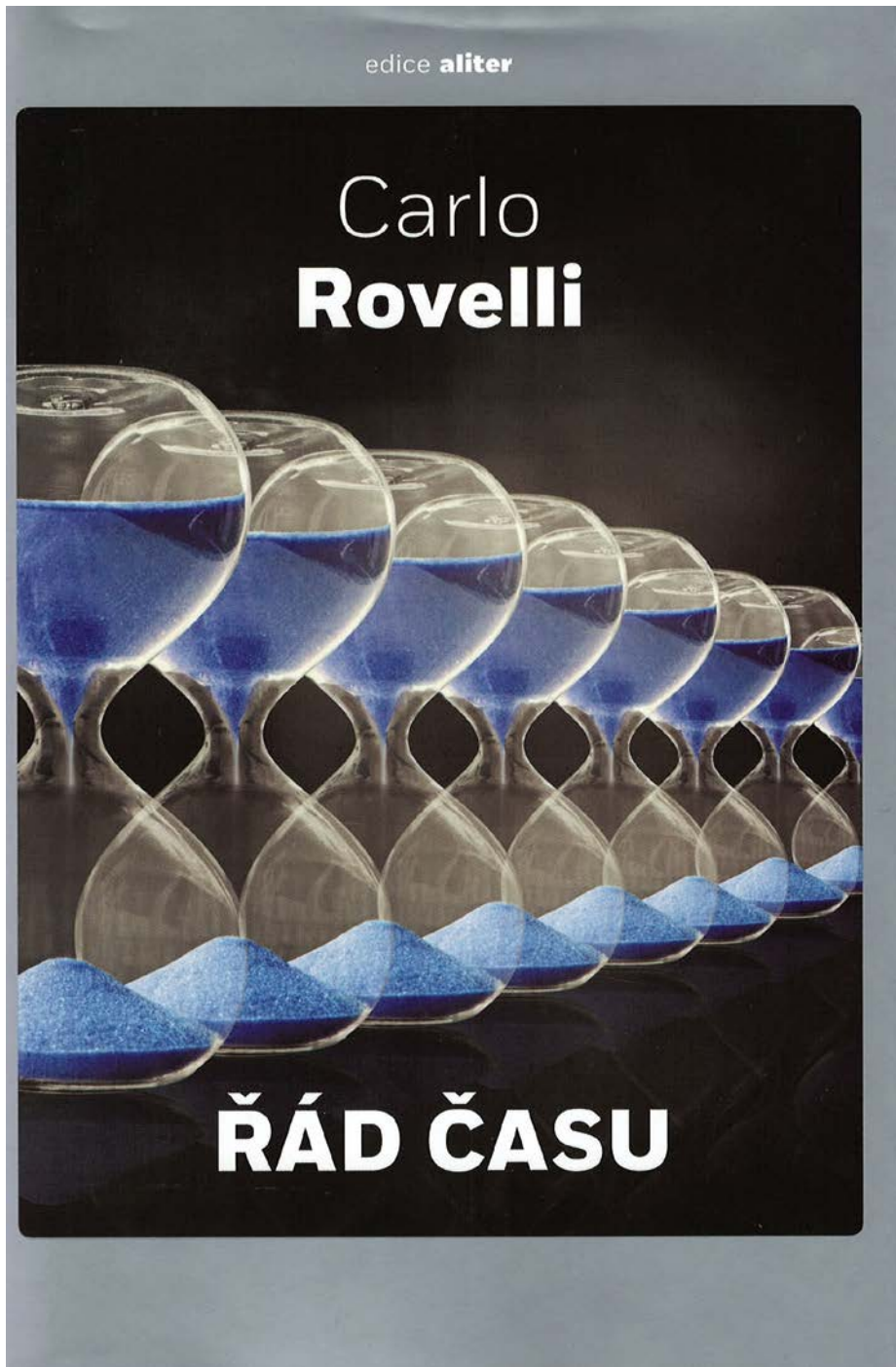
Jsem šťastný, že jsem mohl přímo prožívat okamžik, kdy byly gravitační vlny poprvé zachyceny. Lze to přirovnat k mému dávnému zážitku z přistání lidí na Měsíci. Z hlediska vědeckého a technického je to srovnatelný úspěch lidstva. Problematikou gravitačních vln se zabývám už od své diplomové práce a stavbu detektoru LIGO v Americe a podobného Virgo v Evropě sleduji od jejich samotných počátků sahajících hluboko do 90. let. A moc mě nyní těší, že tento nový obor 'gravitační astronomie', který nám otevřel nové okno do vesmíru, má velice slibnou budoucnost."

Váš zájem o Einsteina a jeho vědecké teorie a předpovědi vyústil až v překvapivou spolupráci. Stal jste se totiž poradcem při přípravě seriálu *Génius*, ve kterém Einsteina ztvárnil Geoffrey Rush. Jaká panovala atmosféra na „place“, byla tam vůle a vstřícnost vůči vašim návrhům?

„To je úplně jiný příběh z poslední doby! Z mého osobního pohledu je stejně neuvěřitelný a fascinující, a přišel hned vzápětí po objevu gravitačních vln. Řízením osudu se stalo, že od srpna 2016 jsem měl možnost účastnit se tvorby desetidílného televizního seriálu *Génius: Einstein* z produkce *National Geographic*, který se točil v Česku. Stal jsem se poradcem pro umělecké ztvárnění Einsteiny fyziky, především vzorců jeho teorie relativity, které se v seriálu objevují na desítkách různých tabulí. Snažil jsem se docílit co největší autenticity, proto jsem čerpal z původních článků a rukopisů. Scénář byl dán, jeho strukturu jsem nemohl a ani nemusel nijak ovlivnit. Byl napsán dobře, evidentně s pomocí odborných poradců. Jenom na několika místech se mi podařilo upozornit na drobnější chyby a nepřesnosti, které byly napraveny.“

Vyskytla se při natáčení situace, kdy bylo třeba uvést nějakou závažnou skutečnost na „pravou míru“? Pokud ano, podařilo se opravu prosadit?

„Ano, problém byl s první verzí scénáře 7. epizody, která naprosto smyšleným způsobem popisovala zrod obecné teorie relativity v lis-



*Řád času je třetí kniha od Carla Rovelliho, kterou Jiří Podolský přeložil. Nyní dokončuje překlad jeho dalšího díla *Helgoland* o historii a smyslu kvantové teorie.*

topadu 1915. V tomto případě jsem ostře protestoval a scénář byl opraven. Příhod z natáčení mám samozřejmě spoustu. Pokusil jsem se je vylíčit v knize *Einstein opět v Praze – fyzika v seriálu Génius*, kterou jsme s kolegy Cejnarem, Danišem a Valentou z MFF UK v roce 2021 vydali v nakladatelství MatfyzPress.“

Kniha přináší poutavé i vtipné příběhy z tvorby tabulí i z natáčení, a je okořeněna pěknými fotografiemi. Co je jejím hlavním cílem?

„Nápad shrnout naše zážitky z natáčení seriálu *Génius* jsme dostali až po pár letech. Nejdříve jsme si mysleli, že o tom napíšeme článek obvyklého rozsahu, kde na několika konkrétních příkladech vylíšíme proces tvorby 'fyzikálních tabulí' a zmíníme pár 'vese-

lých historek z natáčení'. Vše nám ale nakonec poněkud přerostlo přes hlavu: vzniklo šest delších článků a tím neplánovaně i nový formát, který kromě líčení vzniku několika scén seriálu *Génius* specifickým způsobem shrnul život a dílo Alberta Einsteina i dalších vědeckých velikanů počátku 20. století, cosi jako 'vybrané kapitoly z dějin fyziky 20. století'. Jak napsal princetonský profesor historie Michael D. Gordin v prologu knihy, 'příběh, který autoři vyprávějí, představuje vzácného křížence: je to pohled do zákulisí natáčení a současně erudovaná historie vědy.' Mám dojem, že to vystihl. Bylo pak už vcelku logické vydat vše v reprezentativní knižní podobě jako poctu Einsteinovi, hercům i filmařům.“

Pokud byste se s Einsteinem mohl setkat, na co byste se ho zeptal?

„Myslím, že bych ze sebe nedokázal vydat ani hlásku. Ale on by se na mne možná moudře a shovívavě usmál – podobně jako na zřídavou desetiletou Alici v poslední scéně poslední epizody seriálu *Génius*, která se točila na dohled od Viničné ulice, kde skutečný Einstein v letech 1911 – 1912 působil, jenže my už nevíme, kde přesně byla jeho pracovna (vidíte, to by vlastně mohla být jedna z „lokálních“ otázek na něj!) – a já bych pak ze sebe začal chrlit, co všechno úžasného ve vesmíru je, co on ještě nemohl znát, a že celý makrokosmos se opravdu chová v souladu s jeho rovnicemi, které jeho výjimečný duch před více než sto lety našel. To by ho určitě potěšilo, a asi i překvapilo.

Můj případný zásadní dotaz by se nejspíš týkal jeho vztahu ke kvantové fyzice. Přizval bych své kolegy, odborníky na mikrosvět, a popsali bychom mu stávající úspěšný obraz částicové a kvantově-polní fyziky. Pak by se asi rozhořela vášnivá debata o tom, jestli svět je *ve své podstatě* deterministický a popsitelný výhradně klasickými koncepty, jak se Einstein až do konce svého života domníval.“

Dlouhodobě se věnujete popularizaci vědy, vaše přednášky jsou vysoce oceňovány především proto, že i složité vědecké informace umíte vysvětlit tak, aby byly snadno pochopitelné. Vnímáte popularizaci vědy jako důležitou a co podle vás může lidem přinést?

„Popularizaci vědeckého poznání světa pokládám za naprosto zásadní. Je to nedělitelná součást mých aktivit spolu s vědeckým výzkumem, vysokoškolskou výukou a organizační činností na fakultě. Cítím to jako závazek. Nebýt Josipa Kleczka, Jiřího Grygara, Dobroslava Srnce a dalších, nestal bych se profesorem

teoretické fyziky, nepoznal bych zákonitosti fungování světa, neměl bych radost z poznávání vesmíru. Můj profesní i osobní život by vypadal úplně jinak. Jsem jim za to vděčný. A cítím jako vnitřní povinnost, kterou však plním velmi rád, pokračovat v tradici předávání onoho pozitivního ‘poselství’. Něco z mnoha zajímavých věcí, o kterých jsem se dozvěděl, sdělit dalším. Nadchnout někoho svým nadšením.

Proto také překládám kvalitní populárně-naučné knihy (i když s každou z nich po večerech a nocích strávím rok života), už jich je dvacítko. Píšu i pedagogické a popularizační články do českých časopisů i novin (vyšlo jich kolem 40, většinou v *Astropisu*, *Pokročilých matematikách*, *fyziky a astronomie* a v *Československém časopise pro fyziku*), třicet let na MFF UK organizuji *Přednášky z moderní fyziky*, každoroční cyklus určený primárně pro studenty a pedagogy středních škol a veřejnost. Jezdím přednášet na gymnázia i hvězdárny po celé zemi, od roku 1994 se aktivně účastním letních seminářů o filozofických a historických otázkách matematiky a fyziky v Jevíčku a Velkém Meziříčí, kde se setkávají učitelé středních a vysokých škol. ‘Popularizačních’ přednášek jsem měl kolem stovky. Před deseti lety jsem vstoupil i do mediálního prostoru sociálních sítí: na YouTube, většinou na kanále LLionTV, lze najít více než 50 mých přednášek o moderní fyzice i její historii. Ohlas je dobrý, obvykle přednášky shlédne přes deset tisíc zájemců. V tomto ohledu je s 330 000 zhlédnutími nejúspěšnější záznam mé přednášky ‘Gravitační vlny po sto letech potvrzeny!’, kterou 26. února 2016 v Městské knihovně v Praze zorganizoval projekt *Science to Go*.“

Jana Žďárská



Prof. RNDr. Jiří Podolský, CSc., DSc. (1963) se narodil v Mladé Boleslavi, kde v roce 1982 maturoval na gymnáziu. V letech 1982 – 1987 vystudoval teoretickou (tehdy matematickou) fyziku na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy. Během vědecké aspirantury u prof. Jiřího Bičáka, zakončené roku 1993, studoval v letech 1990–1991 i na University of New Mexico v USA. Na MFF UK se habilitoval (2001) a byl jmenován profesorem (2011), za disertační práci *Gravitational Waves in Cosmology* mu byl Akademií věd ČR udělen vědecký titul DSc. (2006).

Působí na Ústavu teoretické fyziky MFF UK, kde se zabývá výzkumem přesných prostoročasů v Einsteinově obecné relativitě a kvadratické gravitaci, především teorií gravitačních vln a modely černých děr v kosmologii. Na toto téma publikoval více než 100 prací v odborných mezinárodních časopisech a s prof. Griffithsem monografii *Exact Space-Times in Einstein's General Relativity* vydanou Cambridge University Press (2009). Absolvoval řadu zahraničních studijních pobytů a participoval na mnoha grantech z oboru relativistické fyziky. Je členem *International Society on General Relativity and Gravitation* (2003), spoluorganizoval její konferenci GR21 v New Yorku (2016) a GR22 ve Valencii (2019), v roce 2022 byl zvolen do *Mezinárodního výboru ISGRG* jako reprezentant střední a východní Evropy. Je členem *IAU*, *JČMF*, *ČFS* a asociovaným členem *LISA Consortium*.

Na MFF UK vede kurzy teoretické mechaniky, matematických metod, obecné relativity, teorie gravitačních vln i historie fyziky. Dlouhodobě se věnuje popularizaci vědy: publikoval přes 50 článků tohoto typu, podobný počet jeho přednášek lze shlédnout na YouTube (kanál LLionTV). Od roku 1992 na MFF UK organizuje každoroční cyklus *Přednášky z moderní fyziky* pro středoškoláky a učitele. Přeložil 19 populárně-naučných knih z teoretické fyziky a astronomie. Působil jako odborný poradce seriálu *Génius: Einstein*, který v Česku natáčel *National Geographic*. S kolegy Cejnarem, Danišem a Valentou o tom vydali knihu *Einstein opět v Praze – fyzika v seriálu Génius* (2021). V roce 2022 získal prestižní Nušlovu cenu za celoživotní přínos v oblasti teoretické fyziky.

Je ženatý, s manželkou Kateřinou vychovávají dcery Markétu a Terezu.



Uprostřed Kip Thorne s manželkou Carolee Winsteinovou, vlevo od nich Jiří Bičák. Po stranách Jiří Podolský a Pavel Krtouš. Snímek byl pořízen po Thornově přednášce 15. května 2019 v Karolinu.