

4 / 2021
SVAZEK 71

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**®



• OBJEV „NOVÉ FYZIKY“ VE FERMILABU A CERNU? • EXPERIMENT ATLAS •
ÚEF SAV VO VESMÍRNÝCH MISIÁCH ESA • SOUKROMÁ TERMOJADERNÁ FÚZE •
TENSEGRITNÍ STRUKTURY • ANTUKOVÁ FYZIKA • VZPOMÍNKY NA PROF. VACKA

Čs. čas. fyz.
ccf.fzu.cz

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU 4/2021

Založen roku 1872 jako
„Časopis pro pěstování matematiky a fyziky“
Vydává Fyzikální ústav Akademie věd
České republiky, v. v. i.

Vychází 6 čísel ročně,
uzávěrka tohoto čísla: srpen 2021.

Founded in 1872 as „Časopis pro pěstování
matematiky a fyziky“ – “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,
Jan Mlynář, Jana Musilová, Tomáš Polívka,
Alena Šolcová, 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 85 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 © 2021 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

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



Úvodník

Za hranice všední atmosféry

V době prázdnin a dovolených lidí touží „zamířit za hranice všedních dnů“, změnit myšlenky a denní stereotypy, poznávat nové kraje a mnozí se chtějí blýsknout něčím neobvyklým. Realizace cestovatelských snů záleží na schopnostech a především finančních možnostech jedince. Není překvapivé, že nejbohatší lidé na zeměkouli nemají přízemní sny, a zatouží-li třeba po cestě do vesmíru, jsou ochotni zaplatit nákladný dlouholetý vývoj cestovního prostředku. K tomu došlo v posledních letech – dokonce hned u několika těchto extravagantních miliardářů. Soupeření vyvrcholilo počátkem léta.

Ráno 11. července Richard Branson s dalšími třemi spolucestujícími a dvěma piloty „vyskočili“ do výšky 80 km nad povrch Země pomocí nosného letadla VMS Eve a raketoplánu VSS Unity, vyvinutými v Bransonově firmě Virgin Galactic. Na vrcholu dráhy mohli cestující z mnoha kruhových okének spatřit zakulacenou zeměkouli s tenkou namodralou slupkou atmosféry a prožít asi 6 minut v beztížném stavu, aby pak sklouzli zpátky na Zemi – to celé asi za 90 minut. Devět dnů poté se podíval do výšky 100 km další z miliardářů – Jeff Bezos. Jeho dopravní prostředek New Shepard, vyvinutý ve firmě Blue Origin, je bližší klasické raketě s raketovým motorem, který raketu vytlačí nahoru a zajistí i brzdění a měkké přistání. Kabina se čtyřčlennou posádkou se cestou oddělí, vystoupá do 100 km a přistane pomocí padáků. Celý let je podstatně kratší než v předchozím případě (~10 min) a také stav beztíže v nejvyšším bodě trvá jen asi 3 minuty.

Tyto závody ve skocích do vesmíru by nás ani nemusely moc zajímat – na letenku si jen tak neušetříme a čekací listiny vesmírných turistů budou beztak dlouhé. Zajímavější je související diskuse o tom, zda skutečně v obou případech posádky překročily hranice vesmíru.

Jako hranice mezi atmosférou Země a vesmírem se obvykle bere tzv. Kármánova linie. Tu navrhl americký fyzik maďarského původu *Theodor von Kármán* (1881–1963). Vycházel ze vztahové síly letounu s křídlem, která je přímo úměrná hustotě vzduchu a druhé mocnině rychlosti křídla vůči vzduchu (ostatní parametry pokládáme na neměnné). Při poklesu hustoty tedy musíme pro stejný vztlak zvyšovat rychlost a až při určité výšce bude rychlost tak velká jako orbitální rychlost družice – využití vztaku už nebude mít význam pro udržení pohybu objektu. Kármán došel k výšce 83 km. V nedávné práci rozpracoval



McDowell¹ původní Kármánovy myšlenky a vypočetl, že tato hranice leží mezi 66 km a 88 km (vzhledem k proměnnosti parametrů atmosféry a létajících objektů).

S rychlým nástupem letů do kosmu vznikla již v 60. letech 20. století právní potřeba jednoznačně oddělit vzdušný prostor, který „patří“ státu ležícímu pod ním, od prostoru kosmu, jehož užívání je společné všem zemím podle úmluvy o jeho volném využití. Takže se fyzikální poznatky dostaly do rukou právníků. Jedním z nich byl A. G. Haley, který ve své knize „Space Law and Government“ (1963) použil termín Kármánova hranice a zokrouhlil ji na 100 km. A tak je dnes uznávána po celém světě kromě USA, kde se bere hranice 50 mil, tedy 80 km. To znamená, že jak Branson, tak Bezos se spolucestujícími jsou z právního hlediska novými astronauty, protože oba lety se uskutečnily nad územím USA.

Co si tedy můžeme vzít z tohoto příběhu jako poučení my „přízemní“ lidé? Pomineme-li otázku obtížnosti stanovení jednoznačných hranic spojitě proměnných prostředí, pak hlavním poselstvím by mělo být uvědomění si faktu, že náš „habitat“ – místo, kde jsme schopni žít – je jen tenká vzdušná slupka na povrchu Země (život pod zemí by asi nebyl příliš radostný). V posledních desetiletích jsme díky poznání přírodních procesů (fyziky, chemie, biologie, ...) a stále rychlejšímu pokroku techniky získali prostředky, které nás dostaly z fáze lokálního přizpůsobování přírody do situace, kdy svou činností zásadně proměňujeme prostředí v globálním měřítku. Vstoupili jsme do období antropocénu. Nyní musíme dokázat svou činnost upravit tak, abychom udrželi snesitelné životní podmínky na zeměkouli. Spoléhat na „plán B“ – záchranu lidstva přemístěním na jiná tělesa sluneční soustavy – je bláznivé (viz trefné shrnutí této otázky od kolegy Kopeckého²). Spíše než obětovat čas a omezené zdroje na meziplanetární cesty s posádkou musíme vyřešit nálehavé problémy zde na Zemi, například zajistit dostatek energie jiným způsobem než spalováním fosilních surovin – třeba zvládnutím termojaderné fúze (viz články v tomto čísle ČSČF).

Namísto je zatím spíše pokora před řádem přírody než namyšlenost pánů Země, kteří si ji mohou, když se jim zachce, prohlížet z vesmíru.

Jan Valenta

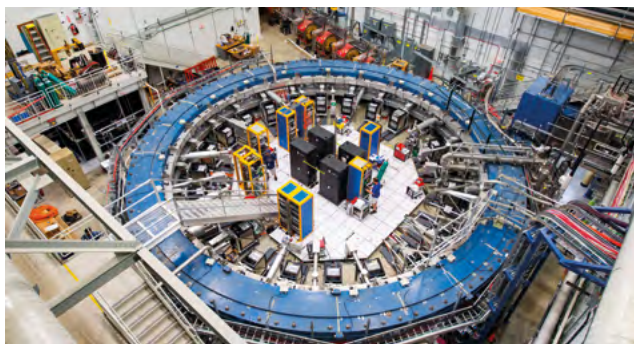
- 1 J. C. McDowell: The edge of space: Revisiting the Kármán line. *Acta Astronautica* **151**, 668–677 (2018).
- 2 V. Kopecký jr.: Proč nebyť Martany. *Vesmír* **100** (7–8), 430–431 (2021).

Obsah

AKTUALITY

Byla ve Fermilabu a CERN
objevena „nová fyzika“? 270

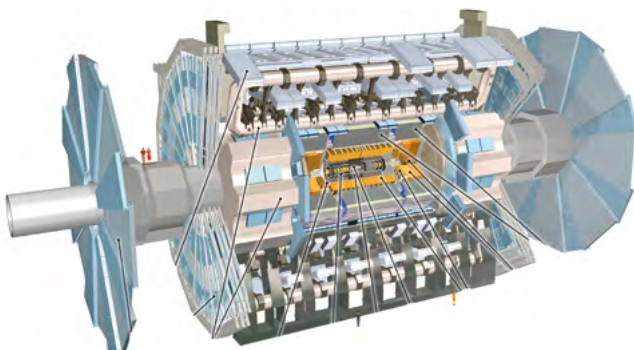
Jiří Chýla



REFERÁTY

Účast českých a slovenských fyziků
v experimentu ATLAS 276

Tomáš Davídek



REFERÁTY

Ústav experimentálnej fyziky SAV
vo vesmírných misiách ESA 282

Ján Baláž



REFERÁTY

Řízená termojaderná fúze
v soukromých rukou 288

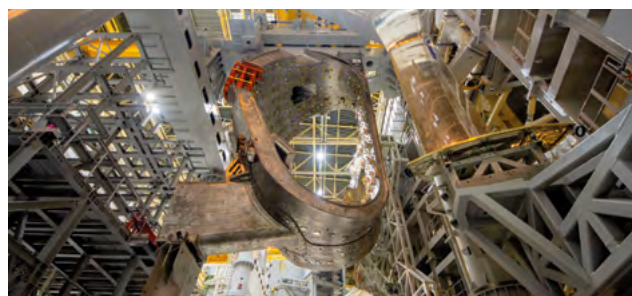
Milan Řípa



REFERÁTY

Ediční poznámka ke článku
„ŘÍZENÁ TERMOJADERNÁ FÚZE
V SOUKROMÝCH RUKOU“ 297

Jan Mlynář



FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Tensegritní struktury 299

Pavla Wegenkittlová a Vladimír Vochozka



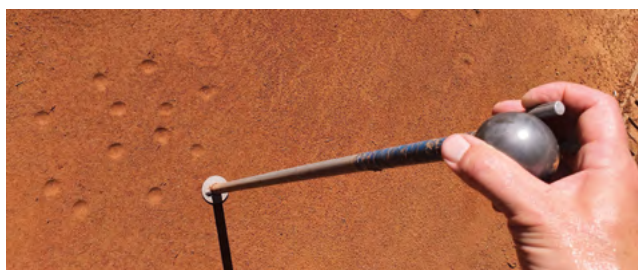
FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Antuková fyzika, chemia a geológia 302

Karol Jesenák

Experimenty na antukovém hřišti 307

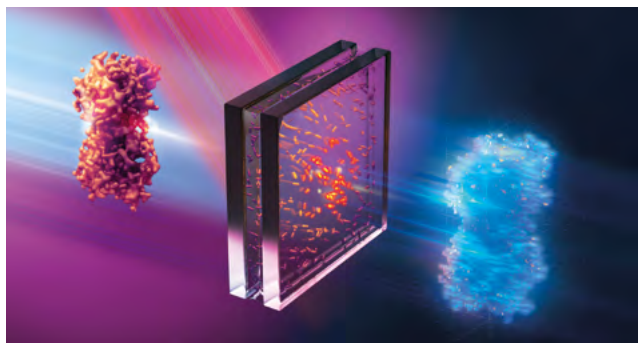
Jan Valenta



ZPRÁVY

Vědci dokážou novým mikroskopem zobrazit pohyblivý hologram 310

Jana Žďárská



ZPRÁVY

Titul Čestný člen IAU míří opět do Čech 312

Jana Žďárská

Fyzika v chemickém výzkumu na Heyrovského ústavu 313

Jana Žďárská



VĚDA A UMĚNÍ

Struktura krásy – makrofotografie nerostů v obrazech 316

Výstava prof. Svatopluka Civiše na MFF UK

Jana Žďárská



ROZHOVOR

NenoVision – kompaktní mikroskopy atomárních sil LiteScope 318

Rozhovor s Ing. Janem Neumanem, Ph.D., zakladatelem a výkonným ředitelem společnosti NenoVision s.r.o.

Jan Neuman, Jana Žďárská



LIDÉ A FYZIKA

Vzpomínky na profesora Karla Vacka 324

Jan Valenta a Ivan Pelant



Obrázek na obálce: LHCb detektor ve výstavbě – vidíme horní a dolní cívkou magnetu, každou o hmotnosti 27 tun, zavěšené v ocelové konstrukci o hmotnosti 1 450 tun. O nedávných objevech na LHCb pojednává článek J. Chýly na str. 270–275. Kredit: CERN, foto: Peter Ginter, 2008.

Byla ve Fermilabu a CERN objevena „nová fyzika“?

Jiří Chýla

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

Ve středu 7. dubna obletěla svět zpráva o výsledku experimentu ve Fermiho národní laboratoři (Fermilab) u Chicaga, který byl odbornou i širší veřejností napjatě očekáván, neboť se týká konfrontace standardního modelu mikrosvěta s experimentálními daty a ukazuje na to, že možná existuje „nová fyzika“, tedy jevy, které přesahují rámec standardního modelu. Například BBC [1] ji uvedla pod titulkem „*Miony: byla nalezena silná evidence pro novou sílu v přírodě*“ a pokračovala slovy „*Fyzikové tvrdí, že našli možné signály páté fundamentální síly v přírodě*“. Připomínám, že těmi čtyřmi známými silami jsou gravitační, elektromagnetické, slabé a silné síly.

Smyslem tohoto článku není podrobnější popis uvedeného experimentu, k němu se dostanu krátce na konci, ale pokus vystihnout skutečný význam výsledku experimentu ve Fermilabu a zasadit ho do kontextu již více než 40 let trvající snahy najít signály oné nové fyziky. Přesně dva týdny před ohlášením výsledku experimentu ve Fermilabu [2] byl v CERNu v experimentu LHCb oznámen podobně závažný nesouhlas předpovědi standardního modelu a experimentálních dat ve vzácných rozpadech mezonů obsahujících b-kvark, který může mít stejnou implikaci pro hledání jevů jdoucích za standardní model jako v případě magnetického momentu mionu [3]. V obou případech však jde zatím jen o, jak se říká, „napětí“ (tension) mezi experimentálními daty a standardním modelem a jejich

interpretace není zdaleka jednoznačná. Nejdříve proto krátce o standardním modelu.

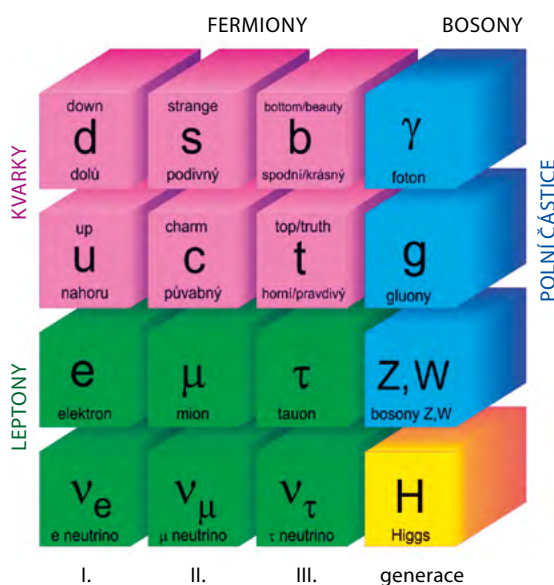
Standardní model

Standardní model je teorie budovaná na základě konfrontace experimentálních dat a teorie od padesátých let minulého století. Podle něj jsou základními stavebními kameny veškeré nám známé hmoty ve vesmíru tři čtveřice (obvykle nazývané „generace“) fundamentálních částic se spinem $\frac{1}{2}$, viz obr. 1. V první čtveřici jsou dva kvarky s různými „vůněmi“ – u a d – a dva leptony s různými vůněmi – elektron a elektronové neutrino. Kvarky a elektron nesou elektrický náboj, kvarky neceločíselný, neutrino je elektricky neutrální. Kvarky navíc existují ve třech mutacích, kterým říkáme poeticky barvy. Mezi těmito čtyřmi částicemi a jejich antičásticemi působí tři síly spojené s částicemi zvanými „nosiče“ sil a souhrnně označovanými jako kalibrační bosony, které mají spin 1. Tyto síly jsou:

- elektromagnetické – působí jen na elektricky nabitě kvarky a leptony a nemění jejich identitu, tj. vůni a barvu. Nosičem je **foton**;
- slabé – působí na všechny kvarky a leptony a mohou měnit vůni, ale ne barvu kvarků a vůni leptonů (tj. popisují přechody mezi kvarky u a d a elektronem a jeho neutrinem). Nosiči jsou **tři intermediální vektorové bosony W^+ , W^- a Z** ;
- silné – působí jen mezi kvarky a mohou měnit jejich barvu, ale ne vůni. Nosiči je **osm barevných gluonů**. Pozoruhodnou vlastností těchto sil je skutečnost, že kvarky neexistují v přírodě volné, ale vždy jen jako kombinace kvarků a antikvarků, které jsou „bezbarvé“, například tři kvarků nebo páru kvark a antikvark.

Konstrukci standardního modelu završuje **Higgsův boson**, který zajišťuje jeho matematickou konzistenci (renormalizovatelnost) a má spin 0. Gravitační síly mají zcela jinou povahu a stojí mimo standardní model. Žádná síla ve standardním modelu nemění kvarky na leptony a obráceně – buď je částice kvark, nebo lepton, ale ne oboje současně. Celkový počet kvarků minus antikvarků a celkový počet leptonů a antileptonů se proto ve standardním modelu zachovávají.

Z kvarků první generace jsou složeny například protony a neutrony, které spolu s elektrony vytvářejí atomy. Elektronové neutrino hraje klíčovou roli například v procesech spalování vodíku v nitru Slunce. Kdyby šlo jen o hmotu ve vesmíru, kterou známe, žádné další



Obr. 1 Fundamentální částice standardního modelu.

Účast českých a slovenských fyziků v experimentu ATLAS

Tomáš Davídek

Ústav částicové a jaderné fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, V Holešovičkách 747/2, 180 00 Praha 8; davidek@ipnp.mff.cuni.cz

Úvod

ATLAS je jedním ze dvou největších experimentů zkoumajících elementární částice a jejich interakce na urychlovači Large Hadron Collider (LHC) v evropském středisku pro částicovou fyziku CERN u Ženevy. Urychlovač LHC je největší zařízení svého druhu na světě, kde se srážejí protony s protony (pp) a také jádra olova při dosud nejvyšší v laboratoři dosažené těžištové energii a intenzitě. Experiment ATLAS začal naplno fungovat v roce 2010, kdy měřil pp srážky při celkové energii 7 TeV v těžišti. Od té doby se energie a intenzity svazků postupně zvyšovaly, přičemž těžišťová energie dosáhla hodnoty 13 TeV při frekvenci srážek 40 MHz v roce 2015 a průměrný počet současných pp interakcí na jednu srážku „balíčku“ částic¹ vyšplhal až na hodnotu 36,1 v roce 2018 [1]. Cílem měření je zpřesnit a prohloubit naše znalosti v oblasti fyziky ele-

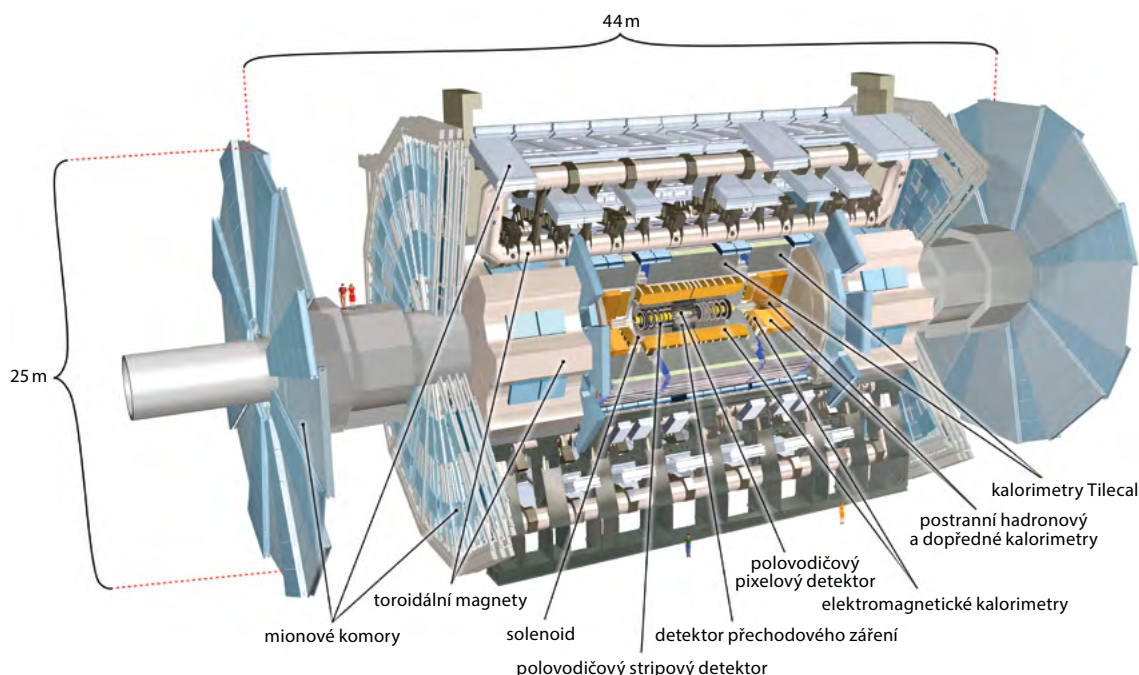
mentárních částic, které jsou v současnosti teoreticky popsány v rámci tzv. standardního modelu (SM).

Fyzikální program experimentu ATLAS je velmi široký – od přesných měření procesů standardního modelu (týkajících se např. Higgsova bosonu, top-kvarku, procesů s fotony a intermediálními bosony, kvantové chromodynamiky, fyziky jetů a difrakčních procesů) až po hledání nových částic a jevů za rámcem SM², jako je např. supersymetrie, temná hmota, excitované kvarky a leptony či procesy s nezachováním leptonového čísla. Široké spektrum měření je doprovázeno programem zkoumajícím srážky těžkých iontů, který se soustřeďuje na kolektivní efekty v kvarkové-gluonové plazmě (QGP), jež vzniká v centrálních srážkách jader olova.

Čeští a slovenští fyzici jsou do experimentu ATLAS aktivně zapojeni. Vědci a studenti z Univerzity Karlovy, Českého vysokého učení technického, Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR, Univerzity Palackého, Zám-

1 Částice obou vstřícných svazků jsou urychlovány v balíčcích letících za sebou ve vzdálenosti 7,5 m, ke srážkám v interakčním bodě tedy dochází každých 25 ns. V řeči částicových fyziků se počtu současných pp srážek říká pile-up.

2 V částicové fyzice existuje spousta zajímavých předpovědí, ale rozhodující je, jak to v přírodě opravdu probíhá, tedy co ukáže experiment.



Obr. 1 Schéma experimentu ATLAS. Čeští a slovenští fyzici se podílejí na konstrukci a provozu vnitřního detektoru (polovodičový pixelový a stripový detektor), elektromagnetického kalorimetru, hadronového kalorimetru Tilecal a detektoru tzv. dopředných protonů (AFP), letících téměř ve směru svazku. AFP je instalován 220 m od středu celého experimentu a není tedy na schématu zobrazen. Upravený obrázek je převzat ze zdroje [2]

Ústav experimentálnej fyziky SAV vo vesmírnych misiách ESA

Ján Baláž

Ústav experimentálnej fyziky SAV, Watsonova 47 040 01 Košice; jan.balaz@saske.sk

Už samotný názov tohto príspevku sa môže javiť ako paradoxný, keďže Slovensko dodnes nie je členskou krajinou ESA a jeho formálne integračné aktivity majú ešte len krátku históriu, charakterizovanú najmä prístupovým programom PECS (*Plan for European Cooperating States*), ktorý začal v roku 2015. Napriek tomu, Ústav experimentálnej fyziky (ÚEF) aktívne prispel a prispieva k viacerým prestížnym misiám ESA vďaka svojej 50-ročnej tradícii v oblasti kozmickej vedy a technológie a bohatej medzinárodnej spolupráci s riadnymi členmi ESA.

Na začiatku bol Interkozmos

ÚEF SAV formálne vznikol 1. januára 1969, pričom jedným z jeho zakladajúcich oddelení bolo Oddelenie kozmického žiarenia (neskôr Oddelenie kozmickej fyziky). Toto pracovisko sa takmer okamžite zapojilo do programu ruských kozmických letov Interkozmos, kde medzi prvé experimenty na palube výskumných satelitov patrilo výskum jadrovej zložky kozmického žiarenia prostredníctvom tzv. nukleárných emulzií, ktoré sa po expozícii v kozme vracali na Zem v návratových moduloch a boli analyzované v laboratórnych podmienkach. Doba si však vyžadovala aj modernejšie metódy detekcie kozmických energetických častíc pomocou elektronických detektorov s prenosom informácie telemetrickým systémom satelitu. Keďže novovznik-

nutý ÚEF ešte nemal personál a funkčnú infraštruktúru na konštrukciu kozmických elektronických detektorov, jeho prvé prístroje pre satelity Interkozmos (IK) boli skonštruované na objednávku na Matematicko-fyzikálnej fakulte Univerzity Karlovej v Prahe a niesli označenie PG-1 (IK-3, 1970), PG-1A (IK-5, 1971) a PG-1B (IK-13, 1975). Medzitým bola na ÚEF založená skupina kozmického inžinierstva a jej prvým kozmickým prístrojom, skonštruovaným už v Košiciach, bol detektor SK-1, ktorý bol do kozmu vynesenej na palube satelitu IK-17 (1977). Nasledovala celá séria úspešných košických detektorov kozmických energetických častíc: DOK-T (Prognoz-8, 1980), DOK-1 (Prognoz-10/Inter-shock, 1985), SPE-1 (IK-24/Aktivnyj, 1989), SONG-E (Coronas-I, 1994), DOK-2X (Interball-X, 1995) DOK-2A (Interball-A, 1996), SONG-EM (Coronas-F, 2001).

Významná bola aj séria detektorov DOK-S, ktoré ÚEF vyvinul v spolupráci s košickou Technickou univerzitou. Tieto pracovali na palube československých (neskôr českých) satelitov Magion 2, 3, 4, 5 (1989–2002), skonštruovaných na Geofyzikálnom ústave ČSAV v Prahe. Zatiaľ poslednou vedeckou aparaturou ÚEF, ktorá pracovala vo vesmíre v rámci ruského vesmírneho programu bol spektrometer energetických častíc MEP-2, (obr. 1), ktorý spoľahlivo pracoval na palube satelitu Spektr-R / Radioastron v rokoch 2011–2019 [1]. Vo vývoji je časticový spektrometer ASPECT-L pre ruskú mesačnú misiu Luna-26/Orbiter.

Misia Mars-96. Na ruskej sonde s členmi ESA

Koniec osemdesiatych rokov minulého storočia vo vtedajšom Sovietskom zväze charakterizovala najmä Gorbačovova „perestrojka“, v rámci ktorej dochádzalo k nebývalému uvoľňovaniu vzťahov so západnými krajinami. To sa prejavilo aj v mierovom výskume vesmíru, kde sovietske vedenie umožnilo inštitúciám zo západného sveta podieľať sa na ruských vesmírnych misiách. Takto sa pracovníci ÚEF mohli pri inštalácii svojich prístrojov stretávať so západnými kolegami z členských krajín ESA, napr. na satelitoch magnetosfé-



Obr. 1 Programovateľný spektrometer kozmických energetických častíc MEP-2 skonštruovaný na ÚEF SAV úspešne pracoval na palube satelitu Spektr-R / Radioastron takmer 8 rokov. Zdroj: ÚEF

Řízená termojaderná fúze v soukromých rukou

Milan Řípa

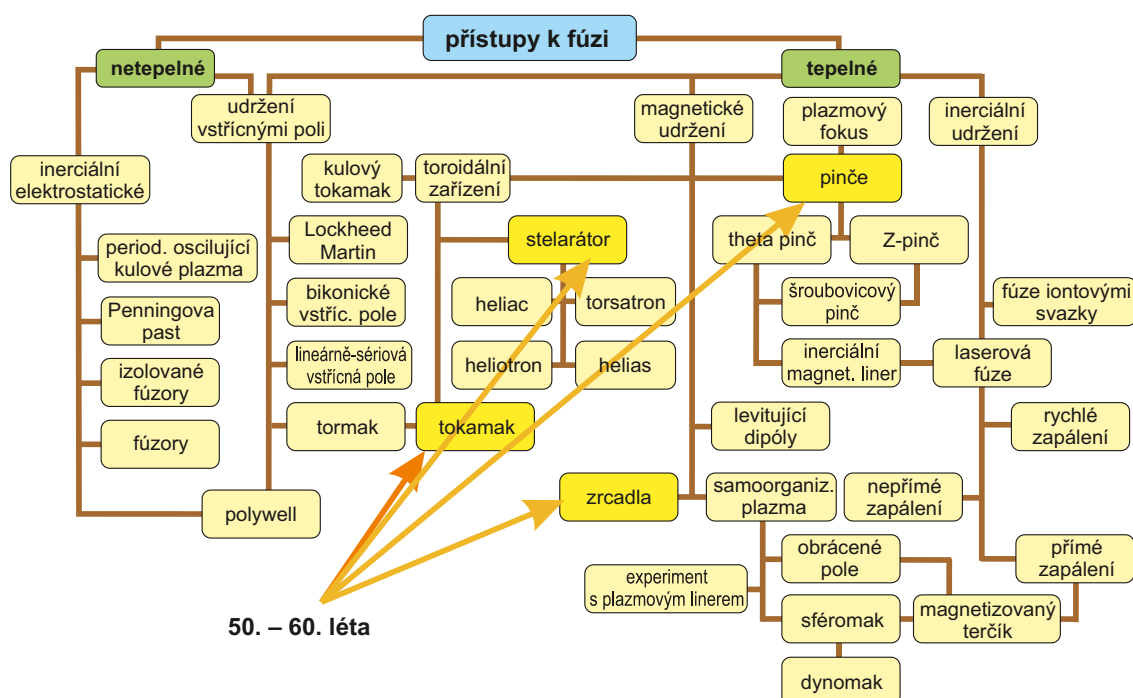
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1; milan.ripa48@gmail.com

Fúzní energie už dnes není příliš vzdálený cíl. Nyní se rutinně provozuje v laboratorním měřítku, ale (zatím) potřebuje více energie k udržení fúzní reakce, než jí uvolní. Cesta ke spolehlivé fúzní energii z magneticky udržovaného plazmatického zdroje vyžaduje vytvoření a pečlivé studium hořícího plazmatu – to je plazmatu, kde ohřevový výkon dostačující k hrazení výkonových ztrát pochází z produktů fúze, tedy α -částic. Abychom mohli začít uvažovat o ekonomické přijatelnosti fúzní elektrárny, musí mít reakce značný energetický zisk neboli faktor „Q“ (poměr výstupního výkonu ke vstupnímu ohřevovému výkonu). Reakce musí vydržet několik minut, nebo lépe hodin. Současný rekord drží evropský tokamak JET se 16 MW fúzního výkonu, který se dostal na dohled hodnoty *breakeven* (příkon = výkon), tedy 24 MW výkonu ohřevu plazmatu.

Šedesátá léta minulého století byla ve znamení hledání cesty, jak zvládnout řízenou termojadernou fúzi. Nápadů, a tedy i experimentálních zařízení bylo hodně. Jen se podívejte na následující obrázek 1. Šípkami jsou vyznačeny přístupy, které přežily do roku 1968. Nakonec zůstaly prakticky pouze tři: tokamak (ten především), stelarátor a laser. Zaostal laser a přidal se kulový tokamak. Soukromá fúze je více méně také nový přístup a dovoluji mi se u ní zastavit déle.

Soukromá fúze se objevila na přelomu tisíciletí ve Spojeném království a Spojených státech. Čím se

liši „soukromá“ fúze od nesoukromé? Základem jejího financování jsou soukromé peníze, ať už jednotlivce, nebo nestátní firmy. Hranice však není zcela ostrá, a tak se občas mísí zdroje obou typů institucí. Zpočátku, to je na přelomu tisíciletí, byla obecným cílem soukromníků fúzní energie připravená k volnému použití do pěti let a založená na „malém“, a tudíž laciném kompaktním reaktoru. Palivem by mohla být směs vodíku a boru – pB11. Tato třetí generace paliv je bezneutronová. Nepotřebuje tritium, ale potřebuje desetkrát vyšší teplotu než její současný konkurent –



Obr. 1 Pokus o přehled zařízení pro výzkum řízené termojaderné fúze v šedesátých letech minulého století. „Zvítězily“ tokamak, stelarátor, pinč a zrcadla.

Ediční poznámka ke článku „ŘÍZENÁ TERMOJADERNÁ FÚZE V SOUKROMÝCH RUKOU“

Jan Mlynář

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, České vysoké učení technické v Praze, Břehová 78/7, 115 19 Praha 1; jan.mlynar@jfifi.cvut.cz

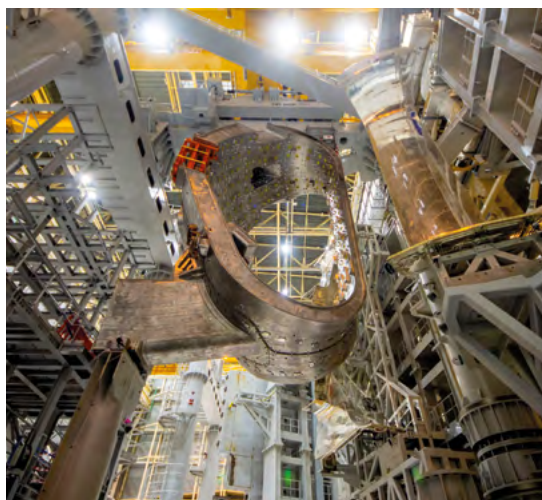
Článek Milana Řípy podává velmi užitečný a poměrně unikátní přehled o současném výzkumu na netradičních cestách směřujících ke zvládnutí užitečné termojaderné fúze. Jako silný zastánce projektu ITER ale cítím určitou povinnost sdílet se čtenáři našeho časopisu i hlavní důvody ke skepsi, kterou většina fúzní komunity k takovým netradičním cestám hluboko ve svých srdcích má.

Je skutečností, že výzkum se zapojením soukromého kapitálu (nebo se zapojením soukromých firem do realizace výzkumných projektů, které mohou být smluvně podpořeny státním rozpočtem) se zejména ve Spojených státech poměrně úspěšně rozmáhá. V případě termojaderné fúze se při našich setkáních na konferencích či při společném výzkumu často ptáme, jakou mohou mít tyto soukromé společnosti motivaci. Asi nikdo nepředpokládá, že by byl soukromý kapitál tak naivní a skutečně věřil, že existuje nějaký spolehlivý, důvěryhodný postup, jak fúzi jako zdroj energie zvládnout v době, která musí být z hlediska návratnosti kapitálu dostatečně blízká, která by měla být určitě kratší než řekneme dvacet let. Ti, kterým jde o zisky, jsou si určité vědomi, že nejsme takoví hlupáci, abychom se takovou cestou nevydali sami, kdybychom o ní věděli. Motivace soukromého kapitálu je s nejvyšší pravděpodobností jiná – většina z nás si myslí, že mu jde o spojení znalostí a finančních prostředků se špičkovým univerzitním prostředím při vývoji špičkových technologií, jakými jsou bezesporu třeba vysokoteplotní supravodiče. Celkem známá je skutečnost, že výroba vodičů z krystalických vysokoteplotních supravodičů je mírně řečeno obtížná, natož pak výroba cívek pro vysoká magnetická pole, a kdo příslušné technologie zvládne, nebude se mít špatně ani bez zvládnutí fúze.

Když už jsme u vysokoteplotních supravodičů, je smutná pravda, že pro pole přes 10 T je třeba i vysokoteplotní supravodiče chladit k teplotám poměrně blízkým k absolutní nule (projekt SPARC uvádí 10–30 K), protože při vysokých magnetických polích se kritická teplota posouvá k nižším hodnotám (a to necháváme stranou, zda vůbec se konstruktérům podaří konfiguraci tokamaku při tak silných polích udržet pohromadě). To je vlastně hlavní výhoda vysokoteplotních supravodičů – že totiž mají větší prostor ke snižování kritické teploty, a tím i ke kontinuálnímu udržování velmi vysokého pole ve velkém objemu.

Málokdo ve fúzní komunitě by také skutečně sázel na světlou budoucnost sférických tokamaků, protože ty významně zlepšují své parametry tím, že zmenšují tloušťku středního sloupce torusu. Jak ho ale zmenšit, když potřebujeme odstínit supravodiče, které se v něm nacházejí, od smrtícího tepla přinášeného fúzními neutrony? Chlazené stínění musí být tak tlusté, že se sférický tokamak v podstatě stává normálním tokamakem... Ano, odborníci přicházejí s nápady, jak aspoň trochu tuto myšlenku využít, jak do budoucna konfiguraci přizpůsobit... ale to vše vyžaduje experimenty, trpělivost, čas a nové nápady.

Snad ještě méně pochopení zaslouží vysloveně „populistické“ projekty směřující přímo k využití svatého grálu fúze – totiž fúze protonu s borem. Při té nevzniká vůbec žádné ionizující záření a tato reakce se skuteč-



Jedna devítina (neboli nonant) toroidální vakuové komory tokamaku ITER dodaný z Korejské republiky byl v dubnu 2021 usazen do speciálního nástroje pro instalaci dvou cívek toroidálního magnetického pole a radiačního stínění. Poté bude sestavený nonant mostovým jeřábem transportován do reaktorové síla.

Tensegritní struktury

Pavla Wegenkittlová a Vladimír Vochozka

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra aplikované fyziky a techniky,
Jerónymova 10, 371 15 České Budějovice; wegenp01@pf.jcu.cz

Na první pohled vzbuzují tensegritní struktury dojem levitace. Avšak gravitaci samozřejmě nepopírají. Jedná se o krásný příklad aplikace základních fyzikálních zákonů a užití fyzikálních principů v praxi. Pojem tensegrita označuje struktury vytvořené na základě tuhých těles pod tlakem v síti tvořené mechanickým napětím.

Pojem *tensegrity* (česky tensegrita) vznikl spojením anglických slov *tensional* (napětí) a *integrity* (celistvost). Jedná se tedy o stabilní celistvé (spojité) struktury, obsahující navzájem se nedotýkající prvky, namáhané tlakovými silami, v síti tvořené mechanickým napětím (tahovými silami). V praxi se nejčastěji jedná o několik nedotýkajících se tyčí propojených předepnutými lany, které zajišťují stabilitu celého systému [1].

Tensegritní struktury mohou být děleny na čisté a nečisté. Čisté tensegrity splňují definici uvedenou



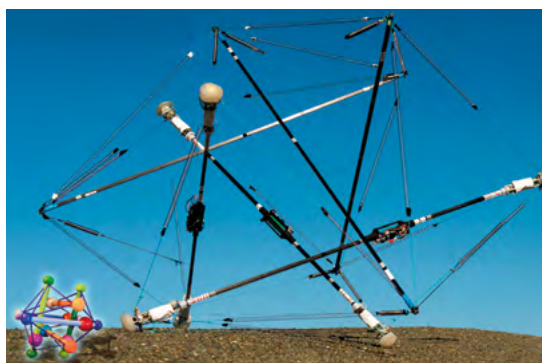
Obr. 1 „Tree I“. Zdroj: [3]

výše – tuhé části, z nichž jsou zkonstruovány, se vzájemně nedotýkají. U nečistých tensegrit se tuhé části dotýkají, bývají spojeny do různých geometrických tvarů [2].

Původně se čisté tensegritní struktury využívají především v architektuře a umění. Jejich ukázkou



Obr. 2 Olympic Hall v Soulu. Zdroj: [4]



Obr. 3 Super Ball Bot. Zdroj: [5]

může být například struktura z kanadského města Bethesda, vytvořená Kennethem Snelsonem a nazývaná „Tree I“ (obr. 1). Na principu tensegrit jsou také konstruovány střechy olympijských stadionů, např. Olympic Hall v Soulu (obr. 2).

Později se tensegrity rozšířily i do dalších odvětví, například robotiky. Tensegritní roboti (obr. 3) jsou navrženi k prozkoumávání neznámých míst, kde na ně



Obr. 4 Sestava z kostek Lego.

budou působit předem neznámé silové účinky. Jejich konstrukce je odolná vůči vnějším silám a pohyb je umožněn změnou délky jednotlivých lan.

Výroba vlastní tensegrity

Ve školním či domácím prostředí jsou jednodušší pro výrobu nečisté tensegrity. Jako materiál jsou vhodné dětské stavebnice (Lego – obr. 4, Cheva), dřívka od na-

Antuková fyzika, chémia a geológia

Karol Jesenák

Katedra anorganickej chémie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava; jesenak@fns.uniba.sk

Tenis sa hrá na území dnešnej Českej a Slovenskej republiky približne 140 rokov. Z toho asi 100 rokov, teda od konca 1. svetovej vojny až po dnešok, je to v exteriéroch takmer výlučne na antukových povrchoch. Je veľmi nepravdepodobné, že sa to v budúcnosti zmení. Na otázku, prečo je to tak, mohli by sme odpovedať jedinou vetou. Je to tradícia. Tento text sa však v úcte k tejto tradícii neobmedzí iba na túto odpoveď. Je tu však ešte jeden dôvod. Komplexnejšia odpoveď je totiž omnoho zaujímavejšia a jednostranne nesúvisí iba s tenisom. Totiž na antuke sa tradične hrávajú aj amatérske súťaže vo volejbale, nohejbale a niekedy aj iných športov.

Krátka história tenisových povrchov

Kolískou tenisu bolo v druhej polovici 19. storočia Anglicko, kde sa hral najmä na trávě. Odtiaľ pochádza aj pôvodný názov tenisu *lawn tennis* – trávnikový tenis. Tenis bol spočiatku výhradou veľmi privilegovanej vrstvy, ktorá si mohla dovoliť znášať náklady na udržiavanie kurtov. Tak to bolo aj v českej a uhorskej časti Rakúsko-uhorskej monarchie. Napríklad na území dnešného Slovenska bol prvý tenisový kurt postavený začiatkom osemdesiatych rokov 19. storočia v záhrade Grasalkovičovho paláca, ktorý je dnes sídlom prezidentky SR Zuzany Čaputovej. Dal ho postaviť arciknieža Fridrich Habsburský, uvádzaný aj

ako Fridrich Rakúsko-Tešínsky (1856–1936). Krátko na to boli kurty postavené v ďalších dvanástich mestách a kúpeľoch, vrátane tých vo Vysokých Tatrách. Zväčša patrili šľachte, armáde alebo uhorským veľkopodnikateľom.

So zvyšovaním záujmu o túto hru začali byť mnohé nevýhody trávnatých kurtov značnou prekážkou. Prvýkrát antuku použil britský tenista William Charles Renshaw (1861–1904) na konci 19. storočia, ktorý je známy najmä ako najúspešnejší britský tenista s dvanástimi titulmi vo Wimbledone, siedmimi v dvojhre a piatimi v štvorhre. Antuka mu slúžila na spomalenie vysychania trávnatých kurtov a získal ju ako odpad z poškodených vypálených hrnčiarskych výrobkov dovezených z Francúzska. Už začiatkom 20. storočia sa antuka stala bežným komerčným výrobkom vyrábaným z tehliarskych výrobkov. Bola však už určená na prípravu samostatnej povrchovej vrstvy tenisových kurtov. Tá predstavovala svojou priepustnosťou vody značný pokrok oproti trávnatému kurtu alebo jeho zdevastovanej podobe obyčajnej udupanej zeme. Nový kurt s týmto povrchom nazvali „Fast-Dry Court“, teda rýchloschnúci kurt (obr. 1). Bol to výstižný názov, pretože väčšina tenistov vedela, že ešte dlho po daždi sa na pôvodných kurtoch hrať nedalo. Tento typ povrchu sa rozšíril po veľkej časti Európy a neskôr aj do iných častí sveta.

Antuka a jej názvy

Náš spoločný český a slovenský názov antuka je odvodený z francúzskeho „*en tout cas*“, čo v prenesenom význame značí niečo ako „za každých okolností“ alebo „do každého počasia“. Neobmedzuje sa však iba na oranžovočervenú drvinu vyrobenú z tehliarskych výrobkov. Napríklad americká zelená antuka sa vyrába z vulkanickej horniny. Červená antuka, tak ako ju poznáme u nás, je najmä v Európe a v Latinskej Amerike a označuje sa ako „red clay“. Americká zelená antuka je rozšírená skôr v USA. Je známa pod názvom



Obr. 1 Priepustnosť antukových kurtov rozhoduje o tom, ako dlho po daždi sa bude na nich hrať tenis. (Horný snímok ráno po daždi >10 mm; dole stav po 5,5 h).

Experimenty na antukovém hřišti



Jan Valenta

Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra chemické fyziky a optiky, Univerzita Karlova, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2; jan.valenta@mff.cuni.cz

Těchto několik experimentů bylo navrženo jako doplněk k předchozímu článku K. Jesenáka. Cílem příspěvku je dokumentovat zajímavost granulárních materiálů typu antuky, které mohou občas překvapit velmi odlišným chováním oproti klasickým homogenním materiálům.

1. Odraz světla od antuky

Antuka může posloužit jako krásné téma spojující výuku různých přírodovědných předmětů – tedy pro mezioborovou výuku nebo „výzkumný“ projekt. My se zde však zaměříme pouze na pár fyzikálních experimentů.

Prvním experimentem bude zkoumání optické odrazivosti antuky. Kromě typického oranžového zbarvení (vysvětleného K. Jesenákem jako důsledek přítomnosti sloučenin železa) si snadno povšimneme rozdílné odrazivosti mezi suchou a mokrou antukou. Podobné ztmavnutí můžeme pozorovat i u jiných rozptýlujících (difuzních) povrchů, např. textilu, po jejich namočení (propocení).

■ **Hypotéza:** Ztmavnutí antuky po navlhčení je způsobeno jednak totálním odrazem na rozhraní voda/vzduch a jednak snížením kontrastu indexu lomu na rozhraní voda/antuka (oproti suchému rozhraní).

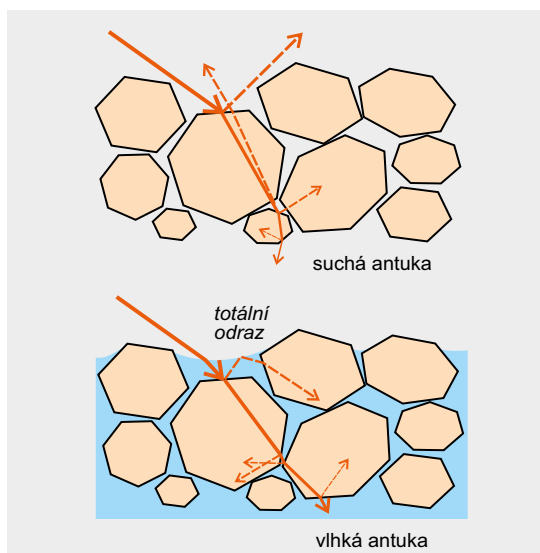
Situaci schematicky znázorňuje obr. 1. Pokud je materiál suchý, může se paprsek odrazit (i vícenásobně) na rozhraní zrn a vzduchu a případně směřovat zpátky nad povrch materiálu. Pokud však jsou póry v materiálu vyplněny vodou (index lomu asi 1,33) a paprsek je odražen k tomuto rozhraní voda/vzduch, může projít, jen pokud je úhel mezi paprskem a normálou k rozhraní menší než mezní úhel. V opačném případě se úplně odrazí zpět (totální odraz). S využitím Snelliova zákona snadno nalezneme podmínku pro mezní úhel α_m (když index lomu vzduchu zaokrouhlíme na 1)

$$\sin \alpha_m = 1/n, \text{ tedy } 49^\circ, \text{ pro } n = 1,33. \quad (1)$$

Dalším faktorem snižujícím odrazivost je vlastní rozhraní vody a zrn materiálu, kde dochází ke snížení kontrastu indexů lomu. Efekt snadno odhadneme pomocí vzorce (2) pro reflexi R_0 kolmo k rozhraní (vyplyvá z Fresnelových vzorců) s uvažováním indexu lomu materiálu 1,55 (což odpovídá jednomu z jílů zvanému montmorillonit)

$$R_0 = (n_1 - n_2)^2 / (n_1 + n_2)^2, \quad (2)$$

pro suché rozhraní $R_0 = 4,7\%$, pro mokré $R_0 = 0,6\%$.

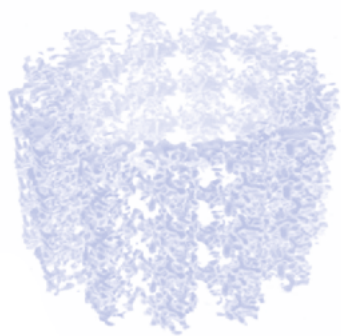


Obr. 1 Schematické znázornění snížení odrazivosti antuky po nasáknutí vodou.

Vidíme, že kolmý odraz mokrého povrchu klesne oproti suchému osmkrát. Nicméně nízká reflektivita i suchého povrchu (několik %) nevysvětluje vysokou odrazivost materiálu, jako je písek (až 40 %). Rozdíl je způsoben jednak tím, že vlastní zrnka málo absorbují světlo, a tak světlo prošlé prvním rozhraním má šanci se odrazet na dalších površích. Dále je třeba si uvědomit, že pro dopad pod velkým úhlem jsou odrazivosti podstatně větší (uvažujeme nepolarizované světlo), zejména pro úhly nad 60° rychle rostou až k úplné odrazivosti pro 90° (viz Fresnelovy vztahy) – také se stírá závislost na kontrastu indexu lomu. V zrnitém materiálu je šance na odraz pod velkým úhlem vysoká.

Experimentální určení odrazivosti antuky

K jednoduchému experimentu nám bude stačit digitální kamera a referenční vzorek, kterým bude šedá fotografická tabulka (typ 13, www.danes-picta.com). Vybrané místo hřiště lokálně provlhčíme vodou z lahve a vedle suchého a mokrého rozhraní položíme tabulku a vyfotografujeme (obr. 2). Jelikož není naše tabulka zcela difuzní, ale má i mírný zrcadlový odraz, je vhod-



Vědci dokážou novým mikroskopem zobrazit pohyblivý hologram

Jana Žďárská

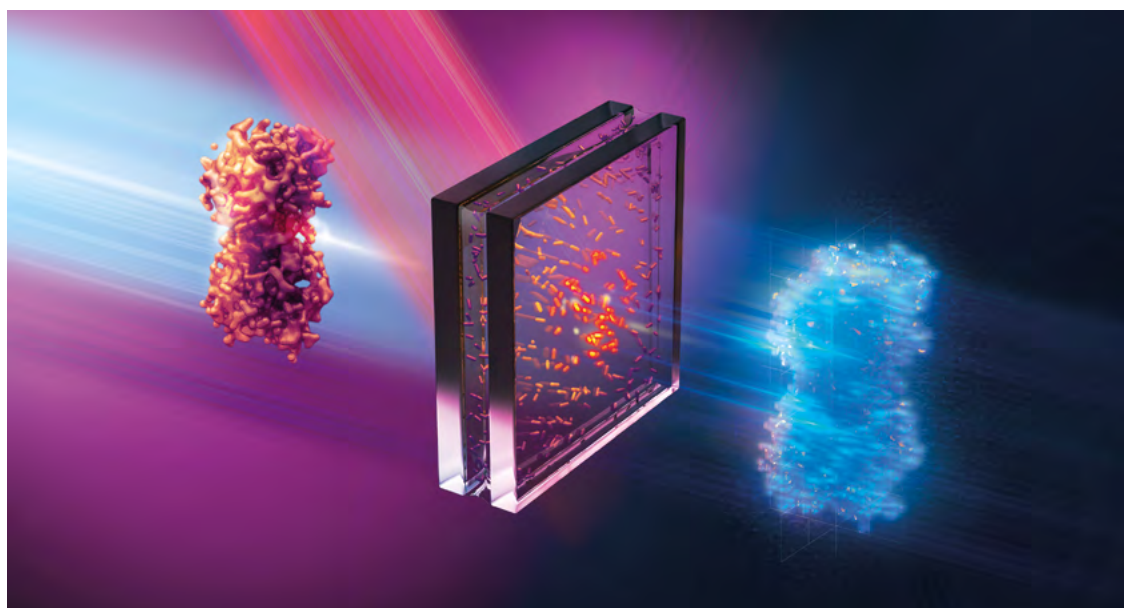
Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Procesy, které řídí chování a život buněk, jsou velice rychlé a pomíjivé. Technologie vyvinutá výzkumníky z Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR umožňuje prostřednictvím optického mikroskopu poskládat z neustále se pohybujícího vzorku trojrozměrný obraz. Tímto způsobem lze detailně pozorovat biologické struktury o velikosti několika desítek nanometrů.

Výzkum nového týmu Nano-optika pod vedením Mgr. Marka Piliarika, Ph.D., se zaměřuje na získávání nových poznatků o interakci světla s hmotou na nanoskopické úrovni pod hranicí difrakčního limitu světla a vývoji nových experimentálních metod k řešení aktuálních otázek v biologii, biofyzice a chemii. K tomu využívá celou řadu experimentálních metod, zaměřených převážně na analýzu jednotlivých nanočástic nebo molekul. Badatelé v laboratořích využívají optickou mikroskopii, laserovou spektroskopii, kvantovou optiku, optiku blízkého pole a plazmoniku. Tyto vědecké metody dále kombinují s rozličnými měřicími technologiemi a také s moderními chemickými a bioanalytickými metodami a biotechnologiemi.

Čerstvě vyvinutá mikroskopická metoda s novou technologií modulátoru světla využívá tzv. prostorový modulátor světla, který pracuje s odezvou pouhých 70 mikrosekund a umožňuje tak zobrazit trojrozměrnou hloubku pozorovaného vzorku. „Tato ultracitlivá metoda posouvá možnosti optické mikroskopie až na úroveň jedné molekuly, což dosud nebylo možné,“ říká Marek Piliarik, vedoucí vědeckého týmu Nano-optika Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR.

Čím menší detaily totiž vědci pozorují, tím rychleji se vzorek pod mikroskopem mění. „Avšak rychlost, kterou bylo potřeba zaostřovat na pohybující se molekuly, převyšovala více než stonásobně možnosti i těch nejlepších modulátorů světla. Toto omezení jsme vyřešili novou



Obr. 1 Zjednodušené znázornění funkce prostorového modulátoru fáze. Modrý paprsek světla zobrazuje biomolekulární strukturu. Červený paprsek ovlivňuje průchod modrého paprsku speciální vrstvou prostorového modulátoru fáze (uprostřed), aby vznikl virtuální „holografický“ obraz (ztvárněný vpravo). Ilustrační obrázek: NeuronCollective



Zdeněk Bardon Foto: Pavel Rapavý

„Úspěch je chůze od neúspěchu k neúspěchu bez ztráty nadšení.“ Winston Churchill

Titul Čestný člen IAU míří opět do Čech

Jana Žďárská

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

Novým čestným členem Mezinárodní astronomické unie (IAU) se stal konstruktér, astrofotograf, fotoambasador, popularizátor astronomie a zakladatel soutěže Česká astrofotografie měsíce Zdeněk Bardon. Na toto prestižní ocenění byl nominován za svůj významný přínos v oblasti modernizace astronomických přístrojů a popularizace astronomie. Nominaci potvrdila prostřednictvím tiskové zprávy generální tajemnice IAU prof. Teresa Lago v květnu 2021.

Zdeněk Bardon získává toto prestižní ocenění teprve jako druhý občan České republiky, a to na základě nominace Českého národního komitétu astronomického (ČNKA), jejímž předsedou je prof. RNDr. Jan Palouš, DrSc. Jako první jej v roce 2018 získal RNDr. Jiří Dušek, ředitel Hvězdárny a planetária Brno za mimořádnou podporu rozvoje astronomie v České republice, jakož i úsilí o rozvoj vědy v české společnosti z pozice člena Senátu ČR.

Mezinárodní astronomická unie (International Astronomical Union, IAU) je mezinárodní organizace, sdružující profesionální i amatérské astronomy a národní astronomické společnosti světa. Byla založena v roce 1919 a sídlí v Paříži. Unie má již téměř 14 000 členů a z České republiky (IAU od roku 1922) mezi nimi figurují mimo jiné např. prof. Jan Palouš, Dr. Jiří Grygar, doc. Luboš Perek či prof. Petr Heinzel. V letech 1967 až 1970 byl jejím generálním tajemníkem doc. RNDr. Luboš Perek, DrSc. IAU pořádá každé tři roky valné shromáždění, všeobecně nazývané astronomický kongres. Toto valné shromáždění hostila



Obr. 2 Ukázka světelného znečištění v okolí Hradce Králové. Foto: Zdeněk Bardon

již dvakrát i Česká republika, a to v letech 1967 a 2006. To druhé (26. shromáždění) proběhlo 14.–26. srpna 2006 v Kongresovém centru v Praze. Mnozí z nás si tuto událost pamatují především ve spojitosti s tím, že v jejím průběhu bylo po všeobecném hlasování členů IAU ze seznamu planet Sluneční soustavy vyřazeno Pluto.

V srpnu 2018 IAU představila novou kategorii svých čestných členů – ocenění *Honorary Member of the IAU*. Účelem zavedení této kategorie je poskytnout oficiální uznání jednotlivcům, kteří významně přispěli k povýznamnou měrou přispěli k rozvoji světové astronomie, ale kteří se na základě stanovených podmínek členství nemohou stát řádnými členy této unie. Nominované osoby mohou být přijaty výkonným výborem IAU po jmenování jejich národním výborem pro astronomii (NCA). Ocenění Honorary Member of the IAU může být uděleno pouze v kongresových letech, to znamená jednou za tři roky. Návrh může být pouze jeden.

Vzhledem k pandemii covidu-19 jsou některé oficiální procedury odloženy a webová prezentace IAU bude teprve zveřejněna.

Zdeněk Bardon se narodil v roce 1961, vystudoval obor mechanik měření a regulace v Nové Pace. Je jedním ze zakladatelů společnosti ProjectSoft, nositelem prestižního ocenění Čestný člen Mezinárodní astronomické unie (IAU), členem České astronomické společnosti (ČAS), Slovenského svazu astronomů (SZA), profesionální Evropské astronomické unie (EAS), zakladatelem a předsedou České astrofotografie měsíce (ČAM) a od roku 2018 také ESO Photo Ambasadorem. Je autorem dvou knih – *Bačkorový astronom. Od brýlových čoček až po NASA a Bačkorový astronom na cestách za tmou*. V profesním životě se zabývá automatizací v potravinářském průmyslu a robotizací astronomických observatoří. V soukromém životě je nadšeným amatérským astronomem a astrofotografem.

V každém případě je jmenování už druhého kandidáta prestižním úspěchem České astronomické společnosti a potvrzením českých astronomických tradic ve světě.

Odkaz na webové stránky IAU: <https://www.iau.org/news/announcements/detail/ann18051/>



Obr. 1 Mléčná dráha nad Dánským dalekohledem (1,54) v La Silla. Foto: Zdeněk Bardon



Obr. 3 Dvoumetrový Perkův dalekohled na observatoři Astronomického ústavu Akademie věd ČR v Ondřejově. Foto: Zdeněk Bardon

Fyzika v chemickém výzkumu na Heyrovského ústavu

Jana Žďárská

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

Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR je veřejná výzkumná instituce rozvíjející vědecký odkaz nositele Nobelovy ceny prof. Jaroslava Heyrovského v oborech spojených s fyzikální chemií. V současné době zde funguje 12 oddělení a špičkovému základnímu i aplikovanému výzkumu se zde věnuje přes dvě stě vědkyň a vědců. Teoreticky poznané a experimentálně získané znalosti fyzikálně-chemických dějů jsou aplikovány do oblastí průmyslové katalýzy, výroby a uchovávání energie, zdravotnictví i do oblasti životního prostředí.

Ústav vznikl v roce 1972 sloučením Ústavu fyzikální chemie a Polarografického ústavu, jež oba byly součástí tehdejší Československé akademie věd (ČSAV). Polarografický ústav, vedený prof. Jaroslavem Heyrovským jako prvním ředitelem, byl založen v roce 1950 a o dva roky později se stal součástí nově konstituované ČSAV. Ústav fyzikální chemie, vedený prof. Rudolfem Brdičkou jako prvním ředitelem, byl založen v roce 1955 rozšířením Laboratoře fyzikální chemie, vzniklé v roce 1953 v rámci ČSAV. Spojením vznikl Ústav fyzikální chemie a elektrochemie J. Heyrovského ČSAV, jehož ředitelem byl jmenován prof. A. A. Vlček. V roce 1988 se pak celý ústav přestěhoval do nově postavené budovy v akademickém areálu na Praze 8, což vedlo k radikálnímu zlepšení pracovních podmínek, umožňujících další rozvoj ústavu.

V současné době je ředitelem tohoto výzkumného ústavu prof. Martin Hof, Dr. rer. nat., DSc., a ve 12 výzkumných odděleních zde pracuje mnoho vědců a vědkyň od nadějných mladých badatelů po světově uznávané špičkové odborníky, přičemž 40 % z nich je zahraničních.

Zástupce ředitele pro vědu prof. RNDr. Patrik Španěl, Dr. rer. nat., k tomu dodává: „Náš ústav v hojné míře podporuje mladé vědce. K tomu slouží program J. Heyrovský Young Scientist, jehož úkolem je udržet mladé vědce na půdě ústavu i do budoucna. Systém funguje tak, že vybíráme jednoho nebo i více vědců do 35 let a poskytujeme jim záruku jistoty místa, kde je jasně definovaná motivace a příležitost. Podobným způsobem přistupujeme i k vytváření příležitostí jak pro muže, tak i pro ženy vědkyně s cílem rovného zastoupení mužů a žen ve vedoucích funkcích ústavu. Dalším důležitým úkolem a vizí do budoucna je i transfer technologií z vědeckého výzkumu do praktického použití.“

Ve výzkumných odděleních ústavu je tak praktikováno využití důležitých fyzikálních principů v různorodém, chemicky orientovaném výzkumu. Z počtu publikací, které vědci ústavu vydávají, tvoří články v oboru fyziky podstatnou část. „Můžeme konstatovat,

že více než čtvrtina publikací je přímo z oboru fyziky včetně biofyziky a spektroskopie, další třetina je z mezioborových oblastí, jako jsou environmentální a materiálové vědy a nanovědy, a publikujeme i v oboru astronomie,“ připomíná prof. Patrik Španěl.

Fyzika či fyzikální metody výzkumu jsou pro výzkumnou práci zásadní a prolínají se jednotlivými odděleními ústavu:

- oddělení teoretické chemie – vedoucí doc. Mgr. Jiří Pittner, Dr. rer. nat., DSc., výzkum nových *ab initio* kvantově chemických metod, založených na kvantové fyzice, a jejich použití pro výzkum interakce elektronů a molekul, molekulové dynamiky, elektronové struktury pevných povrchů, klastrů, nanostruktur a kvantových rezonancí;
- oddělení výpočetní chemie – vedoucí RNDr. Martin Srnec, Ph.D., výzkum na základě poznatků kvantové fyziky, vytváření počítačových programů, které umožňují počítat struktury a vlastnosti mole-



Obr. 1 Fyzika či fyzikální metody výzkumu se prolínají mnoha odděleními ústavu a jsou zásadní pro výzkumnou práci jednotlivých oddělení: Foto: Jana Plavec

Ústav fyzikální chemie
J. Heyrovského

STRUKTURA KRÁSY – MAKROFOTOGRAFIE NEROSTŮ V OBRAZECH

Výstava prof. Svatopluka Civiše na MFF UK

Jana Žďárská

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

Výstava obrazů s názvem Struktura krásy představuje makrofotografie rozmanitých nerostů, pocházejících z vápencových bloků z oblasti hory Gross Glockner v Alpách. Velkoformátová plátna, jejichž autorem je významný fyzikální chemik profesor Svatopluk Civiš, zdobí prostřednictvím Malé galerie vědeckého obrazu chodbu poblíž knihovny Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy na Karlově.

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy (MFF UK) působí v několika pražských budovách. Když byla v roce 1952 zřízena jako samostatná fakulta, sídlila zpočátku na Karlově a Albertově, později pak i na Malé Straně, v Karlíně a v Troji. A právě v budově na Karlově nyní probíhá výstava makrofotografií nerostů prostřednictvím unikátních a nevšedních obrazů Svatopluka Civiše.

V budově MFF UK na Karlově probíhají výstavy již od roku 2004. Tehdy přišel s nápadem zřídit v budově výstavní prostory profesor Jan Valenta, který k tomu dodává: „Galerie vznikla, když jsem po návratu z postdoku začal působit na fakultě a chodil jsem kolem knihovny podél takové dlouhé prázdné zdi. Napadlo mě tam udělat galerii. Tehdejší proděkan pro rozvoj prof. Sedlák souhlasil a odpověděl: „Tak to udělejte.“ Tož jsem to vybudoval a také se začal učit, jak dělat kurátora.“

Současná výstava v Malé galerii vědeckého obrazu MFF UK Struktura krásy je již 91. v pořadí a je vkusně instalována na stěně chodby poblíž knihovny, kde se stýkají kroky studentů, pedagogů a dalších příchozích.



Obr. 1 Autor výstavy profesor Svatopluk Civiš představuje makrofotografie rozličných nerostů, pocházejících z vápencových bloků z oblasti hory Gross Glockner v Alpách. Foto: Jana Žďárská



Obr. 2 Autor výstavy záměrně obrazy nepojmenoval, aby tak ponechal prostor pro fantazii návštěvníkům výstavy. Foto: David Žďárský

„Snahou bylo ukázat návštěvníkům především krásy vědeckého zobrazování a případně je i trochu poučit o zobrazovacích metodách – pedagogicky působit především na studenty, kteří se v těchto prostorách pohybují, sedávají tu a po obrazech se dívají,“ podotýká Jan Valenta.

Výstava představuje makrofotografie rozličných nerostů, pocházejících z vápencových bloků z oblasti hory Gross Glockner v Alpách. Jejich inspirativní struktura, protkaná vlákny druhotných sedimentárních nerostů, spolu s velikostí jednotlivých obrazů působí na návštěvníka v mnoha ohledech a nutí jej pozorovat jednotlivá díla z různých úhlů či vzdáleností. Kurátor výstavy Jan Valenta vysvětluje: „Ve velkých formátech působí tyto přírodní struktury velmi přitažlivě. Těžko od nich odtrhnete oči, protože ty budou bloudit po obraze a váš antropomorfní počítač v hlavě bude hledat a nabízet analogie viděných struktur z naší lidské zkušenosti.“

Velkoformátové obrazy jsou zajímavě hravé a jemně nabádají procházející studenty, pedagogy i běžné

NENOVISION – KOMPAKTNÍ MIKROSKOPY ATOMÁRNÍCH SIL LITESCOPE

Rozhovor s Ing. Janem Neumanem, Ph.D., zakladatelem
a výkonným ředitelem společnosti NenoVision s. r. o.

Jan Neuman¹, Jana Žďárská²

¹NenoVision s.r.o., Purkyňova 649/127, 612 00 Brno; jan.neuman@nenovision.com

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

Společnost NenoVision jako spin-off technologického institutu CEITEC vyvinula přístroj LiteScope, přídavné zařízení k elektronovým mikroskopům, které umožňuje zobrazovat povrch zkoumaného vzorku ve 3D a také měřit například magnetické a elektrické vlastnosti vzorku pomocí tzv. mikroskopie atomárních sil. LiteScope tak primárně umožňuje vědcům zkombinovat výhody těchto dvou často využívaných mikroskopických technik. O vizích a plánech společnosti NenoVision i o tom, proč to všechno začalo lanovkou na ohryzky, jsme hovořili s jejím zakladatelem a výkonným ředitelem Ing. Janem Neumanem, Ph.D.

Jana Žďárská: Vážený pane doktore, vaším medailonkem probleskuje zájem o fyziku téměř v každé větě. Vystudoval jste obor Fyzikální a materiálové inženýrství na Fakultě strojního inženýrství VUT v Brně a v tomto oboru i pracujete. Zajímala vás fyzika již od dětství, nebo jste měl nějaké jiné vysněné povolání?

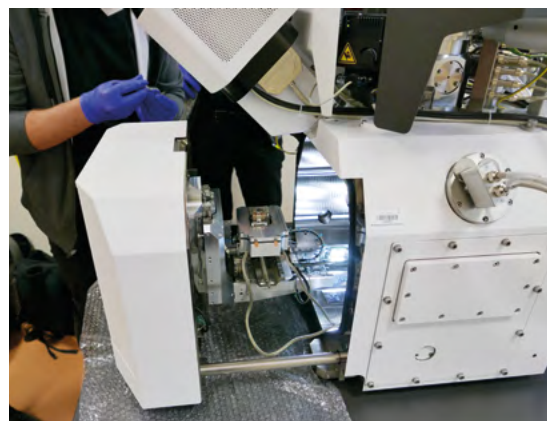
Jan Neuman: Technika mě jednoznačně zajímala už od dětství – jako malý jsem si zkoušel stavět různé věci a měl zápisník svých dětských vynálezů. Postupem času mě začala bavit i ekonomika, takže jsem nakonec stál mezi rozhodnutím fyzika, nebo ekonomika. Fyzika vyhrála, ekonomiku a obchod se doučuji celoživotně.

JŽ: Mohl byste našim čtenářům přiblížit, jak takový zápisník vašich dětských vynálezů vypadal a na který svůj vynález jste byl nejvíce pyšný? A podařilo se vám některý z nich i zrealizovat?

JN: Musím se přiznat, že zápisník mi svědomitě vedla moje starší sestra Lenka. A z toho, co si pamatuji, jsem



Obr. 1 Mladý Jan Neuman lepí model letadla z balzy a připravuje se tak na jemnou práci s nanotechnologiemi.



Obr. 2 LiteScope v komoře elektronového mikroskopu.

byl nejpyšnější na návrh automatického vyhazovače ohryzků od jablek pro moji maminku. Ta má totiž velmi ráda jablka a vždycky s tím z obývacího musela běhat do koše. Tak jsem vymyslel takovou lanovku, která by jí ty ohryzky do koše odvezla, aby tam s nimi nemusela chodit. Bohužel mi to naši nakonec nedovolili realizovat, protože by to znamenalo značné úpravy bytu. A pak jsem měl ještě jeden zajímavý vynález, a to byl dětský vysavač. Samozřejmě že mě nebavilo vysávat, a tak mě napadlo, že na tříkolku přidělám vysavač, a děti pak budou jezdit na tříkolce po bytě a vysávat jej. Prostě spojit příjemné s užitečným. Bohužel jsem to také nedotáhl a dnes už jsou robotické vysavače, které ani nepotřebují to dítě. Takže vynález zase zůstane v katalogu.

JŽ: Jak vaše vynálezy hodnotili vaši rodiče? Podporovali vás v zájmu o techniku?

JN: U nás byl vždy pozitivní vztah k technice a rodiče mi vždy dávali docela volnost v tom, co mě baví.

Vzpomínky na profesora Karla Vacka

Jan Valenta¹ a Ivan Pelant²

¹ Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra chemické fyziky a optiky, Univerzita Karlova, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2; jan.valenta@mff.cuni.cz

² Fyzikální ústav AV ČR, Cukrovarnická 10, 162 00, Praha 6; pelant@fzu.cz

V pátek 19. února 2021 zemřel náhle ve věku devadesáti let prof. RNDr. Karel Vacek, DrSc., bývalý děkan Matematicko-fyzikální fakulty UK, zakladatel a dlouholetý vedoucí katedry fyziky pro přírodovědné obory / katedry chemické fyziky, známý odborník v oboru fotofyziky a fotochemie.

V této vzpomínce na našeho učitele a kolegu bychom rádi přiblížili méně formálním způsobem osobnost Karla Vacka, pokusili se nastínit dobové podmínky a kontexty (tolik odlišné od podmínek posledních 30 let), vycházejíce přitom především z osobních vzpomínek a archivních dokumentů.

Neformální životopis

Karel Vacek se narodil 4. srpna 1930 v Havlíčkově Brodě do velmi skromných poměrů. Vyprávěl nám o tom, že mnoho příbuzných odešlo do Ameriky, kde osídlili půdu jako zemědělci (Nebraska). Jeho samého motivovala ke studiu teta, která byla učitelkou. A tak po maturitě na havlíkobrodském gymnáziu nastoupil na Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze, kde studoval obor fyzika–chemie.



Obr. 1 Karel Vacek v době výkonu povinné vojenské služby – výložky ukazují zařazení u „protivzdušné obrany“.



Obr. 2 Jedinečná fotografie z pražského letiště roku 1953, poté co pracovníci MFF vyprovodili polské hosty z Československo-polského setkání fyziků. Zleva doprava stojí (dle původního popisku K. Vacka): prof. Miloslav A. Valouch, Dr. Emanuel Klier, prof. Ladislav Zachoval, Dr. Josef Šedivý, prof. Zdeněk Matyáš, asistent Karel Vacek, asistent Litzmann.

V roce 1953 pak Karel Vacek (obr. 1) započal svou dlouhou akademickou dráhu na tehdy čerstvě založené (1952) Matematicko-fyzikální fakultě (MFF) Karlovy univerzity, když získal od 1. května místo asistenta na katedře fyziky (zprvu na částečný úvazek). Pracoval se svým školitelem prof. Ladislavem Zachovalem (obr. 2), který byl vedoucím uvedené katedry a po jejím rozdělení na tři katedry roku 1954 vedl katedru obecné fyziky a mechaniky. Posléze byl Zachoval v letech 1956–65 ředitelem obnoveného Fyzikálního ústavu KU¹ (FÚKU) [1]. V polovině 50. let se skupina prof. Zachovala zabývala především tématy fotofyziky a fotochemie fotografického procesu ve stříbrných halogenidech [2]: „intermitenčním zjevem, ... chemickou senzibilací a iontovou vodivostí fotografické emulze“ [3]. V tomto období spolupracoval Vacek v teoretických otázkách s významným teoretikem pevných látek prof. Zdeňkem Matyášem (1914–1957) – jeden z modelů vzniku latentního obrazu (základu klasického fotografického procesu), zahrnující vliv dislokací, jsme označovali jako Matyášův–Vackův [4]. Je zřejmé, že „Matyáš silně

1 Tak zněl oficiální název ústavu, který sváděl k familiárnímu označení „fukulík“.

Abstracts of review articles

Jiří Chýla:

Has a "new physics" been discovered at Fermilab and CERN?

The Standard model of particle physics is extraordinarily successful for quantitative description of almost all properties and interaction of quarks and leptons, which are currently considered as fundamental constituents of matter. This article reviews two recent measurements, which indicate possible phenomena beyond the Standard model, i.e. the anomalous magnetic moment of muons and rare decay of positively charged mesons containing quark b, which might have the same origin of existence as a new kind of particle called leptoquarks.

Tomáš Davídek:

Participation of Czech and Slovak physicists in the ATLAS experiment

The ATLAS experiment is the largest particle physics detector installed at the Large Hadron Collider in CERN, which measures proton-proton (or lead-lead) collisions at the highest energies achievable in the world. Precise measurements of physical processes and properties of particles extends our understanding of elementary particles and their interactions. This contribution focuses on recent analyses, which significantly benefitted from Czech and Slovak physicists' participation. Additionally, a brief summary of detector upgrade activities is also given.

Ján Baláž:

Institute of Experimental Physics of the Slovak Academy of Sciences in ESA space missions.

The Institute of Experimental Physics has more than fifty years of experience in the preparation of scientific space missions, especially within the Russian "Interkosmos" space flight program. Despite the fact that Slovakia is still not a full member of ESA, the institute significantly contributed

to the preparation of several missions, this is thanks to its rich international cooperation with scientists from ESA member countries.

Milan Řípa:

Controlled thermonuclear fusion in private hands

Until the turn of the millennium, funding for research on controlled thermonuclear fusion was the domain of public institutions, either via government ministries or state universities. After the first timid attempts (KMS fusion, EMC2), there are now more than a dozen private companies involved in controlled fusion. The "Private Entrepreneurs" article focuses attention on a few companies (Keeve Milton Siegel Fusion, General Fusion, Tokamak Energy, TAE Technologies, Commonwealth Fusion Systems, and many others), and briefly mentions others. In this article, the author tries to analyse the possibilities of private companies and compares them with the successes of private enterprise in space travel research. The difference between the two areas is emphasized: while space travel research has long since gone beyond basic research, no fusion power plant is yet operational. The more demanding and costly part of the research awaits the private sector, i.e. basic research. Close cooperation between private and public fusion sectors is described, which is beneficial for both financing options, especially in the United States. The conclusion is clear, public and private finances are helping to overcome the same and long-standing goal, which is to harness fusion energy for electricity generation. The role of private partners can in no way be downplayed.

Pavla Wegenkittlová and Vladimír Vochozka: Tensegrity structures

At first glance, tensegrity structures give the impression of levitation, but, of course, they do not deny gravity. They are a beautiful example of the application of basic physical laws and applying physical principles in practice. The term tensegrity refers to structures formed by rigid bodies under pressure in a network formed by mechanical tension.

Rozšiřte možnosti in-situ analýzy pomocí

AFM do SEMu

LiteScope™

- Přesná lokalizace míst zájmu využívající SEM
- 3D topografie se sub-nanometrovým rozlišením
- In-situ podmínky analýzy bez přenosu a kontaminace vzorků
- Unikátní technologie CPEM pro přesnou korelaci AFM a SEM
- Analýza mechanických, elektrických a magnetických vlastností

Hlavní aplikační oblasti



Materiálové vědy



Nanostruktury



Polovodiče



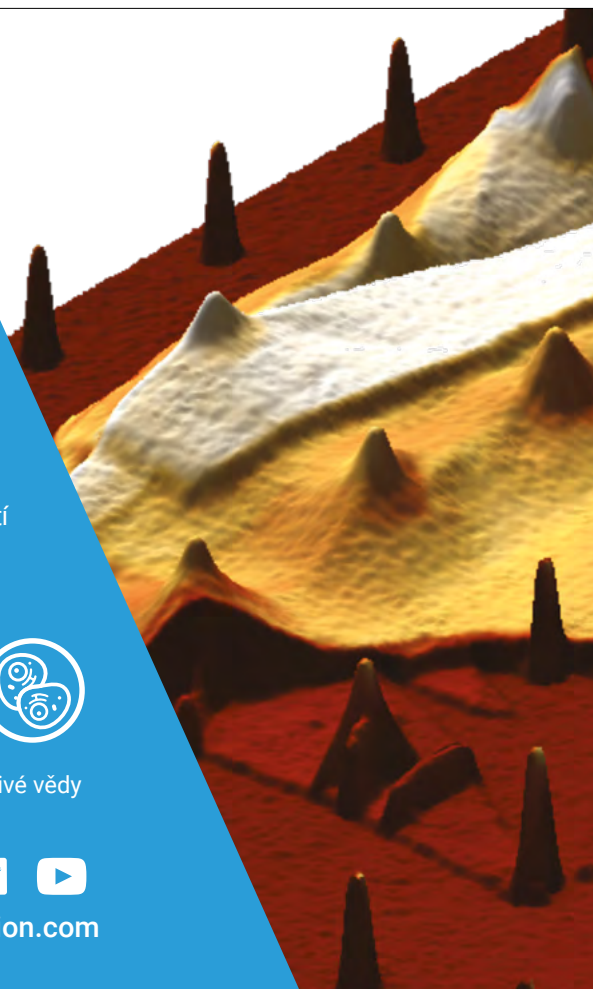
Živé vědy



NenoVision



www.nenovision.com



NOC VĚD CŮ

$t_{(\text{téma})} = \text{ČAS}$

24.09.2021

Kolik času zbývá? Záleží na úhlu pohledu. Čas můžeme a nemusíme měřit. Vybízí ale k nekonečné fantazii a otevírá dobrodružný svět. Odhalme společně tajemství relativity, nesmrtelnosti, stárnutí nebo vývoje. Přijďte včas a poznejte čas nejen jako fyzikální veličinu.

MINULÝ

PŘÍTOMNÝ

BUDOUCÍ

www.nocvedcu.cz