

1/2024
SVAZEK 74

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**®

ESTETICKÉ KRITÉRIÁ • GRAVITAČNÍ ASPEKTY MARSU • NADĚJE KOSMONAUTIKY
• HYBRIDNÍ SCINTILAČNÍ DETEKTOR • FYZIKA VE VYSOKÝCH TLACÍCH •
• CESTA KE VZNIKU FZU (2) • OBLAK CUMULONIMBUS • CALOMEL •



ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU 1/2024

Založen roku 1872 jako
„Časopis pro pěstování matematiky a fysiky“

Vydává Fyzikální ústav Akademie věd
České republiky, v. v. i.

Vychází 6 čísel ročně,
uzávěrka tohoto čísla: únor 2024

Founded in 1872 as „Časopis pro pěstování
matematiky a fysiky“ – “The Journal for
Cultivation of Mathematics and Physics”
Published bimonthly in Czech and Slovak
by Institute of Physics,
of the Czech Academy of Sciences

Vedoucí redaktor – Editor-in-Chief:
Jan Valenta

Výkonná redaktorka:
Jana Žďárská

Redakční kruh – Editorial Board:
Jaroslav Bielčík, Ivo Čáp, Stanislav Daniš,
Miroslav Dočkal, Ivan Gregora, Libor Juha,
Petr Kácovský, Eva Klimešová, Ivana
Kolmašová, Jan Kříž, Martin Ledinský,
Jana Musilová, Karel Výborný,
Ivan Zahradník, Peter Zamarovský

Sekretariát redakce:
Ondra M. Šípek
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
tel.: +420 266 052 152
e-mail: cscasfyz@fzu.cz

Propagace, inzertní oddělení:
Jana Žďárská
e-mail: zdarskaj@fzu.cz

Jazyková úprava:
Stanislava Burešová, Naďa Mrkvýková

Vedoucí výroby a grafik:
© Jiří Kolář

Tisk: Grafotechna plus, s. r. o.

Cena jednoho výtisku je 95 Kč.
Objednávky a prodej jednotlivých čísel
v ČR vyřizuje redakce.

Na Slovensku časopis rozšiřuje
Jednota slovenských matematikov a fyzikov,
pobočka v Žiline, Ul. 1. mája 32, 010 01 Žilina,
e-mail: ivo.cap@fel.uniza.sk

Distribution rights in foreign countries:
Kubon & Sagner, PO Box 240108,
D-8000 München 34

Časopis je zařazen na Seznam recenzovaných
neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR.

Registrace: MK ČR E 3103, ISSN 0009-0700
(Print), ISSN 1804-8536 (Online).
Copyright © 2024 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

Web: <https://ccf.fzu.cz>
Facebook: @ccf.fzu.cz
Twitter: @proFyziku



Úvodník

Historické ohlédnutí při příležitosti 70 let FZU AV ČR: Bačkovského myšlenky o budování vědeckých ústavů



Historie utváření Fyzikálního ústavu, největšího ústavu AV ČR, je poměrně košatá. Ústav vyrostl z více kořenů, které se různě větvaly a spojovaly, takže určení data vzniku není jednoznačné. Současné výročí se vztahuje k okamžiku, kdy vznikl v rámci ČSAV subjekt nazvaný *Fyzikální ústav*, což se stalo 1. ledna 1954 – o rok později, než začala fungovat ČSAV. Pokud bychom však sledovali personální a tematické kořeny výzkumu FZU, mohli bychom datum vzniku položit téměř o 20 let dříve, kdy 1. 11. 1934 zahájil činnost *Fyzikální výzkum Škodových závodů* (FV ŠZ) jako malá laboratoř přidružená ke *Spektroskopickému ústavu University Karlovy*, vedenému prof. Dolejškem.¹ Právě on svým jedinečným přístupem ke studentům vybudoval moderní fyzikální školu, která vychovala poválečnou generaci vedoucích vědeckých pracovníků, jako byli J. Bačkovský, A. Kochanovská, M. Rozsival, J. Brož, A. Svoboda aj. Naopak, kdybychom hledali okamžik, kdy vznikl subjekt zahrnující většinu dnešního rozsahu FZU, pak by to byl rok 1979. Tehdy byl vytvořen tzv. velký Fyzikální ústav spojením starého FÚ s *Ústavem fyziky pevných látek* (ústav přímo vyrostlý z FV ŠZ díky Dr. Bačkovskému). Neurčitost data zrodu FZU je tedy asi 45 let.

Hlavním cílem tohoto úvodníku však je zamyšlení nad budováním vědeckých ústavů. Po 2. světové válce vznikaly ústavy téměř z ničeho, protože za první republiky se mohlo v rámci své profese zabývat fyzikálním výzkumem v ČSR jen pár desítek lidí, kteří působili při fyzikálních ústavech univerzit, technik a báňské akademie – povinnost to však nebyla a mnozí pracovníci byli zcela vytížení výukou nebo prostě na výzkum rezignovali. Výjimku tvořil právě FV ŠZ, který navíc mohl fungovat i po dobu války, na rozdíl od ústavů uzavřených českých vysokých škol.

Již brzy po válce se rozvinuly aktivity směřující ke vzniku neuniverzitních badatelských ústavů – prvním měl být ústav pro nukleární fyziku, který chystala Čs. akademie věd a umění, a to velmi rozumným způsobem – vysláním několika čerstvě vystudovaných fyziků na nejlepší evropská pracoviště a nákupem urychlovače. Vznik Akademie ovšem nejvíce ovlivnila „těžká váha“ poválečného školství a kultury Zdeněk Nejedlý, který prosazoval vznik Akademie věd podle sovětského vzoru. K tomu pak skutečně došlo po únorovém převratu 1948, kdy nejprve vzniklo sedm ústředních výzkumných ústavů² a následně od počátku roku 1953 první ústavy, laboratoře a kabinety ČSAV.

Byla to však doba chudá, kdy bylo především třeba postavit na nohy poválečné hospodářství. Komunistické experimenty prosperitě příliš nepomohly, přidělový systém přetrvával mnoho let, a tak není divu, že na investice do výzkumu nezbývalo dost prostředků. Jak za takové situace postupovat? Nad tím dlouhá léta přemýšlel Dr. Bačkovský a ve svém článku „Zásady budování vědeckých ústavů“ v časopise *Tvorba*³ předestřel své ideje. Důraz kladl především na „kádrovou politiku“. Jeho hlavní tezí bylo, že dobře fungující ústav – vyznačující se „kolektivním“ způsobem práce, tedy pružnou a efektivní spoluprací na konkrétních úkolech – může vyrůst jen z „krystalizačních center“. Tím myslel dobře fungující skupiny z již existujících pracovišť, které měly být vyhledány. Pokud by v jistém oboru takový zárodek neexistoval, měli se nejprve vyškolit odborníci v zahraničí a pak z nich sestavit „krystalizační“ jádro. Bačkovský důrazně varoval před „velkorysým“ zakládáním ústavů co do velikosti a rychlosti – po několika desítkách let označil jako příklad takového postupu vznik *Ústavu jaderné fyziky* roku 1955, který prý zbytečně promrhal spoustu prostředků a postup výzkumu byl pomalejší, než mohl být.

Je zřejmé, že Bačkovského teorie byla poněkud zjednodušená a šitá na míru „jeho“ ústavům. Na druhou stranu byl jím podle těchto zásad vedený Ústav technické fyziky v kontextu jiných ústavů ČSAV velmi úspěšný – např. se podařilo vyvinout prototypy polovodičových součástek jen s malým zpožděním za USA a zavést rychle jejich výrobu.

Nedávno jsme u nás prožili období extenzivního budování nových ústavů díky přílivu obrovských prostředků z evropských fondů. Při nezájmovaném pohledu zvnějšku se mi zdá, že to občas probíhalo ve stylu „velkorysé“ metody, před níž varoval Bačkovský. Nebyl čas vyhledávat „krystalizační centra“, za peníze se přece dalo nakoupit všechno – i pracovníci. Hlavně se muselo rychle „čerpat“. Snad se mýlím a je jiná doba, ale mám pocit, že při srovnatelných investicích do již dobře fungujících oddělení v existujících ústavech by mohly být výsledky mnohem lepší a problémy, na které se zadělalo, snadněji řešitelné. Snad bude hospodaření s prostředky výzkumu v budoucnu už efektivnější.

Přeji celé české vědě úspěšný rok 2024.

Jan Valenta

1 J. Valenta: Čs. čas. fyz. **73**, 466–477 (2023).

2 J. Valenta: Čs. čas. fyz. **74**, 42–57 (2024).

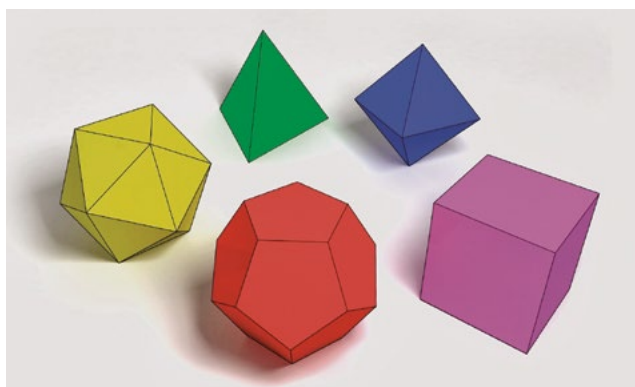
3 J. Bačkovský: Zásady budování vědeckých ústavů. *Tvorba* **5** (22), 517–518 (1949).

Obsah

OTÁZKY A NÁZORY

Estetické kritéria v částicové fyzice 4

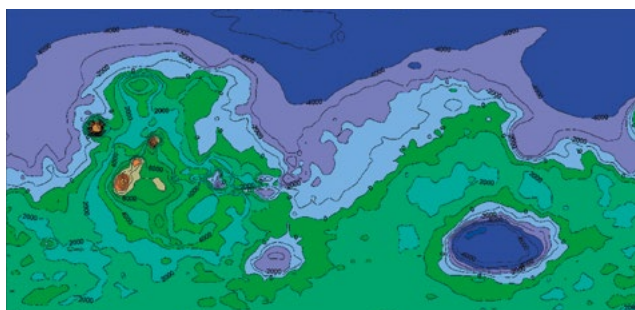
Ivan Melo



AKTUALITY

Mars: gravitační aspekty, uhlovodíky a život 7

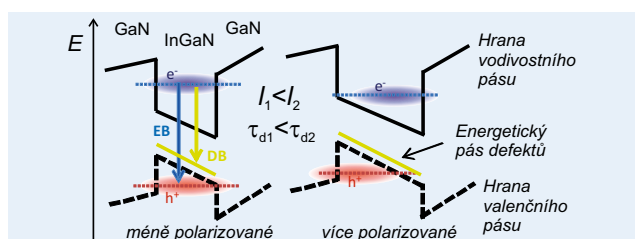
Jaroslav Klokočník, Václav Cílek,
Jan Kostecký, Aleš Bezděk



AKTUALITY

Hybridní scintilační detektor, založený na vícenásobných kvantových jámách InGaN/GaN, připravených metodou MOVPE s vrstvami scintilátoru BGO 13

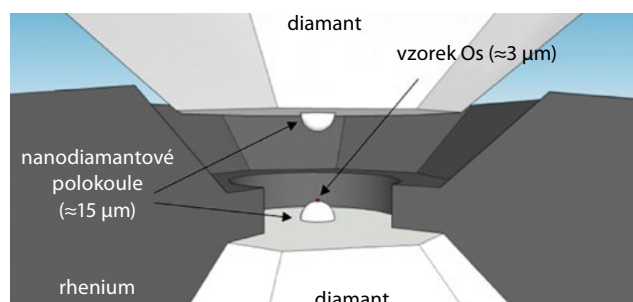
Tomáš Vaněk, Alice Hospodková,
Karel Blažek, Eduard Hulcius



FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Fyzika ve vysokých tlacích: od fundamentálních principů po reálné aplikace 19

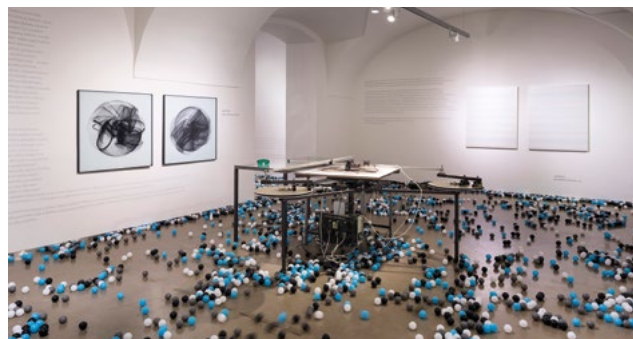
Petr Král



VĚDA A UMĚNÍ

Galerie Kvalitář – věda, umění a prostor mezi ním 27

Jana Žďárská



HISTORIE FYZIKY

O čem psal Čs. čas. fyz. před 50+ lety v roce 1973 30

vybral Jan Valenta



HISTORIE FYZIKY

Cesta ke vzniku Fyzikálního ústavu Akademie věd 42

Díl II. Poválečná přeměna Fyzikálního výzkumu
Škodových závodů v Ústřední ústav fyzikální
aneb ze Smíchova do Cukrovarnické pod vedením
Dr. Bačkovského

Jan Valenta



ZPRÁVY

Jak přiblížit aktuální fyzikální výzkum školám? 58

Julie Nekola Nováková

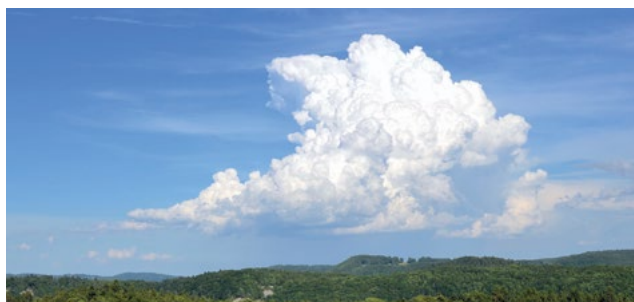


ZPRÁVY

Cumulonimbus – oblak známý i neznámý 60

Díl první: oblak

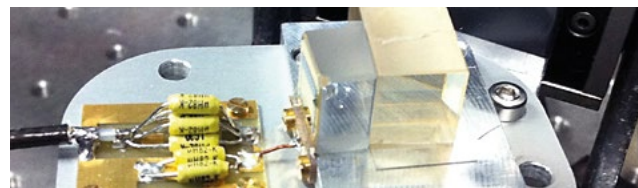
Petr Zacharov, Jana Žďárská



ZPRÁVY

Calomel – krystalová polarizační optika a akustooptika 63

Jana Žďárská



Prémie Lumina quaeruntur pro výzkum vysokoenergetického záření 67

Jana Žďárská

ROZHOVOR

Nadějí kosmonautiky jsou dnešní děti Rozhovor s Milanem Halouskem, zakladatelem vzdělávacího spolku KOSMOS-NEWS 70

Milan Halousek, Jana Žďárská



LIDÉ A FYZIKA

Nejžhavější sen pod Sluncem 79

Vzpomínka na profesora Jana Mlynáře

Jana Žďárská



$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} \\ & + i \bar{\psi} \not{D} \psi + h.c. \\ & + \chi_i y_{ij} \chi_j \phi + h.c. \\ & + |D_\mu \phi|^2 - V(\phi) \end{aligned}$$

Štyri riadky, ktoré opisujú všetko, čo vieme o elektromagnetických, slabých a silných interakciách.

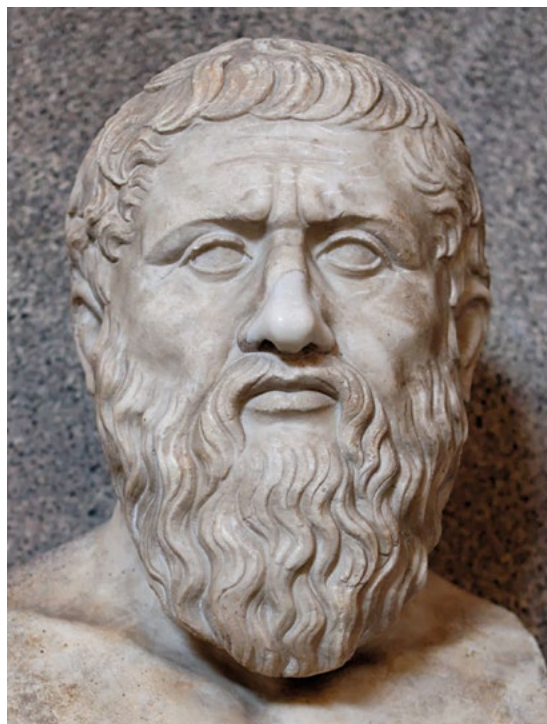
Estetické kritériá v časticovej fyzike

Ivan Melo

Katedra fyziky, FEIT, Žilinská univerzita, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovensko; ivan.melo@feit.uniza.sk

Úvod

Úlohou fyziky je hľadať pravdu, typicky vyjadrenú v prírodných zákonoch. Pri tomto hľadaní sme objavili mnoho fascinujúcich javov a vlastností prírody, ktoré občas vyústili do radikálnej zmeny našej paradigmy a spôsobu, akým vnímame náš vesmír. Fyzika prináša filozofické poznatky a niektoré, možno prekvapivo, siahajú od samotnej pravdy ku kráse. Mnohí fyzici pripúšťajú, že estetické argumenty im slúžia ako motivácia, iní idú ešte ďalej, pričom naznačujú, že estetické kritériá môžu byť použité ako epistemický nástroj na získavanie vedomostí, t.j. ako ukazovateľ pravdy. V tomto príspevku uvažujeme o rastúcej úlohe symetrie a jednoty (zjednotenia) v časticovej fyzike a ukazujeme, že predstavujú idealistickú a klasickú koncepciu krásy, obe spojené so starovekým filozofom Platónom a uznávané modernou filozofiou. Fyzikálne zákony sa v tomto zmysle javia čoraz elegantnejšie a podporujú tvrdenie „Pulchritudo splendor Veritatis“ (krása je nádherou pravdy), čo je posolstvo relevantné pre publikum v oblasti fyziky častíc aj mimo nej.



Herm predstavujúci Platóna. Mramor, rímska kópia podľa gréckeho originálu z poslednej štvrtiny 4. storočia.

Krása a základné fyzikálne zákony

Počas histórie mnohí poprední fyzici uvažovali o úlohe krásy vo vede [1]. Poincaré tvrdil, že vedec študuje prírodu, pretože sa mu páči, a páči sa mu, pretože je krásna. Heisenberg zašiel ešte o niečo ďalej a krásu vnímal ako sprievodcu, ktorý vedie k pravde. Gell-Mann dodal, že elegantná teória má väčšiu pravdepodobnosť, že bude správna ako nepekná teória. Najsilnejší postoj zaujali Weyl a Dirac, ktorí uprednostňovali krásu pred pravdou. Weyl povedal: „Vo svojej práci som sa vždy snažil spájať pravdivé s krásnym, ale keď som si musel vybrať jedno alebo druhé, zvyčajne som si vybral to krásne“ [2]. Spomedzi súčasných fyzikov Frank Wilczek napísal, že v srdci sveta sme našli krásu a ona nás povedie ďalej [1]. Steven Weinberg si myslí, že teórie výnimočnej elegancie a matematickej krásy sú len zriedka úplne nesprávne. Tento krátky zoznam, ktorý mohol byť oveľa dlhší, uzatvárame ešte jedným menom. Arkani-Hamed vyjadril názor, že fyzikálne zákony sú takmer dokonalé, pretože je ťažké čo i len trochu ich zmeniť bez toho, aby sa celá stavba nerozpadla. Zdá sa, že sú v tomto zmysle nevyhnutné a nevyhnutnosť je pre neho synonymom krásy [1].

Čo sa týka širšej komunity vedcov, nedávna štúdia zistila, že 75 % fyzikov a biológov sa vo svojom výskume stretáva s krásou, motivuje ich to v kariére a väčšina vedcov verí, že krása je kľúčom ku komunikácii medzi vedou a spoločnosťou [3].

Vzhľadom na takýto vplyv nie je možno prekvapujúce, že estetické argumenty sa používajú vo fundamentálnej fyzike pri hodnotení rôznych teórií, ktoré sa javia v súlade s experimentami, a dokonca aj pri budovaní týchto teórií. Moderní fyzici navrhli rôzne estetické kritériá na hodnotenie teórií [1]. Weinberg uvádza jednoduchosť, nevyhnutnosť, symetriu a rigiditu v zmysle odolnosti voči zmenám, Thuan súlad s celkom, jednoduchosť a nevyhnutnosť, Chandrasekhar podivnosť (výnimočnosť, ktorá vzbudzuje údiv a prekvapenie) a súlad častí navzájom a s celkom. Wilczek navrhol produktivitu a symetriu, Poincaré jednoduchosť a jednotu (zjednotenie) a napokon Zee navrhuje jediné kritérium, symetriu. Podľa môjho názoru medzi nimi vynikajú dve: symetria a jednota (produktivita je v podstate tiež jednota [1]). Obe sa stali piliermi fyzikálnych teórií.

Symetria je formálne definovaná v teórii grúp, čo umožňuje túto formu krásy podrobiť prísnemu matematickému štúdiu. Emma Noetherová odkryla hlboký súvis medzi symetriami a zákonmi zachovania, objav, kto-

Mars: gravitační aspekty, uhlovodíky a život

Jaroslav Klokočník¹, Václav Cílek², Jan Kostelecký^{3, 4}, Aleš Bezděk¹

¹ Astronomický ústav AV ČR, Fričova 298, 251 65 Ondřejov; bezdek@asu.cas.cz; jklokochn@asu.cas.cz

² Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 269, 165 00 Praha 6; cilek@gli.cas.cz

³ Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, Ústecká 98, 250 66 Zdiby; kost@fsv.cvut.cz

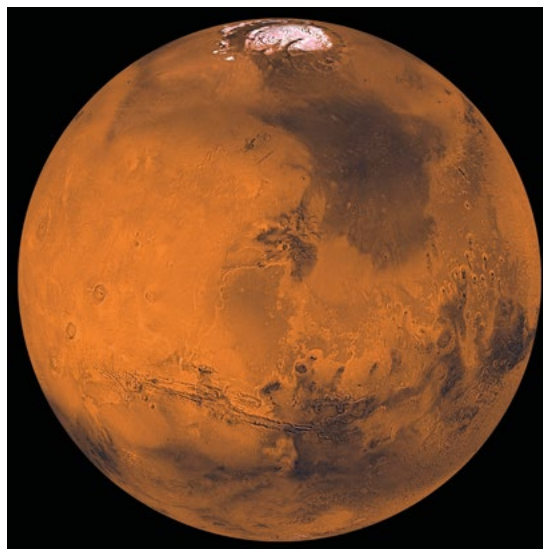
⁴ Hornicko-geologická fakulta, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 708 33 Ostrava; kost@fsv.cvut.cz

Po rozmanitých aplikacích gravitačních aspektů na nejrůznější struktury na Zemi i na Měsíci přicházíme s podobnou analýzou pro Mars. Velmi neobvyklý je test možného výskytu uhlovodíků pomocí parametrů globálního gravitačního pole – takový postup má pro Mars světovou premiéru.

Gravitační pole kosmického tělesa charakterizuje rozvoj poruchového gravitačního potenciálu v řadu kulových funkcí s harmonickými geopotenciálními koeficienty (Stokesovými parametry). Soubor těchto koeficientů se říká modely gravitačního pole. Kombinací a vylepšováním pozemských a družicových měření v případě Země a s větším počtem umělých družic Měsíce a Marsu na nízkých drahách dlouhodobě měřících se dopracováváme k větším přesnostem, přesnosti a spolehlivosti těchto modelů. Současný stav rozlišovací schopnosti modelů gravitačního pole je 10 km pro Zemi a Měsíc a 130 km pro Mars. To už umožňuje rozmanité globální a regionální (nikoli lokální) studie s geologickým, geofyzikálním, ale i archeologickým dosahem. (U Venuše a Merkuru je rozlišení jejich gravitačního pole pro podobné analýzy zatím nedostatečné.)

Anomálie gravitačního pole jsou vyvolány hustotními anomáliemi v tělese. Tradiční postup jejich studia pomocí gravimetrů (měřících tíhové anomálie) nestačí k jejich kompletnímu popisu, ale běžně se používá jako jeden datový vstup pro hledání ložisek ekonomických minerálů, podzemní vody, ropy, plynů aj. Pracujeme proto s více funkcemi poruchového gravitačního potenciálu než jen s tíhovou anomálií. To jsou *gravitační aspekty* (deskriptory, deriváty). Definovali jsme je již vícekrát [1, 2] a vysvětlili jejich fyzikální význam a použití i v tomto časopise [3, 4]. Zde je jen pro opakování vyjmenujeme.

Kromě gravitační anomálie (poruchy) používáme Marussiho tenzor (matici druhých derivací poruchového gravitačního potenciálu) a zejména jeho radiální složku, gravitační invarianty a jejich specifický poměr. Zvláštní význam pak mají tzv. virtuální deformace nebo *strike angles* (úhly napětí). Dvě poslední veličiny velmi dobře charakterizují, zda v daném místě dochází ke kompresi/kontrakci nebo dilataci struktur, resp. zda jsou zde přítomny význačné směry, které by svědčily pro nějaké systematické silové působení. Geofyzika všechny jmenované veličiny až na virtuální deformace



Fotografie planety Mars ve skutečných barvách, pořízená přístrojem OSIRIS, neseným sondou Evropské kosmické agentury (ESA) Rosetta v únoru roku 2007 během průletu kolem planety. Zdroj: Wikipedia

již znala, ale jejich systematické a hromadné použití s tím, že vstupními daty budou Stokesovy parametry gravitačního pole, je nové [1].

Gravitační aspekty vypadají ve vybraných geologických útvarech specificky, jsou pro ně charakteristické, ale vzhledem k povaze inverzní úlohy (lze určit parametry globálního gravitačního pole z rozmanitých družicových a dalších měření, ale nelze určit přímo hustotu pod povrchem tělesa) nejsou a nemohou být jednoznačnými vodítky pro hledání čehokoli zodpovědného za hustotní anomálie.

Na Zemi jsme s gravitačními aspekty získali značné zkušenosti. Objev korelace mezi nalezišti uhlovodíků a jednostranným nasměrováním úhlů napětí [5] nás inspiroval k testování nečekaných aplikací, někdy zdánlivě absurdních. Ukazuje se, že soubor gravitačních aspektů je v porovnání se samotnou tíhovou ano-

Hybridní scintilační detektor, založený na vícenásobných kvantových jámách InGaN/GaN, připravených metodou MOVPE s vrstvami scintilátoru BGO

Tomáš Vaněk^{1,2,3}, Alice Hospodková¹, Karel Blažek³, Eduard Hulicius¹

¹ Fyzikální ústav AV ČR, Cukrovarnická 10, Praha 6; vanekt@fzu.cz, hospodkova@fzu.cz, hulicius@fzu.cz

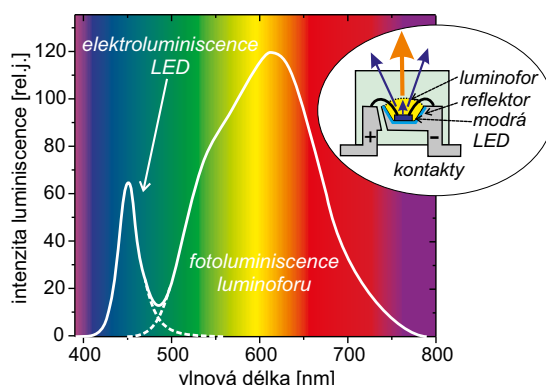
² Katedra chemie, Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická, Technická univerzita Liberec, Studentská 5, Liberec

³ CRYTUR, spol. s r. o., Na lukách 2283, Turnov

Úvod

Scintilátor je materiál, který převádí vysokoenergetické ionizující záření na světlo, obvykle z viditelné části spektra. Světlo je pak přenášeno nějakým optickým prostředím do fotodetektoru, kde je přeměněno na elektrický signál. Primárním zářením může být rentgenové záření, gama záření, částice alfa a beta (elektrony) nebo protony [1].

Metodou MOVPE¹ byly připraveny a studovány struktury scintilátorů tvořené vícenásobnými polo-
vodičovými kvantovými jámami (*Multiple Quantum Wells* – MQW) InGaN/GaN. Tento typ scintilátoru může být velmi vhodný pro různé lékařské účely. Efektivní detekce vysokoenergetického ionizujícího záření, např. gama fotonů o energii 511 keV, které vznikají při anihilaci pozitronů (PET diagnostika), vyžaduje dostatečně tlustou aktivní vrstvu scintilátoru, aby se v ní toto záření zachytilo. Na druhou stranu by měla být maximální vzdálenost mezi dvěma sousedními QW menší než difuzní délka excitonu GaN. To však znamená, že by struktury MQW musely obsahovat velmi velké množství kvantových jam (vrstev), což je technologicky neproveditelné kvůli deformaci vrstev pnutí, prorůstajícím dislokacím a dalším defektům. Proto navrhneme alternativní řešení – hybridní sendvičový InGaN/GaN MQW + BGO ($\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$) detektor [2]. Skládá se z dvanácti InGaN/GaN vrstev (čtyři



Obr. 2 Nejvíce užívaný princip získání „bílé“ LED je založen na modré LED, jejíž modrá elektroluminiscence prochází luminoforem, excituje jej a vytváří fotoluminiscenci. Při dobrém vyvážení spektra a intenzity elektro- a fotoluminiscence vzniká dojem bílého světla.

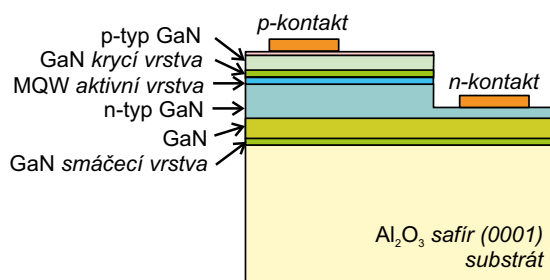
scintilátory zapojené do série) a je obklopen dvěma scintilátory BGO o tloušťce 350 μm .

Historie monokrystalů a heterostruktur na bázi GaN ve spojení s InGaN a AlGaIn

Historie přípravy a studia nitridu galia (GaN) je poměrně dlouhá, jak ukazuje několik vybraných odkazů [3–7]. Tento materiál byl před šedesáti lety studován i v Československu (Josef Pastrňák a kol. ve Fyzikálním ústavu ČSAV [4]). Technologické problémy však způsobily, že skutečné aplikace – modré LED – byly realizovány až na konci dvacátého století, viz odkazy [8–10]. Nobelovu cenu za fyziku za rok 2014 obdrželi Isamu Akasaki, Hiroši Amano a Šúdži Nakamura za vývoj účinných diod vyzařujících modré světlo (viz obr. 1 a 2), které umožnily komerční výrobu energeticky úsporných zdrojů bílého světla.

Na rozdíl od LED a diodových laserů (LD) je využití heterostrukturních materiálů na bázi AlGaIn/GaN ve výkonových součástkách teprve na počátku velkého aplikačního boomu – viz obr. 3. Výzkumné úsilí v této oblasti je shrnuto v přehledových publikacích [11–13].

¹ MOVPE – Metal-Organic Vapour-Phase Epitaxy.



Obr. 1 Struktura modré LED na bázi GaN.

Fyzika ve vysokých tlacích: od fundamentálních principů po reálné aplikace

Petr Král

Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, katedra fyziky kondenzovaných látek (KFKL), Ke Karlovu 5, 121 16 Praha 2; petr.kral@matfyz.cuni.cz

Tlak hraje důležitou roli v mnoha odvětvích lidského konání. Jeho význam zdaleka není omezen pouze na fyziku – využití vysokého tlaku má přesah i do oblasti chemie, lékařství nebo potravinářství. V rámci této přehledové studie jsou představeny některé fundamentální důsledky působení vysokého tlaku, ovšem důraz je kladen zejména na jeho aplikační potenciál s ohledem na aktuality ze světa vědy. Diskutovány jsou rovněž účinky tlaku na lidský organismus, význam tlaku v lékařství nebo v potravinářském průmyslu.

Fyzika vysokých tlaků v kontextu středoškolské výuky

Tlak představuje důležitou fyzikální veličinu, se kterou se v užší či širší míře setkávají žáci po celou dobu středoškolského studia. Nejedná se přitom pouze o výuku fyziky – problematika tlaku hraje zásadní roli například širokým spektrem mnoha dalších oblastí lidského zájmu. Tlak je významným parametrem s dopadem na průběh chemických reakcí, utváří a formuje geologické objekty, stojí za rozmanitými meteorologickými jevy, ovlivňuje fungování lidského těla. Není proto překvapením, že i rozsah tlaků, kterých se výuka dotýká, je značný. Od mezihvězdného prostoru s extrémně nízkým tlakem ($\sim 10^{-17}$ Pa), kterého není možné dosáhnout ani pomocí nejvýkonnějších vývěv, až po obrovské tlaky v nitrech hvězd (tlak uvnitř Slunce dosahuje $\sim 10^{16}$ Pa), zaujímá cca 34 řádů, z nichž přibližně 20 (10^{-8} – 10^{12} Pa) je díky nejmodernějším technologickým postupům (vysoce výkonné iontové pumpy, speciální diamantové tlakové cely) dosažitelných v laboratorních podmínkách.

Základní definice tlaku p je založena na normalizaci působící síly F vůči ploše S vystavené jejímu účinku:

$$p = \frac{F}{S} \quad (1)$$

Zavedení tlaku tak umožňuje kvantifikovat silové účinky při deformacích těles, studovat pnutí v materiálech apod. Reakci materiálu na působící tlak je možné charakterizovat pomocí tzv. stlačitelnosti odpovídající relativní objemové změně při aplikaci tlaku:

$$\kappa = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta p} \quad (2)$$

V případě malých pružných deformací je podle Hookova zákona napětí v materiálu (σ) přímo úměrné



Diamantová tlaková cela Diacell Diasqueeze FTIR pro spektroskopická měření. Zdroj: <https://diamondanvils.com>

relativnímu prodloužení (ϵ), konstantou úměrnosti je tzv. Youngův modul pružnosti v tahu E :

$$\sigma = E\epsilon \quad (3)$$

Neméně důležitou je diskuse tlaku v kontextu mechaniky kapalin a plynů. Tíha kapaliny samotné má za následek tzv. hydrostatický tlak p_h , jehož velikost závisí na hustotě kapaliny ρ a narůstá s hloubkou h :

$$p_h = \rho g h \quad (4)$$

Působí-li na kapalinu navíc vnější tlaková síla, dochází díky platnosti Pascalova zákona ke konstantnímu navýšení celkového tlaku v kapalině. Toho je využíváno například v hydraulických zařízeních, jejichž princip je založen na navýšení (malé) působící tlakové síly v poměru ploch pístů, jimiž je zařízení tvořeno. Tlak se uplatňuje také při proudění tekutin, které se

<https://ccf.fzu.cz>

Fyzikální vzdělávání
Moderní témata srozumitelně

Galerie Kvalitář – věda, umění a prostor mezi ním

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

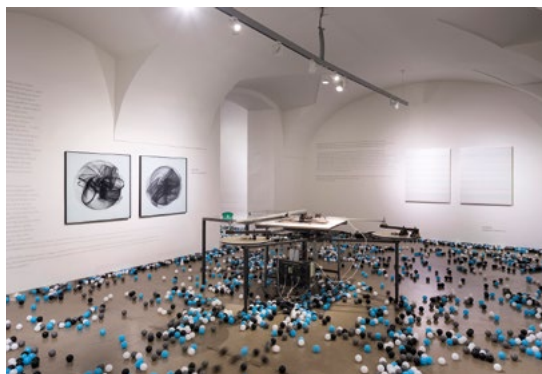
Galerie Kvalitář představuje umění nikoli jako elitní podívanou vytrženou z kontaktu s realitou, ale jako zcela konkrétní součást denního života a přirozený prvek jakéhokoli obytného, pracovního či reprezentačního prostoru. Hlavním cílem galerie Kvalitář je vzájemné propojení a prolínání umění s vědou, kdy stěžejním tématem této mezioborové syntézy je především vesmír.

Galerii Kvalitář naleznete zhruba uprostřed Seno-vážného náměstí, které spolu se sousední Jindřišskou věží patří k nejstarším veřejným prostorům města. Když zapátráme v historii, zjistíme, že na Senném trhu (či Senném náměstí) se prodával obrok, oves a seno už za vlády Karla IV. Součástí tržiště byla i váha, díky níž získalo náměstí svoje jméno. Mě osobně zajímá i zdejší trojúhelníkové křížení tramvajových tratí, kde se prý mohou tramvaje při nesprávném nájezdu i nepříjemně vzájemně zablokovat.

Galerie Kvalitář má v českém uměleckém prostředí dozajista své specifické místo. A zaujme i svým neobvyklým názvem. „Název Kvalitář právě odkazuje k naší architektonické historii, původní profese kvalitáře spočívá zejména v kontrole kvality použitých materiálů a technologických postupů při stavbě budovy. Důležitá role materiálového aspektu ve strategii naší galerie hrála vždy velice podstatnou roli, protože kromě duchovních



Obr. 1 Kurátorské směřování Jana Dotřela sleduje zejména vzájemné propojení umění a vědy.



Obr. 2 Stěžejním tématem této mezioborové syntézy je primárně téma vesmíru. Tato výstavní koncepce vyústila v souborném projektu Jana Dotřela SPACE/ art, design, architecture and science (2019).

hodnot velmi dbáme na skladbu umělců, kdy každý dominuje ve svém řemesle a ctí jeho tradici,“ objasňuje název galerie její šéfkurátor Jan Dotřel.

Galerie Kvalitář po dobu více jak dvanácti let představuje na pozadí stejnojmenného architektonického studia to nejlepší z výtvarného umění a designu u nás. Jedná se o inspirativní prostor pro prezentaci výrazných talentů domácí scény napříč kategoriemi generací i stylů. Nabízí výběr toho nejlepšího z ateliérů etablovaných umělců i vysokých uměleckých škol. „Galerii Kvalitář založili dva architekti Jiří Kučera a Marek Habr, kteří chtěli vytvořit místo pro setkávání výtvarného umění s art designem. Za více než dvanáctileté fungování jsme si vytvořili specifický kurátorský jazyk, který z naší galerie tvoří prestižní subjekt prezentující renomované české i zahraniční umělce,“ vysvětluje Jan Dotřel.

Výstavní činnost galerie dlouhodobě představuje nejen české, ale také zahraniční autory. Mnohými výstavními počiny se prolíná i atraktivní propojení umění s přírodními vědami. „Syntéza umění s přírodními vědami je má vlastní kurátorská i umělecká invence, neboť právě toto téma mne nesmírně přitahuje. Jsem pozorným studentem zejména astronomie, astrofyziky, astrobiologie a geologie a snažím se tyto přírodní vědy implementovat do umění, které je sice založeno na roz-

O čem psal Čs. čas. fyz. před 50+ lety v roce 1973

vybral Jan Valenta

Pokračujeme v tradici uvedení několika ukázek ze žlutého časopisu, které vyšly před půlstoletím. Vybíráme především ty, které jsou zábavné, inspirativní a zajímavé v porovnání s dneškem. Některé ukázky také připomenou významné osobnosti československé fyziky.

Čs. čas. fyz. A 23, 170–173 (1973)
/ Otázky a názory

Minulost a budoucnost fyziky¹

(Interview s prof. A. B. Pippardem²)

Vzhledem k významu základních prací prof. Pipparda považujeme pro československé fyziky za zajímavé uveřejnit jeho originální názory vyslovené v tomto interview, ačkoli se v některých aspektech značně liší od celosvětově vžitě organisace základního výzkumu.

Redakce

Profesor Brian Pippard nastoupil nedávno na cavendishskou katedru – pravděpodobně nejslavnější profesuru vůbec. Jeho inaugurační přednáška *Smíření fyziky s realitou* byla právě uveřejněna v nakladatelství Cambridge University Press. V tomto interview hovoří s Robertem Walgalem o plánování výzkumu, o tom, čím by měl výzkum být (a jak občas klopýtne a nedosáhne svého cíle); o minulosti a budoucnosti fyziky (předpokládá její úpadek), o hranicích vědeckého poznání, o velkém nebezpečí, kterému musí čelit university – a také o sobě samém.

■ *V kterých oblastech fyziky by se podle Vašeho mínění měla soustředit práce takové laboratoře, jako je Vaše?*

B. PIPPARD: To není otázka, na kterou bych chtěl odpovídat! Vy předpokládáte, že něco jako plánování existuje, že si můžeme vybírat z celé fyziky oblasti, na něž bychom se měli soustředit. Já bych to tak nechtěl dělat; výzkum považuji za něco, co děláme, proto-

že nás nápady pohánějí. V čisté vědě je velmi nebezpečné označovat jeden obor za podstatně důležitější než druhý. Důvodem, proč se věnujeme výzkumu, je naše nenasytná zvědavost. Uspokojování zvědavosti, které udržuje pracovníka intelektuálně čilého, z něho dělá dobrého učitele a dobrého občana.

■ *Vy se však domníváte, že např. fyzika vysokých energií odčerpává nepřiměřeně mnoho rozpočtových peněz.*

B. PIPPARD: Skutečně, existují politické tlaky, které požadují, aby se pracovalo ve fyzice vysokých energií, i kdyby byla nerentabilní intelektuálně, morálně, duševně i ekonomicky; tyto vlivy neexistují v jiných oblastech fyziky, aspoň ne v takovém měřítku. Dokud je však rozpočet pro elementární částice oddělen, nikdo si nemusí příliš naříkat. Ovšem s tou výjimkou, že dostatek peněz může přitahovat příliš mnoho bystrých lidí do tohoto oboru, který se tak stává méně produktivním. Jistě jste si všiml, že nejsem velkým nadšencem pro fyziku elementárních částic. Ne proto, že to není můj obor; ale nevidím, že by práce přinášela velkou radost lidem, kteří v tomto oboru pracují – to samo se mi zdá jako velmi vážná kritika jejich činnosti. Vy ale máte vlastní zkušenosti; myslíte si, že se mýlím?

■ *Jistě máte pravdu ve většině případů, ale několika lidem, jak se zdá, přináší právě tato činnost velkou dávku uspokojení.*

B. PIPPARD: Ano, to je pravda. Jsem ale příliš demokratem, než abych rád viděl takovou spoustu otroků, připoutanou pro uspokojení malé skupinky!

Mít radost z výzkumu

D. PIPPARD: Organisování velkých urychlovačů v mezinárodním měřítku se mi jeví jako ubohý způsob, jak dosáhnout radosti z výzkumu. Výzkum, alespoň pro mne, je největším potěšením na světě a hluboce lituji, že nemám tolik energie a času, jako jsem pro něj míval dříve. Protože ztrácím potěšení, a ne pocit, že konám dobro, je to čirý vlastní zájem. Ale nevidím, že by pracovníci u urychlovačů, kteří formují svazky, dělají experimenty, odvolávají je a analyzují, prožívali osobní napětí, které mě provází u vlastního malého pokusu v laboratoři, když najednou vidím, že to nejde ...

¹ Přeloženo se svolením z Physics Bulletin, February 1972, Institute of Physics (překladatel neuveden). Kráceno v roce 2024.

² [pozn. red. 2024] Sir Alfred Brian Pippard (1920–2008), byl britský fyzik. Za války pracoval ve výzkumu radaru, potom v různých pozicích na Univerzitě v Cambridgi. Jeho doménou byla fyzika pevných látek, zejména supravodiče – byl školitelem B. D. Josephsona, který získal roku 1973 NC za fyziku.

Cesta ke vzniku Fyzikálního ústavu Akademie věd

Díl II. Poválečná přeměna Fyzikálního výzkumu Škodových závodů v Ústřední ústav fyzikální aneb ze Smíchova do Cukrovarnické pod vedením Dr. Bačkovského

Jan Valenta

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Ke Karlovu 3, Praha 2; jan.valenta@mff.cuni.cz

Ve druhé části pojednání o historii výzkumných pracovišť, která předcházela vzniku Fyzikálního ústavu ČSAV, se nejprve podrobněji vrátíme k válečným peripetiím Fyzikálního výzkumu (FV) Škodových závodů, aby bylo poválečné dění více pochopitelné. V turbulentní době třetí republiky, únorového převratu a počátku 50. let hrál velkou roli při navrhování systému výzkumu, sestavování výzkumných plánů i při vzniku ústředních ústavů Jindřich Bačkovský. Tomu se také podařilo udržet jádro výzkumníků FV a dovést je do Ústředního ústavu fyzikálního a následně Ústavu technické fyziky ČSAV se sídlem v Cukrovarnické ulici.



Než se pustíme do líčení poválečného vývoje, vrátíme se ještě podrobněji k výzkumnému ústavu Waffen-Union v Příbrami, na jehož činnosti se Fyzikální výzkum Škodových závodů (FVŠZ) podílel v letech 1942–45. V první části článku [1] bylo toto centrum zmíněno jen stručně, čímž mohl vzniknout dojem, že šlo o nějakou marginální pobočku – opak je pravdou.

Výzkum Waffen-Union v Příbrami – zárodek největšího výzkumného centra v protektorátu

Během války (7. 7. 1942) došlo k založení holdingu nej důležitějších zbrojních firem protektorátu: Zbrojovky v Brně, Škodových závodů a továrny Explosia Semtín, pod označením Waffen-Union se sídlem v Berlíně. K. H. Frank¹ ve své poválečné výpovědi uvedl, že na příkaz Hermanna Göringa došlo „ke sloučení Škodových závodů a Brněnské zbrojovky a jejich včlenění do koncernu Hermanna Göringa“ [2] (obr. 1 [3]).

V říjnu 1942 bylo rozhodnuto o založení výzkumného střediska v prostorách uzavřené Vysoké školy báňské (VŠB) v Příbrami pod názvem *Versuchanstalt Waffen-Union Skoda Brünn Pibrans*. Byla to opět iniciativa H. Göringa, tentokrát ve funkci předsedy Říšské výzkumné rady (Reichsforschungsrat). Místo bylo vhodné tím, že v širším okolí nebyly zajímavé cíle pro

SYNDIKÁTNÍ DOHODA.

/Nové znění, na němž se usnesla syndikátní schůze dne 5. srpna 1940./

- 1/ Aktiengesellschaft Reichswerke "Hermann Göring",
- 2/ Akciová společnost dříve Škodovy závody v Plzni,
- 3/ Česká eskomptní banka,
- 4/ Pražská úvěrní banka,
- 5/ Agrární banka,
- 6/ Severní dráha Ferdinandova,
- 7/ Explosia akciová továrna na látky výbušné,
- 8/ Kooperativa nákupní jednota hospodářských družstev, zapsané společenstvo s r.o.,
- 9/ Živnostenská banka,

přejíce si, aby jejich akciová dráha Zbrojovky Brno, a.s. byla vložena do

"syndikátu akcií Zbrojovky Brno, a.s."

sjednaly k tomu účelu následující syndikátní dohodu:

§ 1.

Do tohoto syndikátu vkládají:

a) Aktiengesellschaft Reichswerke "Hermann Göring".....	kusů	180.528 akcií,
b) Škodovy závody	"	61.312 "
c) Česká eskomptní banka	"	15.600 "
d) Pražská úvěrní banka	"	15.000 "
e) Agrární banka	"	8.229 "
f) Severní dráha Ferdinandova	"	22.223 "
g) Explosia	"	17.375 "
h) Kooperativa	"	10.973 "
i) Živnostenská banka	"	15.600 "
		296.840 akcií

Obr. 1 Syndikátní dohoda ze srpna 1940, kde vystupují firmy z budoucího holdingu Waffen-Union. Dokument byl otištěn bez popisku a uvedení zdroje v knize o historii chemických továren v Pardubicích [3].

¹ Karl Hermann Frank (1898–1946), říšský ministr pro protektorát (Deutscher Staatsminister für Böhmen und Mähren), původně sudetoněmecký knihkupec a pak politik, byl odpovědný za teror během heydrichiády. Po válce byl v ČSR odsouzen a popraven.

Jak přiblížit aktuální fyzikální výzkum školám?

Julie Nekola Nováková

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; novakovaj@fzu.cz

Fyzika je „popelka“ školství – předmět, ke kterému si najde kladný vztah pouze menšina žáků. Přitom jde o předmět důležitý nejen pro porozumění světu, ale čistě prakticky i pro řadu perspektivních studijních a profesních oborů současnosti. Na vině nízkého zájmu může být celá řada více či méně souvisejících faktorů, ovšem součástí problému je i to, že se žáci na ZŠ či SŠ úrovni málokdy setkají s nejnovějšími otázkami a výzkumy ve fyzice. Fyzikální poznání jim může připadat suchopárné a bez prostoru na další rozvoj, ačkoli skutečnost je zcela odlišná. Jak můžeme tento stav změnit?

Učitel fyziky by v mé vizi měl být vyslancem současné fyziky ve třídě – je pochopitelné, že on sám v kabinetu asi zrovna nestaví detektor gravitačních vln, ale jako fyzik by se měl žákům pochlibit, že jiným fyzikům, kolegům (!), se podařilo gravitační vlny od srážky dvou černých děr objevit.“ Jiří Dolejší, *Více fyziky do škol!* (sborník *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky* 9, 2019)¹

Na úvod musíme podotknout, že k postupnému zlepšování dochází dlouhodobě. Projekty jako Heuréka nebo Elixír do škol už celá desetiletí podporují zábavnou a aktuální podobu technického a přírodovědného vzdělávání v ČR. Během covidové pandemie se také zvýšila dostupnost online zdrojů do výuky, ať už se jedná o videa experimentů, nebo krátká zábavná vysvětlení pojmů, či třeba pracovní listy a weby, jako například ČTedu, poskytující ověřené zdroje pro různé stupně školství i tematické bloky.

¹ https://kof.zcu.cz/ak/trendy/9/sbor/ModerniTrendy9_sbornik.pdf

Přesto stále zeje propast mezi vědou a školstvím. Existují sice soutěže, korespondenční semináře nebo také programy jako Otevřená věda, které umožňují talentovaným studentům a studentkám najít si praktickou stáž v oboru dle své volby včetně fyziky (jen letos takto zahajuje stáže na Fyzikálním ústavu AV ČR hned 24 žáků a žaček středních škol napříč republikou a další pokračují v existujících stážích), ovšem problémem stále zůstává nízký zájem o fyziku i znalost oboru u většiny žactva. To se díky propojení vědců s učiteli snaží změnit programy Fyzikálního ústavu (FZU) *Učitelé & Vědci* a také *Fyzikové do škol*.

Fyzikální revoluce v mikroskopii a její význam pro lékařství a biologii, bezpečná práce s lasery, moderní nanotechnologie v medicíně nebo třeba to, jak nadimenzovat kosmickou loď, představují jen část z témat, se kterými se v uplynulém roce 2023 seznámili pedagogové díky programu *Učitelé & Vědci*. Ten pořádá FZU již od roku 2019. V minulém roce v něm aktuální témata fyzikálního výzkumu představili účastníkům od-



Dejan Prokop v rámci výjezdu Fyziků do škol na ZŠ v Jihlavě demonstruje magnetickou levitaci. Foto: FZU AV ČR

Cumulonimbus – oblak známý i neznámý

Díl první: oblak

Petr Zacharov¹, Jana Žďárská²

¹Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Boční II 1401/1a, 141 31 Praha 4; petas@ufa.cas.cz

²Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Cumulonimbus je mohutný a hustý oblak velkého vertikálního rozsahu v podobě hor nebo obrovských věží. Je zodpovědný za mnoho zajímavých a potažmo i nebezpečných meteorologických jevů, jako jsou např. bouřka, kroupy či tornádo. Některé jevy důvěrně známe, s některými jsme se již setkali, ale nevíme, že jsou spojeny s cumulonimbem, a o některých jsme třeba ani ještě neslyšeli. A pozor, na obloze vidíme mraky oblaků, a nikoli oblaky mraků – proto spisovně a odborně používáme slovo oblak, mrak je pouze hovorové označení oblaku.

V šestém vydání Československého časopisu pro fyziku roku 2023 jsme hovořili o tornádech¹ jako o nepředvídatelném meteorologickém jevu. Nyní v tomto seriálu navazujeme oblakem druhu cumulonimbus, který je se vznikem tornád a podobných nebezpečných jevů neodmyslitelně spjat.

Oblaky na obloze rozlišujeme podle vzhledu na deset základních druhů² a pouze ze dvou druhů padají vydatné srážky. Z některých dalších sice mohou malé kapky či ledové krystalky také vypadávat, ale buď se cestou k zemi vypaří, nebo jich dopadne víceméně zanedbatelné množství. Na druhou stranu cumulonim-

1 J. Žďárská: Tornádo jako nepředvídatelný jev. *Čs. čas. fyz.* 73, 482–485 (2023).

2 Cirrus, cirrocumulus, cirrostratus, altocumulus, altostratus, nimbostratus, stratocumulus, stratus, cumulus a cumulonimbus.



Obr. 1 Ostré věže a „rozšmudlaný“ vršek oblaku cumulonimbus. Foto: Abraxas3d



Obr. 2 Cumulonimbus je velmi fotogenický oblak, každý vypadá trošičku jinak, a proto je častým cílem fotografií a lovců bouří. Zde cumulonimbus nad Varšavou. Foto: Kamil Nowacki

bus (cumulus = kupovitý oblak, nimbus = déšť) odpovídá nejčastěji za dešťové, ale i sněhové přehánky a nimbostratus (nimbus = déšť, stratus = vrstva) vytváří dlouhotrvající srážky, typické např. pro ošklivé podzimní počasí.

Cumulonimbus je velmi zajímavý oblak. Roste do obrovitých kup, věží či květáků a je nesmírně fotogenický. Protože v podstatě každý cumulonimbus vypadá trošku jinak, je častým cílem fotografií i lovců bouří. Oproti tomu nimbostratus tak atraktivním krasavcem není. Jedná se o vrstevnatý oblak, tedy o mohutnou oblačnou vrstvu bez zřetelných tvarů či kontur, a téměř nikdo si jej nefotografuje.

Jedním z nejrozšířenějších mýtů o počasí je, že oblak je tvořen vodní párou, a nikoliv kapičkami vody – ty by přece rychle spadly jako déšť! Nedostatek fyziky na základních a středních školách? Možná. Nicméně

Calomel – krystalová polarizační optika a akustooptika

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Společnost BBT-Materials Processing se zabývá výzkumem a vývojem v oblasti materiálových věd se zaměřením na speciální vnitropodnikově vyráběnou infračervenou krystalovou optiku, orientovanou na pozemské i vesmírné aplikace. Společnost je světovým lídrem v oblasti růstu krystalů a zpracování vysoce čistých krystalů rtuťných halogenidů, zejména Calomelu (česky kalomel – chlorid rtuťný), aplikovaných ve střední a tepelné infračervené optice. Společnost BBT je kvalifikovaným a zkušeným partnerem v oblasti základního a aplikovaného výzkumu v kosmu a podmínkách mikrogravitace, založených na využití unikátního optického materiálu – kalomelu.

BBT-Materials Processing s. r. o (dále jen BBT) je soukromá technologická společnost, zabývající se vývojem a výrobou vysoce výkonné mid-IR (střední infračervené) a TIR (termální infračervené) polarizační dvojlomné optiky (až do 17 mikrometrů) a akustooptických komponent pro širokou škálu aplikací¹. Společnost BBT je jedinou firmou na světě, která vyvinula technologii přípravy monokrystalů halogenidů rtuť na takové úrovni, že je schopna vyrábět a dodávat tyto optické komponenty na světový trh. Největšího pokroku dosáhla v oblasti monokrystalů chloridu rtuťného a jeho funkčních prvků.

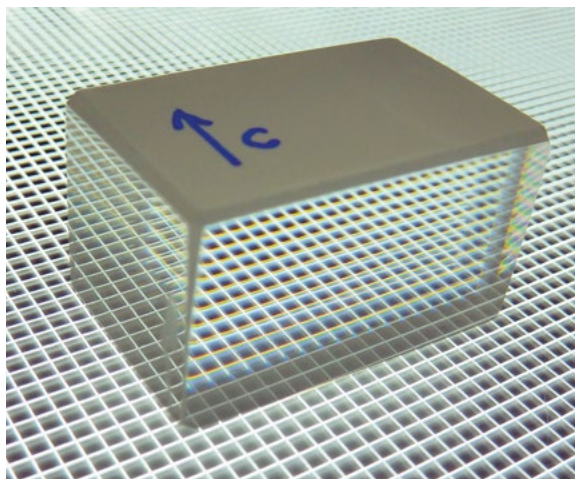
V roce 1969 byl vyroben první monokrystal kalomelu. U jeho zrodu stál Čestmír Barta senior, který svého času představil materiál takto: „Kalomel (chlorid rtuťný) je tetragonální krystalický materiál průhledný od viditelné (0,38 μm) až do tepelné oblasti (17 μm) a vykazuje velmi silný dvojlom ($\Delta n = +0,683$). Tyto dva parametry z něj dělají skvělého kandidáta pro infračervenou

optiku. Uplatnění tak mohou najít jako polarizátory, polarizační rozdělovače paprsků, Savartovy destičky, akustooptické komponenty a další podobné materiály. IR komponenty na bázi kalomelu proto mohou najít své místo v každé aplikaci, která vyžaduje vysoký stupeň polarizace – jako je spektroskopie, astronomie, optické laboratoře, R&D instituce nebo chemický průmysl. Hg_2Cl_2 neboli chlorid rtuťný má velký potenciál pro využití také jako akustooptický filtr, modulátor nebo deflektor. Vysoká hodnota jeho koeficientu akustooptické interakce a extrémně nízká rychlost šíření akustických vln jsou klíčové parametry pro akustooptický laditelný filtr² a akustooptický modulátor³. V současnosti používané akustooptické součástky na trhu jsou omezeny průhledností použitého materiálu do hranice 5 μm . Kalomel je jako materiál transparentní až do 17 μm , čímž přináší novou příležitost pro akustooptické frekvenčně modulované filtry, zacílené zejména na požadovanou a zároveň zajímavou spektrální oblast kolem 10 μm .“

1 Č. Barta sen, Č. Barta jun.: Český materiálový výzkum v kosmu. Čs. čas. fyz. 52, 228–239 (2002).

2 AOTF – acousto-optical tuneable filter.

3 AOM – acousto-optical modulator.



Obr. 1 Monokrystal kalomelu v růstových ampulích a finální kalomelový výbrus.

Prémie Lumina quaeruntur pro výzkum vysokoenergetického záření

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Astročásticový fyzik Jakub Vícha z Fyzikálního ústavu AV ČR obdržel 30. října 2023 z rukou předsedkyně Akademie věd České republiky Evy Zažímalové prémii Lumina quaeruntur. Díky této finanční odměně se bude moci Jakub Vícha nejen následujících pět let věnovat oblasti výzkumu vysokoenergetického záření, ale bude mít také možnost sestavit větší výzkumný tým.

Prémie Lumina quaeruntur, zřízená Akademickou radou Akademie věd České republiky (AV ČR) jako nástroj podpory vědecké excelence v AV ČR, je určena k ocenění význačných perspektivních výzkumných pracovníků při zakládání nových vědeckých týmů na pracovištích AV ČR. Oceněným badatelům tímto způsobem umožní rozvinout jejich vědecký program, zaměřený na koncepčně nová témata, významně posouvající hranice poznání nebo směřující ke společensky důležitým praktickým aplikacím.

Návrhy na udělení prémie Lumina quaeruntur podávají ředitelé pracovišť AV ČR po projednání v radě pracoviště. Mezi letošní laureáty ceny patří kromě Jakuba Víchy z Fyzikálního ústavu AV ČR například i chemik Karel Škoch, biolog Gerrit Angst, psycholožka Kateřina Chládková a filozof Davide Crippa, kteří získali podporu ve výši až čtyř milionů korun ročně na dobu (maximálně) pěti let. Díky této finanční pomoci budou mít možnost otevřít a rozšířit prostor pro další výzkum a vytvořit odpovídající profesionální vědecký výzkumný tým.



Obr. 1 Předsedkyně Akademie věd České republiky profesorka Eva Zažímalová předala 30. října prémii Lumina quaeruntur.
Foto: Jana Plavec

Nadějí kosmonautiky jsou dnešní děti

Rozhovor s Milanem Halousekem, zakladatelem vzdělávacího spolku KOSMOS-NEWS

Milan Halousek¹, Jana Žďárská²

¹ Vzdělávací spolek KOSMOS-NEWS, 530 02 Pardubice; milan@halousek.eu

² Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Potkal se snad s každým astronautem, vlastní stohy fotografií s jejich vlastnoručními podpisy a pomohl vyslat do vesmíru českého Krtečka. Kdo? Milan Halousek – vášnivý popularizátor kosmonautiky a předseda Astronautické sekce České astronomické společnosti. S námi hovořil nejen o kosmonautice – své ohromné i náročné celoživotní vášni –, kterou v rámci vzdělávání předává dál především mládeži: „Nejraději přednáším pro menší děti. Je na nich hodně znát radost z nových informací.“

Jana Žďárská: Vaše pracovna přetéká fotografiemi, archivními dokumenty a krtečky kosmonauty všech velikostí. Kosmonautikou doslova žijete. Mohl byste nám popsat, co se vám při vyslovení tohoto slova jako první vybaví?

Milan Halousek: Krása vesmíru spojená s nejmodernějšími lidskými technologiemi. Dobrodružství, odvahy a velká výzva pro všechny, kteří si sednou do malin-



Obr. 1 Léto roku 1961 – a asi jedna z mých úplně prvních fotografií. Už tehdy jsem rád spal a to mě vydrželo dodnes...

ké kabiny na špičce rakety naplněné vysoce výbušným palivem a vydají se do míst, kde dosud skoro nikdo nebyl. A poznají na vlastní oči, že je Země skutečně kulatá!

■ **JŽ:** Pojďme lehce nahlédnout do doby vašeho dětství. Vzpomenete si, kdy jste se s kosmonautikou vlastně poprvé setkal?

MH: Tak to si vybavuji určitě – i když vzhledem k té době samozřejmě poněkud mlhavě. Bylo to nezapomenutelné slavné přistání prvních pozemšťanů na Měsíci v roce 1969. Bylo mi tehdy osm let a byl to pro mě velmi zajímavý večer, strávený na prázdninách u babičky s tou výsadou, že jsem nemusel jít brzy spát. Dívali jsme se na televizi a já si dodnes vzpomínám na podivné „duchy“ na obrazovce i na to, jak babička vyprávěla, že lidé poprvé přistáli na Měsíci.

■ **JŽ:** Byl to tedy právě ten impuls, který vás ke kosmonautice nasměroval?

MH: Nikoliv. Já jsem se ke kosmonautice dostal poměrně velkým obloukem. Už jako středoškolský student jsem začal sbírat autogramy. Byl jsem vůbec takový nadšený sběratel. Jak jsem měl něčeho více než tři kusy, tak jsem to hned sbíral – ať už to byly známky, etikety od sirek nebo třeba odznaky.

■ **JŽ:** Od zápalek je ale ke kosmonautice poměrně daleko. Dříve se sbíraly také autogramy herců nebo zpěváků – to bylo vždycky radosti, když někdo takový podpis získal. Vy jste si však vybral autogramy astronautů. To muselo být obzvláště složité takový podpis získat, ne?

MH: I já jsem tehdy ve své sběratelské vášni sbíral autogramy různých slavných a zajímavých osobností.

Nejžhavější sen pod Sluncem

Vzpomínka na profesora Jana Mlynáře

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Nejžhavější sen pod Sluncem je název nové knihy o jaderné fúzi a současném stavu naší cesty za prvním fúzním reaktorem. Jejím autorem je špičkový odborník na jadernou fúzi profesor Jan Mlynář. Kniha byla slavnostně pokřtěna na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v listopadu 2023. A já (a se mnou asi všichni, kdo jsme ho znali) tiše doufám, že i když už Jan Mlynář nemůže na výzkumu jaderné fúze spolupracovat s námi tady na Zemi, snad na tento výzkum bude dohlížet alespoň odněkud shora.

Budova Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT (FJFI) v Břehové ulici v Praze je pro příznivce jaderné fúze vsutku „Mekkou“ tohoto výzkumu. Umístěna mezi Rudolfinem, Vltavou a Právníkou fakultou disponuje neotřelým osobitým kouzlem. Snad je to tím, že se tu harmonicky prolíná energie řeky, duch hudby i špetka historie. Z oken budovy lze totiž nahlédnout na Starý židovský hřbitov, kde je podle pověsti pohřben tvůrce golema rabín Jehuda Löw ben Beceľ.

Ten prý údajně kdysi roku 1580 zformoval neživou přírodní hmotu a kámen do gigantické bytosti s nadlidskou silou, údajně pocházející z koncentrované vesmírné energie. Alespoň tolik vyprávějí pověsti. Přesto Golem¹ na FJFI skutečně je. Jedná se o výukový to-

1 V. Svoboda, J. Žďárská: Rozprava s Golemem. Čs. čas. fyz. 67, 312–318 (2017)



Obr. 1 „Podpora rodiny a výborné rodinné zázemí jsou pro vědce velmi důležité,“ připomínal Jan Mlynář, který svůj volný čas trávil nejraději s rodinou – tedy s manželkou Kateřinou a dvěma dospělými, zcela nefyzikálně zaměřenými dětmi. Foto: Jana Žďárská



Obr. 2 Prof. Jan Mlynář byl mimo jiné dlouholetým předsedou České fyzikální společnosti. Foto: Jiří Ryszawy, VIC ČVUT

kamak Golem, který původně pod jménem CASTOR fungoval v Ústavu fyziky plazmatu na Akademii věd a nyní slouží pod bedlivým dohledem Dr. Vojtěcha Svobody především studentům. Novinkou je zde i laboratoř horkého plazmatu a fúzní techniky PlasmaLab@CTU².

A právě zde, v kolébce výzkumu jaderné fúze, byla v podvečer 3. listopadu 2023 pokřtěna kniha Jana Mlynáře a Věry Krajčové „Nejžhavější sen pod Sluncem“³. V zaplněném atriu fakulty byla za účasti významných vědeckých osobností představena publikace, která na 366 stranách srozumitelně a zároveň jednoduše vysvětluje problematiku termojaderné fúze.

Úvodní slovo pronesl děkan FJFI docent Václav Čuba, kmotrou knihy byla šéfredaktorka e-časopisu Třípól Marie Dufková a celým křtem zasvěceně provázel odborný redaktor prof. Petr Kulhánek. Kniha byla slavnostně pokřtěna jak jinak než skvělým šampaň-

2 J. Žďárská: PlasmaLab@CTU-laboratoř na FJFI. Čs. čas. fyz. 72, 136–136–138 (2022)

3 ISBN: 978-80-906638-8-6 Nakladatel: Aldebaran Group for Astrophysics

ÚŽASNÁ GALAXIE

**Nový sférický film v programu od 10. února
pouze v Planetáriu Ostrava.**

Vydejte se na cestu naší Mléčnou dráhou! Díky nejnovějším výzkumům uvidíme naši domovskou Galaxii tak živě, jako nikdy předtím. Společně poletíme do míst, kde ještě žádná lidská bytost nebyla. Začneme u našeho Slunce a budeme sledovat jeho budoucí vývoj. Pak se podíváme na Galaxii zvenčí a uvidíme nádherné mlhoviny, v nichž vznikají nové hvězdy. Nakonec se ponoříme do tajemného galaktického centra a budeme zkoumat obří černou díru. Při našem cestování se budeme zabývat otázkami, jak to všechno vzniká a funguje, a odkud vlastně pocházejí všechny hvězdy naší úžasné Galaxie?

www.planetko.cz



VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA | HORNICKO
GEOLOGICKÁ
FAKULTA

OSTRAVA!!!



Abstracts of selected articles

Ivan Melo: Aesthetic criteria in particle physics

Physics brings philosophical insights and, perhaps surprisingly, some of them extend from truth to beauty. Many physicists admit that aesthetic arguments serve as a motivation for them, and some suggest that beauty is a pointer to the truth. Here, I discuss the growing role of symmetry and unity in particle physics and show that they represent idealist and classical conceptions of beauty recognized by modern philosophy, both linked to ancient Greek Plato. In this sense, as we continue the quest for the unknown, the laws of physics become increasingly beautiful.

Jaroslav Klokočník, Václav Čílek, Jan Kostecký, Aleš Bezděk: Mars: Gravitational Aspects, Hydrocarbons, and Life

Traditional gravity anomalies are not able to completely describe density anomalies. Gravity aspects provide more detailed information and have proved to be very useful in various geo-applications. They are surprisingly rich in information telling more (or from a different viewpoint) about the deposited ground density/porosity anomalies of a studied celestial body than traditional anomalies can. The gravity fields of the Earth, the Moon, and Mars are currently known in such detail with reasonable precision, that it makes sense to employ the gravity aspects set. Gravity aspects have been used for Mars to verify known facts and to extend our knowledge concerning impact craters/basins, volcanoes or the hypothetical northern paleocean. We detect candidates for groundwater/hydrocarbon/mud/petroleum bearing sites in the paleocean with highly combed gravity strike angles, uniformly ordered into large "plates".

Tomáš Vaněk, Alice Hospodková, Karel Blažek, Eduard Hulicius: Hybrid Detector Based on MOVPE Grown InGaN/GaN MQW and BGO

Scintillators work as a convertor of high-energy ionizing radiation to radiation usually in the visible part of spectrum. For the application, light is carried through an optical medium to the photodetector, which turns it into an electrical signal. The radiation can be X-ray, gamma radiation or alpha, beta or proton particles. MOVPE InGaN/GaN MQW scintillation structures have been prepared and studied. These scintillators can also be useful for medicine purposes. Efficient detection of high-energy ionizing radiation (for example gamma 511 keV) requires a thick active region. The highest distance of two

adjacent QWs should be lower than the diffusion length of GaN exciton. This makes overly thick MQW structures infeasible, because of structure polarization, strength, dislocations, and other defects. Here, we have realized an alternative solution – a hybrid sandwich InGaN/GaN MQW + BGO ($\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$) detector. It is composed from 12 InGaN/GaN scintillators (4 scintillators joined in a stack) and enclosed by two BGO bulk scintillators 350 μm thick.

Petr Král: Physics at high pressures: from fundamental principles to real applications

Pressure plays an important role in many areas of human activity. Its importance is far from being limited to physics, the use of high pressure also extends to the fields of chemistry, medicine, and the food industry. Several fundamental consequences of high-pressure acting are presented within this overview, however, the main emphasis is on the application potential and some hot topics from the world of science. The effects of pressure on the human organism and the importance of pressure in medicine or the food industry are also discussed.

Jan Valenta: The path to the establishment of the Institute of Physics of the Academy of Sciences Part II. The post-war transformation of the Physical Research of Skoda Works into the Central Institute of Physics – from Smíchov to Cukrovarnická under the leadership of Dr. Bačkovský

In the second part of this study on the research institutes which preceded the establishment of the Physics Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences, we will first describe in more detail the involvement of the Physics Research (PR) Skoda Works in the construction of the largest research centre in the "Protectorate Böhmen und Mähren", which was established in Příbram under the name "Versuchsanstalt Waffen-Union Skoda Brünn Pibrans". This will allow us to understand better post-war events and the inclusion of PR under the leadership of a nationalized industry. In the turbulent times of the Third Republic, the February coup of 1948 and the early 1950s, Jindřich Bačkovský played a major role in designing the research system, drawing up research plans and the creation of the Central Institutes. He also managed to retain the core of PR researchers and lead them to the Central Institute of Physics and subsequently to the Institute of Technical Physics of the Czechoslovak Academy of Sciences, located on Cukrovarnická. The first conference of Czechoslovak physicists at the chateau in Liblice in the autumn of 1951 had a significant role in shaping the direction of physical research in Czechoslovakia. In 1952, preparations for the establishment of the Academy of Sciences were already fully underway.