

# Dny otevřených dveří - 2015

Název ústavu:	<b>Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.</b>	
Adresa místa konání:	Na Slovance 2, Praha 8 – Libeň <b>(vchod z ulice Pod Vodárenskou věží 1)</b> Cukrovarnická 10, Praha 6 – Střešovice Dolní Břežany, Laserové centrum HiLASE, Za Radnicí 828	
Datum a doba otevření:	5. 11.	9 až 16 hod. – pro školy
	6. 11.	9 až 15 hod. – pro školy
	7. 11.	14 až 18 hod. (Břežany HiLASE – 10-12h)

## Telefon pro styk s veřejností

Pracoviště <b>Slovanka</b>	Hana Waňková, Anna Körblerová: tel. 266 052 121 e-mail: <a href="mailto:secretary@fzu.cz">secretary@fzu.cz</a>
Pracoviště <b>Cukrovarnická</b>	Jiřina Pilná, tel. 220 318 499 e-mail: <a href="mailto:pilna@fzu.cz">pilna@fzu.cz</a>
Pracoviště <b>Dolní Břežany</b>	Mgr. Radka Kozáková, tel. 601 560 164 (HiLASE) e-mail: <a href="mailto:kozakova@fzu.cz">kozakova@fzu.cz</a> Mgr. Hana Strnadová, tel. 601 560 333 (ELI Beamlines) e-mail: <a href="mailto:hana.strnadova@eli-beams.eu">hana.strnadova@eli-beams.eu</a>

Jméno kontaktní osoby, určené pro komunikaci s organizátory:  
RNDr. Michael Prouza, Ph.D., vědecký tajemník FZÚ  
tel. 266 052 660, mobil: 776 868 906, e-mail: [prouza@fzu.cz](mailto:prouza@fzu.cz)

## Krátká anotace ústavu

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. (FZÚ) je veřejná výzkumná instituce, zaměřená na základní a aplikovaný výzkum v oblasti fyziky. Zřizovatelem FZÚ je Akademie věd České republiky. Současný program ústavu zahrnuje šest oblastí: fyziku elementárních částic, kondenzovaných systémů a pevných látek, optiku, fyziku plazmatu a laserovou fyziku, kterým odpovídá členění do vědeckých sekcí. Více informací o FZÚ, organizační struktuře a řešených vědeckých tématech naleznete na <http://www.fzu.cz>.

Budou připraveny ukázky a výklad k následujícím tématům:

**na pracovišti „Slovanka“**

### ***Materiály s tvarovou pamětí***

Materiály s tvarovou pamětí jsou moderní materiály vyvíjené pro své neobvyklé funkční vlastnosti, jako jsou: tvarová paměť, schopnost vyvolat mechanický pohyb či působit vratně na své okolí silou při vyvolané změně teploty, elektrického či magnetického pole. Materiály s tvarovou pamětí mohou být kovy, ale i polymery, keramiky a nejrůznější hybridní kompozity uměle vyrobené z těchto materiálů. V technických zařízeních mohou nahradit složitější zařízení jako spínače či motory, jejich ovládání je jednoduché a lze je v podstatě libovolně zmenšovat. Během krátké návštěvy budou vysvětleny principy, metody studia a technické využití jevů tvarové paměti v kovech související s tepelně řízenou martenzitickou fázovou transformací, principy aktuace pomocí magnetického pole v kovech a kompozitech, či funkce elektroaktivních polymerů.

Kontakt: O. Heczko, L. Heller, J. Kopeček

### ***Diamantové vrstvy zrozené z plazmatu***

Návštěvníci se mohou přímo v laboratoři seznámit s originální konstrukcí a činností plazmové technologické aparatury, která pomocí pulzního mikrovlnného výboje ve směsi reakčních plynů metanu a vodíku připravuje čisté či bórem dopované nanokrystalické diamantové vrstvy na podložky z křemíku, skla, křemene, nerez, titanu, atd. Homogenní distribuce energie ve velkém objemu reakčního plazmatu je dosaženo speciální konfigurací lineárních antén (vypočítanou metodou konečných elementů) generujících výboj v depoziční komoře. Vytvářené diamantové vrstvy nalézají moderní aplikace v medicíně např. jako biokompatibilní povlaky implantátů a cévních stentů.

Kontakt: F. Fendrych

### ***Centrum funkčních nanomateriálů*** ***Projekty : SAFMAT-FUNBIO***

Využití nanotechnologií a nanomateriálů je velmi rozsáhlé, již v současnosti nalézají uplatnění v mnoha oblastech běžného života. Centrum pro analýzu materiálů zahrnující projekty SAFMAT a FUNBIO je zaměřeno na výzkumu struktury a vlastností pokročilých funkčních materiálů pro optiku, elektroniku, strojnictví a energetiku na jedné straně a materiálů a postupů pro bioaplikace a lékařství na straně druhé.

Během exkurze budou názorně demonstrovány fyzikální metody a postupy analýzy nanomateriálů na unikátních přístrojích:

- NanoESCA přístroj spojující elektronovou mikroskopii s elektronovou spektroskopií pro chemickou analýzu pro výzkum nízkorozměrných nanostruktur např. grafén.
- Elektronová paramagnetická spektroskopie pro měření poruch v krystalech scintilátorů a polovodičů a struktury organických molekul.
- Bude představcem nový skenovací elektronový mikroskop (SEM) Tescan FERA3 včetně plazmového fokusovaného iontového svazku využívajícího ionty Xe pro

nanoobrábění a studium materiálů. Tento přístroj umožňuje provádět také analýzu prvkového složení, orientace krystalové mříže a měření ve speciální, dusíkové atmosféře široké škály materiálů od ocelí pro jaderné reaktory až po semínka rostlin.

- Mikroskopie atomárních sil (AFM) bude demonstrována na moderním AFM přístroji vhodném např. pro studium povrchů organických materiálů nebo pro měření mechanických vlastností buněk.

Kontakt: J. Lančok, J. Kopeček, I. Kratochvílová

## ***Elektronový mikroskop aneb drobnohledem do mikrosvěta***

Víte, jak vypadá tuha do mikrotužky očima elektronového mikroskopu? Myslíte si, že žiletka je ostrá? Máte představu, co všechno lze najít na povrchu korunové mince? Přístroje, které nám umožňují vidět pouhým okem neviditelné, se nazývají mikroskopy. Bez nadsázky lze říci, že elektronové mikroskopy patří mezi nejvšestrannější přístroje pro pohled do mikrosvěta. V průběhu prezentace se dozvíte, jak vypadají věci kolem nás při pozorování elektronovým mikroskopem.

Kontakt: A. Jäger

## ***Kapalné krystaly – materiály pro ploché obrazovky***

Kapalné krystaly přitahují pozornost zejména pro svoji velkou elektrooptickou odezvu. Právě této vlastnosti se využívá při konstrukci zobrazovačů (displejů), optických závěrek, světelných filtrů, v holografii atd. Mezi nejrozšířenější aplikace patří ploché obrazovky, a to jak pro počítačové monitory, tak i pro velkoplošné televizní obrazovky. Výzkum se zaměřuje na hledání nových perspektivních kapalně krystalických materiálů, které vytvářejí nové typy uspořádání, jako jsou například feroelektrické či antiferoelektrické fáze.

Molekuly některých z nově připravovaných látek obsahují fotocitlivé skupiny (např. azoskupinu), které při osvětlení světlem určité vlnové délky mění svůj tvar a díky tomu dojde ke změně studovaných struktur a jejich fyzikálních vlastností. Studium fotocitlivých látek je dalším perspektivním směrem využití kapalných krystalů pro molekulární přepínače, paměťové prvky či záznamová média.

Kontakt: L. Lejček, V. Novotná

## ***Krystaly mění barvu světla***

Ve spektru elektromagnetického záření se na rozhraní mezi infračerveným světlem a mikrovlnnou oblastí nachází obor terahertzového záření, které umožňuje mj. ojedinělý způsob zkoumání látek. Laboratorní využití tohoto záření doznalo významný rozvoj teprve v posledním desetiletí díky možnosti generovat terahertzové vlny; k tomu se využívají tzv. nelineární optické procesy v krystalech. Při prohlídce laboratoře terahertzové spektroskopie budou demonstrovány a objasněny některé nelineární jevy, základní vlastnosti terahertzových vln a diskutovány očekávané budoucí aplikace.

Kontakt: P. Kužel, F. Kadlec

## ***Laserem připravované tenké vrstvy pro biomedicínu a optoelektroniku***

Laser je unikátní zdroj záření s řadou aplikací. Zajímavé je použití laseru pro vytváření tenkých vrstev různých materiálů. V medicíně se např. jedná o vrstvy biokompatibilního materiálu pro pokrytí kovových zubních implantátů, „diamantové“ pokrytí umělých srdečních chlopní, či pokrytí cévních náhrad. Tenké vrstvy laserově aktivních materiálů umožňují zase vyvíjet miniaturní tenkovrstvové lasery pro optoelektroniku. Je možno realizovat supravodivé vrstvy, tvrdé vrstvy, nanokompozitní a nanokrystalické vrstvy nebo vrstvy organických materiálů pro nové typy miniaturních čidel. Kromě ukázek laserů, depozičních zařízení a různých typů tenkých vrstev bude promítnuto i krátké video.

Kontakt: P. Písařík, T. Kocourek

## ***Materiály a nanotechnologie 21. století***

Nanotechnologie, zabývající se cíleným vytvářením a využíváním struktur materiálů v měřítku několika nanometrů, se řadí k jednomu z nejčastěji diskutovaných technologií současnosti. V této oblasti hrají zásadní roli tenké vrstvy. Jejich vhodným strukturováním lze u nich docílit výjimečných vlastností, které se nevyskytují u objemových ekvivalentů daných materiálů. Nalézají uplatnění v optice, optoelektronice, mikroelektronice, strojírenství a v medicíně. Příkladem je jejich využití u moderních zobrazovacích jednotek: transparentní vodivé oxidy, luminiscenční materiály, antireflexní a ochranná pokrytí. Další uplatnění je např. v supertvrdém ochranném pokrytí řezných nástrojů, magnetických záznamových médiích nebo jako samočisticí povrchy.

Laboratoř pro přípravu tenkých vrstev využívá pokročilých vakuových technologií: magnetronové napařování, pulzní laserové depozice a napařování elektronovým svazkem.

Kontakt: M. Novotný, P. Pokorný, J. Bulíř, J. Lančok

## ***Supravodiče a supravodivost***

Vysvětlení principu supravodivosti a supravodivé levitace, předvedení supravodivé levitace při teplotě kapalného dusíku, informace o aplikacích levitace, např. létajících vlcích.

Kontakt: M. Jirsa

## ***Laboratoř pro vývoj přesných souřadnicových detektorů částic***

Návštěva laboratoře, kde se vyvíjejí polovodičové detektory pro experiment ATLAS v CERN a projekt MediPix.

Program:

- exkurze s výkladem o naší účasti na projektu pixelových detektorů
- počítačová animace principu funkce detektorů
- demonstrace měřících zařízení

Kontakt: V. Vrba, J. Popule

## ***Co na nás dopadá z vesmíru a ani to necítíme***

Návštěvníci budou seznámeni s principy detekce elementárních částic pomocí scintilačních detektorů, různými provedeními těchto detektorů a způsoby jejich využití v urychlovačích. Jako ukázka praktické aplikace bude předvedeno zařízení, detekující částice přicházející z vesmíru, které jsou všudypřítomné a procházejí i lidským tělem. Budou též předvedeny způsoby návrhu a vývoje elektroniky potřebné pro správnou činnost detektorů. Zaměříme se na vývojové práce v oblasti kalibračních systémů scintilačních detektorů pro projektovaný lineární urychlovač. Jedná se o zařízení generující nanosekundové elektrické impulzy, jejich zpracovávání, převod na optické impulzy a snímání těchto impulzů pro následné vyhodnocování. Budou předvedeny ukázky zkušebních vzorků a prototypů realizovaných na špičkové technické úrovni a ukázky generování impulzů délky 2 až 10 ns s amplitudou 1 až 20 V a praktické měření impulzů získaných z optických snímačů s délkou 2 až 10 ns a s amplitudou řádově několik milivoltů při minimálním odstupu od úrovně šumu.

Kontakt: I. Polák, M. Janata

## ***Experimenty na obřím urychlovači LHC v CERN***

Česká republika je jednou z členských zemí Evropské organizace pro jaderný výzkum CERN v Ženevě a fyzikové z Fyzikálního ústavu, stejně jako jejich kolegové z jiných českých institucí, se podílejí na některých z tamních unikátních experimentů. V této prezentaci se dovíte něco o CERN a o urychlovači LHC, o experimentech, které zde probíhají, i o tom, jak se čeští fyzikové na nich podílejí a čím přispěli k jejich vybudování. Řeč bude i o nedávném objevu Higgsova bosonu a o dalších perspektivách částicových experimentů.

Obří urychlovač LHC (Large Hadron Collider – Velký srážecí hadronů) v CERN je největší zařízení podobného typu na světě. Srážejí se v něm protony (a někdy i jádra olova) při velmi vysokých energiích. V místech srážek jsou umístěny mohutné detektory, s pomocí kterých vědci zaznamenávají a zkoumají, co se při srážkách děje. Cílem takového snažení je získat další poznatky o nezákladnějších vlastnostech a zákonitostech našeho světa.

Urychlovač má za sebou velmi úspěšné období, spolehlivě pracoval od roku 2009 do počátku roku 2013. Srážky částic probíhaly při dosud nejvyšších energiích dosažených na zařízení stvořeném lidskou rukou a množství získaných dat splnilo ta neoptimističtější očekávání. Na jaře 2015, po tzv. velké odstávce, kdy došlo k údržbě a zdokonalování jak součástí urychlovače, tak jednotlivých detektorů, začaly experimenty znovu nabírat data, a to při téměř dvojnásobné energii oproti minulému období a s podobnou efektivitou co do počtu srážek.

Jedním z cílů, s nímž se urychlovač LHC stavěl, bylo hledat a objevit částici zvanou Higgsův boson. Existenci této částice a její specifické vlastnosti předpovídá současná teorie částic nazývaná standardní model. Higgsova částice je zapotřebí k tomu, aby teorie uměla vnitřně nerozporným způsobem popsat nepopíratelnou skutečnost, že většina fundamentálních částic našeho světa má nenulovou hmotnost. 4. července 2012 ohlásily experimenty v CERN významný objev nové částice, která podle v té době změřených vlastností mohla s velkou pravděpodobností být Higgsovým bosonem. Analýza dalších dat získaných v období do konce roku 2013 tuto identifikaci potvrdila, takže Higgsovu částici lze dnes považovat za objevenou. Její „duchovní otec“ Peter Higgs získal spolu s dalším teoretickým fyzikem Francoisem Englertem v roce 2013 za teoretickou předpověď této částice (učiněnou již v roce 1964) Nobelovu cenu.

Nyní, po opětovném spuštění LHC, se experimenty soustředí na ještě podrobnější zmapování vlastností Higgsova bosonu, ale i na studium dalších vlastností standardního modelu a

zejména pátrání po nových částicích nebo jevech, které by vybočovaly za jeho rámeček (např. temná hmota a temná energie). To by znamenalo skutečnou revoluci ve fyzice částic. I když se na základě dosavadních výsledků z LHC zdá, že příroda nám takové objevy nijak neusnadňuje, překvapení nejsou vyloučena.

Kontakt: T. Jakoubek

## ***Jak se pozorují nejenergetičtější částice ve vesmíru?***

Fotony, protony a atomová jádra, které dopadají na Zemi z vesmíru, dosahují energií srovnatelných nebo dokonce mnohonásobně převyšujících ty, na které urychlujeme v nejmodernějších pozemských urychlovačích. Přilétávající částice nesou informace o zdrojích a procesech, ve kterých vznikly, a také o vlastnostech prostředí, kterým se šířily. Fyzikální ústav se podílí na dvou projektech, které si kladou za cíl studovat kosmické záření o nejvyšších možných energiích. Observatoř Pierra Augera, která je umístěna v provincii Mendoza v Argentině, se rozkládá se na ploše 3000 km<sup>2</sup> a je tedy desetkrát větší než Praha. Umožňuje pozorování vůbec těch nejenergetičtějších protonů a atomových jader, které ve vesmíru známe. Rekordní energie tohoto kosmického záření až stamilionkrát převyšuje energie částic z nejvýkonnějších pozemských urychlovačů. Na plánované observatoři Cherenkov Teleskope Array (CTA) budeme zase měřit nejenergetičtější vesmírné fotony. Chceme se tak přiblížit k řešení jedné z největších záhad astrofyziky 21. století, k poznání zdrojů tohoto tajemného záření.

Kontakt: M. Prouza, P. Trávníček, M. Boháčová

## **na pracovišti „Cukrovarnická“**

### ***Laboratoř AFM-STM***

V laboratoři budou vysvětleny základní techniky AFM (mikroskopie atomových sil) a STM (rastrovací tunelová mikroskopie). Obě techniky jsou používány pro experimentální studium vlastností povrchů a jejich základní předností je vysoké rozlišení, které dovoluje zobrazovat jednotlivé atomy.

Kontakt: A. Fejfar

### ***Technologie MBE***

Bude vysvětlen princip technologie molekulární svazkové epitaxe pro přípravu monokrystalických polovodičových vrstev a jejich využití v mikroelektronice a optoelektronice (spintronika a magnetické polovodiče).

Bude ukázána aparatura MBE Veeco na přípravu magnetických polovodičů a aparatura MBE Kryovak na přípravu a studium povrchových vlastností polovodičů.

Kontakt: V. Novák

## ***Termoelektrická konverze tepla v elektřinu***

V rámci cíleného i základního výzkumu se intenzivně zabýváme materiálovými a termodynamickými aspekty konverze tepelné v elektrickou energii prostřednictvím termoelektrických materiálů. Podílíme se jak na vývoji nových termoelektrických materiálů, řešíme ale i optimalizaci implementace již dostupných termoelektrických modulů do tepelných obvodů. Cílem tohoto komplexního výzkumu je tak především využití odpadního tepla produkovaného např. spalovacími motory či průmyslovými procesy, přičemž materiálové zaměření je soustředěno na vysokoteplotní aplikace. Po teoretickém úvodu do problematiky představíme jak vlastní výrobu termoelektrických keramik včetně termoelektrických charakterizačních metod tak i ukážeme na příkladu aktivního termoelektrického generátoru aplikační možnosti.

Kontakt: J. Hejtmánek

## ***Rentgenová strukturní analýza***

Rentgenová strukturní analýza se používá ke zjištění poloh jednotlivých atomů v krystalech pomocí difrakce rentgenového záření na krystalové mřížce. Ke sběru difrakčních dat slouží rentgenové difraktometry. V rámci prohlídky bude předveden moderní rentgenový difraktometr Gemini pro sběr difrakčních dat na monokrystalech, vysvětlen princip jeho činnosti a způsob zpracování naměřených dat. Dále budou ukázány konkrétní příklady vyřešených struktur.

Kontakt: V. Petříček, M. Dušek

## ***Technologie, kterou nobelisté připravovali modré diody***

Uvidíte dvě technologické aparatury umožňující přípravu polovodičových nanostruktur metodou epitaxe z organokovových sloučenin. Tyto struktury na bázi nitridů a arzenidů jsou základem různých součástí: LED diod všech barev, polovodičových laserů, detektorů, scintilátorů, rekordně účinných solárních článků, vysokofrekvenčních tranzistorů atp. Budete moci porovnat moderní čerstvě instalované a přes 30 let staré zařízení od stejné firmy.

Kontakt: A. Hospodková, J. Pangrác

## ***Hravá fyzika***

I s jednoduchými věcmi ve fyzikálních laboratořích lze zažít překvapení, jak názorně předvádíme v pokusech s levitací založené na supravodivosti, s LEDkou v neobvyklých situacích, s neviditelností, které lze dosáhnout i v kuchyni, s rozptylem a rozkladem světla okolo nás a v řadě dalších situací. Samozřejmě, žádné takové představení by nebylo úplně bez nějakého toho výbuchu (a i toho se zde dočkáme).

Kontakt: Martin Ledinský

## **na pracovišti „Dolní Břežany“**

(Laserové centrum HiLASE, Za Radnicí 828, Dolní Břežany)

### ***Unikátní laserová centra ELI Beamlines a HiLASE***

Již přes rok pracují v Dolních Břežanech u Prahy vědci z centra HiLASE a od léta roku 2015 zde působí i tým ELI Beamlines. Vědci těchto unikátních laserových center spolupracují s nejprestižnějšími světovými výzkumnými pracovišti, např. britskou Rutherford Appleton Laboratory nebo americkou Lawrence Livermore National Laboratory, na vývoji špičkových laserových systémů, které budou důležitými součástmi laserových center v Dolních Břežanech. V čem budou tyto technologie výjimečné? K čemu se budou používat? Jaké budou mít poznatky získané pomocí těchto laserů praktické využití? A co bude znamenat existence center ELI Beamlines a HiLASE pro Českou republiku?

Laserový paprsek, to nejsou jen Hvězdné války nebo ochrana před bankovními lupiči. Dnešní lasery nabízejí mnohem širší využití a jsou součástí našeho každodenního života. Víte, kde všude se laser využívá, a zajímá vás, jak laserové záření vzniká? Možná netušíte, že s laserovým paprskem se setkáváte třeba ve svých CD a DVD přehrávačích, při nakupování (snímání čárových kódů), u lékaře (plastická chirurgie, stomatologie) nebo při různých zábavních akcích (laserové show).

Máte jedinečnou příležitost nahlédnout do moderní budovy nově otevřeného centra ELI Beamlines. V laserovém centru HiLASE pak nahlédnete do čistých prostor laserové haly skrze speciální okno a navštívíte experimentální halu. Ukážeme vám laser jako unikátní zdroj světla a energie s vlastnostmi, které žádná jiná technologie nenabízí. Přiblížíme také základní fungování laserů, jejich aplikace v různých oborech (např. průmysl, lékařství nebo výzkum) a nejnovější trendy ve světě laserových technologií. Přednáška bude doplněna praktickými ukázkami a zábavnými experimenty.

Prohlídka obou center bude v délce 1,5 hodiny. Z kapacitních důvodů je počet účastníků akce pro veřejnost omezen. Na konkrétní termín je třeba se předem zaregistrovat na jednom z níže uvedených kontaktů:

[radka.kozakova@hilase.cz](mailto:radka.kozakova@hilase.cz)

[hana.strnadova@eli-beams.eu](mailto:hana.strnadova@eli-beams.eu)

Čtvrtek 5.11. 10:05 - 11:35 hod. - akce pro školy

Pátek 6.11. 10:05 - 11:35 hod. - akce pro školy

Pátek 6.11. 14:05 - 15:35 hod - akce pro veřejnost

Sobota 7.11. 10:05 - 11:35 hod. - akce pro veřejnost

Doprava: autobusová zastávka Dolní Břežany, Obecní úřad. Pěšky cca 2 min do laserových center.

Kontaktní osoba za HiLASE: Radka Kozáková, [radka.kozakova@hilase.cz](mailto:radka.kozakova@hilase.cz), 601 560 164

Kontaktní osoba ELI Beamlines: Hana Strnadová, [hana.strnadova@eli-beams.eu](mailto:hana.strnadova@eli-beams.eu), 601 560 333