

CIKHÁJ 2020

ŠEDESÁT LET  
LASERU

Fyzikální soustředění studentů středních škol

Cikháj pod Žákovou horou

7. – 10. září 2020



**Pondělí odpoledne**

## **Navázání spojení**

**AlešHonzaVerča**

Pro každou opravdovou misi je první ostrou zkouškou navázání spojení po startu. Připravte se a po hlavě do toho.

## **Historie laseru**

**Pavel Konečný**

Podíváme-li se podrobněji na pozadí významných vynálezů a objevů, zjistíme, že situace je většinou odlišná od toho, jak ji popisují stručná slovníková hesla, zejména v tom, kdy, kde a kým byl objev učiněn poprvé. Příkladem může být žárovka nebo trojfázový elektromotor. Vypadá to, že problém musí nejprve dozrát, aby pak byl vyřešen několika různými lidmi na různých místech planety, spíše než jedním géniem, který by tím předběhl svou dobu i své současníky. Z toho plyne, že spory o uznání prvenství objevu nebo patentové spory nebudou ojedinělé. Na případu laseru si ukážeme, jak spletité může být zavádění nových idejí do průmyslové a vědecké praxe a jak nejednoznačná může situace být, pokud jde o prvenství objevu a jak různě až protichůdně může být situace jednotlivými účastníky i pozorovateli dané události vnímána. Seznámíme se stručně s klíčovými osobnostmi a okolnostmi kauzy Laser, vybranými technickými záležitostmi a na závěr tohoto výletu do minulosti si trochu zaspekulujeme o budoucnosti.

## **Inverze populace**

**AlešHonzaVerča**

Inverze populace je jedním ze základních předpokladů fungování kvantové elektroniky (LASERů, MASERů, taserů, boxerů, prů\*erů a jiných ...erů). V našem případě je ovšem neméně důležitá populační inverze známostí. Nemáme tím na mysli populární pořad Výměna manželek, nýbrž inverzi stavu „(skoro) nikoho neznám“ do stavu opačného.

**Pondělí večer**

## **Paprsková a vlnová optika s lasery**

**Jana Jurmanová**

Laser je z optického hlediska velmi unikátní zdroj - je daleko více monochromatický a koherentní a mnohem méně divergentní než jiné zdroje světla, které nejsou nezaloženy na principu stimulované emise. Hodně zjednodušeně řečeno, vysílá světlo jediné vlnové délky ve formě téměř nerozbíhavého paprsku. Takovýto zdroj je velmi vhodný pro demonstraci jevů paprskové optiky (odraz, lom, totální odraz) i vlnové optiky (interference dvou a více laserových zdrojů, ohyb (difrakce) světla na překážce).

V přednášce budou tyto demonstrace provedeny a vysvětlena fyzikální podstata zmíněných jevů. Budeme se zabývat i polarizací světla a jejím využitím. Kde to bude možné, porovnáme chování laserového světla a světla z nestimulovaných zdrojů.

## **Příjem a vysílání v signálů mimo UV/VIS spektrum**

**Aleš Honza Verča**

Většinu svých každodenních životů trávíme směřováním a následným zpracováním akustických a vizuálních signálů, na které jsme zvyklí. Jak to ale může dopadnout, když naše komunikace se světem není tak jednoduchá.

Úterý dopoledne

## **Co je světlo, jak vzniká a jak zaniká?**

**Zdeněk Bochníček**

Otázku „Co je světlo?“ si lidé kladli od nepaměti, i když ji nejprve formulovali jinak: „Jak vidíme?“. Od naivních představ starověkých myslitelů lidé zkoumáním přírody postupně došli k současné fyzikálně správné představě o povaze a vlastnostech světla.

V přednášce se nejprve stručněji seznámíme s historickým vývojem představ o světle, ale hlavním tématem bude interakce světla s látkou, atomy a molekulami. Mluvit tedy budeme zejména o emisi a absorpci světla včetně popisu technických řešení člověkem zkonstruovaných zdrojů světla.

## **Výkonové lasery v průmyslových aplikacích**

**Libor Mrňa, Ústav přístrojové techniky AV ČR**

V dnešní době se výkonové lasery již cca 40 let široce využívají v mnoha průmyslových aplikacích od značení přes laserové dělení a svařování až po 3D tisk. Aby lasery splnily náročné požadavky průmyslu, musely projít nejednoduchou genezí. V dnešní době existuje již velké spektrum typů laserů o trvalém výkonu řádu kilowattů, které jsou aplikovány v příslušných technologických aplikacích. Samotné aplikace jako například dělení a svařování laserem jsou samy o sobě složitým souborem fyzikálních jevů dodnes ne zcela popsanych (zkuste studovat jevy v kovu, který je na bodu varu!), proto i v těchto oblastech pokračuje základní i aplikovaný výzkum.

Úterý odpoledne

## Dílna

Studenti se rozdělí na týmy a každý tým provede nějaké měření.

Bude se jednat o tyto oblasti měření

- 1. Difrakce na otvorech, neporušená a porušená interference na dvojštěrbíně
- 2. Interferometr Michelsonův
- 3. Kvantitativní měření laserů
- 4. Laser a luminiscence / absence luminiscence
- 5. Galvozrcadla - kreslení Lissajousových obrazců laserem
- 6. Paprsek laseru na rozhraní voda – vzduch.

Optické vlastnosti prostředí s proměnným indexem lomu.

Úterý večer

## Atomy a stimulovaná emise

Zdeněk Navrátil

Stimulovaná emise jako proces, který se v běžných zdrojích příliš neuplatňuje, působí poněkud záhadným dojmem. Zatímco výbojky svítí spontánně, laser naopak na existenci stimulované emise přímo stojí. Přednáška se pokusí naznačit, jak lze na proces stimulované emise v atomech nahlédnout z pohledu kvantové mechaniky a ukáže jeho využití v plynovém He-Ne laseru.

## Sítě

Aleš Honza Verča

Kdo se chytí do sítě? Ten kdo chytá v žitě?

Kdo spustí poplach? A nebude litovat?

Komu zvoní hrana?

A kdo projde a získá důležité vysoce experimentální komponenty?

**Středa dopoledne**

## **Fluorescence, nejen laserem způsobená**

**Martina Mrkvičková**

Není laser jako laser. V našem ústavním sklepě máme jeden obzvláště zajímavý. Chtěla jsem vás s ním seznámit, ale nevešel se nám do auta, tak vám o něm alespoň povyprávím. Umí se rozsvítit a zase zhasnout, než byste řekli švec, pokud tedy nezvládáte vyslovovat hlásky za miliardtinu sekundy. Umí měnit barvy lépe než chameleon. Jak to dělá? A k čemu je nám to dobré?

K oběma otázkám se úzce váže moje oblíbené fyzikální zaklínadlo: fluorescence. Fluoreskovat umí výstražná vesta, zářivka ve vlaku, kamení nebo i obyčejná tráva, stačí vědět, jak na to. Fluoreskuje i vnitřek našeho laseru. A pomocí téhož laseru můžeme donutit fluoreskovat jednotlivé atomy v plynech a v plazmatu, a pak spočítat, kde a kolik jich bylo. To už je pak celkem seriózní věda. Pojďme do ní trochu nahlédnout. Trošilinku.

## **Příprava konference**

Použijete tužku / kalkulačku / počítač a vyhodnotíte, co jsme naměřili.



Středa odpoledne

Cesta do konstrukční laboratoře reaktivního pohonu

AlešHonzaVerča

O sobě zatím vše tají.

Středa večer

## Einstein – praotec laseru

Jan Novotný

Albert Einstein je znám především jako tvůrce speciální a obecné teorie relativity. Patřil by však k nejvýznamnějším fyzikům 20. století, i kdyby o teorii relativity nenapsal ani řádku. Jeho práce K teorii vzniku a absorpci světla z roku 1905, za niž později dostal Nobelovu cenu, byla jedním z nejdůležitějších mezníků ve vývoji kvantové teorie. Dalším zásadním Einsteinovým příspěvkem ke kvantové teorii je práce K emisi a absorpci záření podle kvantové teorie z roku 1916. Kromě absorpce a spontánní emise světla atomy zde Einstein zavádí indukovanou (v dnešní terminologii vynucenou či stimulovanou) emisi, kdy jeden foton vynutí emisi u řady atomů. Einsteinův objev se plně zhodnotil až roku 1960, kdy byly zkonstruovány první lasery – zařízení vytvářející toto záření a využívající jeho neobvyklých vlastností.

V přednášce se seznámíme se základními postupy a myšlenkami Einsteinovy práce z roku 1916 – Einsteinovy koeficienty, vztahy mezi nimi, jednoduché vyvození Planckova vyzařovacího zákona, který roku 1900 znamenal počátek kvantové teorie. Připomeneme také celoživotní Einsteinovo „stýkání a potýkání“ s kvantovou teorií.

## Tepelné a jiné účinky konvenčních tepelných a světelných zdrojů

Aleš Honza Verča

Často je sice laserovým médiem plazma - doutnavý výboj. My se však při neelektrifikovaném výzkumu z technologických i praktických důvodů zaměříme i na médium pouze plazmatu podobné - tedy plamen. K jeho provozu postačí dostatek neživého xylému (a floému) s garantovaným nízkým obsahem vody. Nejspíš s jeho pomocí nevytvoříme tu správnou koherenci ani dostatek stimulované emise, emise tuku z masových pokrmů by nám však měla být dostatečnou náplastí.

Čtvrtek dopoledne

## **Kvíz**

**Jana Jurmanová**

Budeme Vám klást záludné otázky, a tak zjistíme, co jste si z přednášek zapamatovali. Nejúspěšnější z Vás získají drobnou hmotnou odměnu.

## **Konference**

**studenti**

Seznámíte nás s postupem a výsledky vašich měření.



Vydal: Ústav fyzikální elektroniky  
Přírodovědecké fakulty MU v Brně  
Redakce: RNDr. Luboš Poláček