



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/20.0060

Sumární zpráva organizátorů

Název akce: Letní škola SUMMER SCHOOL ON QUANTUM PHYSICS AND QUANTUM INFORMATION 2012 (SS-QPQI-2012)

Datum: 16. července 2012 – 19. července 2012

Místo konání: Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

Počet účastníků: 30

Program akce: Podrobný program letní školy QPQI 2012 tvoří přílohu této zprávy.

Průběh letní školy a popis práce s cílovou skupinou:

V rámci projektu Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost se ve dnech 16. 7. 2012 - 19. 7. 2012 v Olomouci konala první letní škola zaměřená na kvantovou fyziku a teorii kvantové informace, SS-QPQO-2012: Summer School on Quantum Physics and Quantum information 2012. V rámci letní školy se do Olomouce sjeli odborníci z celé Evropy, aby zde přednášeli o aktuálních trendech z dynamicky se rozvíjejících oblastí kvantové fyziky a teorie kvantové informace. Konkrétně se jednalo o osm hostů: dr. Gerardo Adesso, dr. Frederic Grosshans, dr. Peter van Loock, prof. Myungshik Kim, prof. Klemens Hammerer, dr. Rene Gerritsma, dr. Anders Sorensen a dr. Mauro Paternostro.

Každý přednášející měl k dispozici dvě přednášky v délce jeden a půl hodiny včetně diskuse. První přednáška byla vždy zaměřena na základy dané problematiky, takže ji mohli snadno porozumět i účastníci z řad studentů, kteří se s těmito moderními oblastmi kvantové fyziky setkali vůbec poprvé. Druhá hodinová přednáška v rámci cyklu byla pak vždy věnována aktuálním problémům a čerstvým výsledkům, kterých bylo v těchto představených oblastech dosaženo. Každý den letní školy obsahoval čtyři takovéto přednášky a byl završen otevřenou panelovou diskusí, ve které si účastníci letní školy mohli s přednášejícími, ale i mezi sebou navzájem, utřídit nabyté znalosti, ověřit jejich náležité pochopení a diskutovat o otevřených problémech. Součástí letní školy byly i posterové sekce, na kterých doktorandi a mladí vědečtí pracovníci prezentovali své výsledky a diskutovali o nich s dalšími účastníky letní školy.

Tematicky program letní školy pokrýval čtyři významné oblasti kvantové fyziky a teorie kvantové informace:

- teorie informace a kvantové korelace
- kvantová optika
- kvantová fyzika atomů a iontů
- kvantová fyzika pevnolátkových systémů

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/20.0060

V rámci prvního tématického celku, *Teorie informace a kvantové korelace*, hovořil dr. Gerardo Adesso (University of Nottingham, UK) o kvantových korelacích. Představil posluchačům koncept kvantové provázanosti a dalších druhů kvantových korelací a klasifikoval jejich užitečnost pro budoucí aplikace. V druhé části své přednášky, věnované představení čerstvých výsledků týkajících míry korelací zvané *quantum discord*, pak ukázal, že i čistě klasické korelace mohou hrát při kvantovém zpracování informace velice významnou roli.

Druhý příspěvek do prvního tématického celku přednesl dr. Frederic Grosshans (École normale supérieure de Cachan, France), který hovořil o dosud nejpokročilejší aplikaci teorie kvantové informace – o kvantové distribuci skrytého klíče pro kryptografii. Ve svých přednáškách popsal nejprve obecné principy tohoto protokolu, a to jak verze používající komunikaci pomocí jednotlivých fotonů, tak verze využívající silných vlnových světelných signálů, aby nakonec představil výsledky nejnovějších experimentů této oblasti se týkajících.

Kvantová optika je velice působivá platforma, která se, vedle již zmíněných komunikačních protokolů, již dlouho používá na testování fundamentálních aspektů kvantové fyziky. Toto využití je hlavně důsledkem vysokého stupně kontroly, kterého je možno při práci se světlem dosáhnout. Prof. Myungshik Kim (Imperial College London, UK) nejprve seznámil posluchače letní školy se základními formalismy kvantové optiky – formální popis jednoho módu světelného pole a základní metody manipulace s tímto fyzikálním systémem – aby jim následně představil, a na příkladech čerstvých experimentů i demonstroval, nejnovější výsledky dosažené v této oblasti týkající se vysoce sofistikované manipulace se světlem na úrovni jednotlivých fotonů.

Dále o *kvantové optice* hovořil i Peter van Loock (Max-Planck Institute for Science of Light, Germany), který vyzdvihl použití kvantové optiky v kvantově infromatických aplikacích, konkrétně při konstrukci kvantových počítačů. Podrobně diskutoval jak metody používané při řešení úloh s tímto problémem spojených, tak úskalí, na které výzkumníci velice záhy narazí. Nejprve účastníkům letní školy představil koncept Gaussovských stavů – kvantových stavů, které lze popsat pomocí gaussovských funkcí – a poukázal na jejich výhody i nevýhody. Ve své přednášce pro pokročilé pak představil nejnovější postupy, se kterými je Gaussovské stavy, doplněné o omezené množství jiných operací, možné aplikovat i na nejnáročnější problémy manipulace s kvantovou informací.

O oblasti na pomezí kvantové optiky a kvantové fyziky atomů a iontů hovořil dr. Mauro Paternostro (Queen's University Belfast, UK), který se ve své přednášce věnoval interakci světelného pole s hmotnými makroskopickými objekty složenými z masivního množství jednotlivých atomů. Posluchačům představil základní koncept této interakce a širokou škálu fyzikálních systémů, ve kterých lze tuto formu interakce pozorovat: pohyblivé zrcátka a membrány, mikrozrezonátory, optomechanické krystaly, elektromechanické obvody, levitující nanočástice a jiné. V druhé části své přednášky pak ukázal, jak je tyto fyzikální systémy

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/20.0060

možné kontrolovat právě pomocí manipulace se světelným polem a kam tato technologie může směřovat do budoucnosti.

Obdobného tématu se držel i prof. Klemens Hammerer (Leibniz Universität Hannover, Germany), který rovněž začal svůj blok přednášek představením interakce světla a hmotných objektů, jen aby následně demonstroval, že velice podobný popis lze aplikovat i na interakci světla a atomů polapených v magnetickém poli, ať už se jedná o atomy jednotlivé, nebo oblaky vysokého počtu atomů. V přednášce dále diskutoval detailně rozdíly i podobnosti těchto fyzikálních systémů a představil nejnovější metody manipulace s nimi, včetně pokusů o jejich vzájemnou interakci právě prostřednictvím sdíleného módu světelného pole.

Dr. Rene Gerritsma (Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Germany) se ve svých přednáškách zaměřil na *kvantovou fyziku iontů*. Posluchačům představil základní metody lapání iontů do různých typů pastí a elementární metody popisu takovýchto fyzikálních systémů. Hovořil také o metodách přípravy kvantových stavů řetězců těchto jednotlivých iontů, možnostech manipulace s nimi a postupech, které se využívají při závěrečné detekci. Shrnul i potenciál této platformy pro budoucí aplikace v oblasti manipulace s kvantovou informací a nastínil úskalí, kterým se bude nutné vyhnout. V druhé části své přednášky se pak věnoval nedávným výsledkům týkajícím se právě aplikací, při kterých byly ionty v pasti využity k simulaci jiných kvantových systémů.

Kvantové fyzice pevnolátkových systémů se ve své přednášce věnoval dr. Anders Sorensen (University of Copenhagen - Niels Bohr Institutet, Denmark). Nejprve posluchačům ukázal, že namísto elektromagnetického pole o vysokých frekvencích, světla v optickém rezonátoru, lze pracovat i s polem o mnohem nižší frekvenci, jmenovitě s elektromagnetickým polem elektrického obvodu. S takovýmto kvantovým systémem se snadno manipuluje a dá se efektivně propojit s jinými kvantovými systémy, jako například pevnolátkovými supravodivými qubity, individuálními atomy, nebo NV centry v krystalech diamantu. Výhledově toto propojení umožní vytvářet hybridní systémy využívající pouze silných stránek jednotlivých konstituentů. Přednáška byla završena prezentací čerstvých výsledků týkajících se propojení tohoto typu: navázání NV center v diamantu na plazmony na povrchu kovového drátu a odtud do volně šířeného světla.

Organizace letní školy probíhala bez komplikací. Lze konstatovat, že první letní škola Summer School on Quantum Physics and Quantum information 2012 plně splnila následující cíle:

- podpořeným osobám z řad studentů byly srozumitelnou formou poskytnuty základní poznatky z důležitých oblastí kvantové fyziky a teorie kvantové informace
- podpořeným osobám z řad vědeckých pracovníků byly předány čerstvé poznatky o aktuálním vývoji v daných oblastech

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/20.0060

- podpořené osoby z řad studentů a mladších vědeckých pracovníků navázaly osobní kontakt s evropskými odborníky, což výrazně zlepší jejich šance pro budoucí studium v zahraničí, případně zahraniční spolupráce
- během plenárních a kuloárních diskuzí mezi pracovníky MCIN a zahraničními hosty došlo k navázání nových a upevnění stávajících mezinárodních spoluprací

Po zhodnocení letní školy realizačním týmem byl rámcově naplánován obsah a struktura letní školy SUMMER SCHOOL ON QUANTUM PHYSICS AND QUANTUM INFORMATION 2013. Vzhledem k úspěchu letošního ročníku a kladným ohlasům od účastníků (viz příloha Vyhodnocení dotazníků pro účastníky) bude celková struktura letní školy zachována. Oproti letošnímu ročníku, který byl zaměřen převážně na teorii a na úvod do základních oblastí kvantové informatiky a optiky, je pro příští rok plánován větší důraz na pokročilejší výsledky a na detailnější představení nových experimentálních výsledků. Plánovaný termín je léto 2013, organizace letní školy bude obdobná jako v letošním roce.

Příloha č. 1 – prezenční listiny

Příloha č. 2 – použité výukové materiály

Příloha č. 3 – program letní školy

Příloha č. 4 – vyhodnocení dotazníku pro účastníky letní školy

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

INVESTMENTS IN EDUCATION DEVELOPMENT

SUMMER SCHOOL ON QUANTUM PHYSICS AND QUANTUM INFORMATION

Monday, July 16	9:00	Jaromír Fiurášek	<i>Opening remarks</i>
	9:15	Gerardo Adesso	Quantum correlations - entanglement and beyond: Part 1
	10:45		<i>Coffee break</i>
	11:15	Mauro Paternostro	Optical control of mechanical systems
	12:45		<i>Lunch</i>
	14:15	Frédéric Grosshans	Quantum cryptography: Part 1
	15:45		<i>Coffee break</i>
	16:15	Gerardo Adesso	Quantum correlations - entanglement and beyond: Part 2
	17:45		<i>Poster session / Panel discussion</i>
Tuesday, July 17	9:00	Peter van Loock	Quantum information with Gaussian states: Basics
	10:30		<i>Coffee break</i>
	11:00	Myungshik Kim	Introductory quantum optics and photon-level state engineering: Part 1
	12:30		<i>Lunch</i>
	14:00	Frédéric Grosshans	Quantum cryptography: Part 2
	15:30		<i>Coffee break</i>
	16:00	Myungshik Kim	Introductory quantum optics and photon-level state engineering: Part 2
	17:30		<i>Poster session / Panel discussion</i>
Wednesday, July 18	9:00	Klemens Hammerer	Light-matter quantum interface
	10:30		<i>Coffee break</i>
	11:00	Rene Gerritsma	Quantum information processing with trapped ions
	12:30		<i>Lunch</i>
	14:00	Mauro Paternostro	Mesoscopic quantumness via mechanical quantum control
	15:30		<i>Coffee break</i>
	16:00	Peter van Loock	Quantum information with Gaussian states: Applications
	17:30		<i>Poster session / Panel discussion</i>
Thursday, July 19	9:00	Anders Sorensen	Solid state quantum optics: Quantum optics with superconducting wires
	10:30		<i>Coffee break</i>
	11:00	Klemens Hammerer	Interfacing Atomic Ensembles and Mechanical Oscillators
	12:30		<i>Lunch</i>
	14:00	Rene Gerritsma	Quantum simulation with trapped ions
	15:30		<i>Coffee break</i>
	16:00	Anders Sorensen	Solid state quantum optics: Extensions to the optical domain - surface plasmons
	17:30		<i>Poster session / Panel discussion</i>



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/20.0060

Analýza dopadu letní školy Quantum Physics and Quantum Information 2012 na základě vyhodnocení dotazníků pro účastníky

Všichni účastníci letní školy obdrželi evaluační dotazníky, kde měli ohodnotit jednotlivé aspekty letní školy na bodové škále od 1 (nejhorší) do 10 (nejlepší). Kromě toho mohli účastníci uvést do dotazníku i libovolné poznámky. Podařilo se získat celkem 15 vyplněných dotazníků, což znamená, že dotazníky vyplnilo a odevzdalo více než 50% účastníků letní školy. Jednotlivá bodová hodnocení a výsledné průměrné hodnoty jsou uvedené v následující tabulce:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Aktuálnost tématu letní školy	8	9	10	9	10	10	9	8	10	8	9	10	8	9	8	9.0
Informativní hodnota letní školy	7	9	9	7	9	8	9	8	8	7	8	10	8	9	8	8.3
Přínos pro další studium/výzkum	6	7	7	4	8	7	8	8	8	8	6	9	8	10	8	7.5
Kvalita přednášejících	8	9	8	9	10	10	10	9	10	9	10	10	9	7	9	9.1
Srozumitelnost výkladu	8	8	9	8	8	8	9	5	7	8	7	9	7	7	9	7.8
Obdržené materiály	5	6	6	3	10	9	8	4	6	8	8	9	7	5	9	6.9
Organizační zajištění	8	9	10	6	10	10	10	9	10	8	10	10	8	8	10	9.1
Celkové hodnocení letní školy	7	9	9	9	9	9	9	8	9	8	9	10	8	8	9	8.7

Z údajů v tabulce i z písemných komentářů jednotlivých účastníků vyplývá, že letní škola byla drtivou většinou účastníků hodnocená vysoce pozitivně. Účastníci ocenili vysokou odbornou kvalitu jednotlivých lektorů, zajímavost a aktuálnost jednotlivých přednášek a kvalitní organizační zabezpečení celé letní školy. Prakticky jediný nedostatek, na který někteří účastníci upozorňovali, bylo, že neobdrželi dopředu vytištěné výukové materiály (kopie slíd prezentací jednotlivých lektorů). Tyto materiály budou k dispozici na webu letní školy a při organizaci dalších ročníků letních škol budou lektori požádáni o zaslání výukových materiálů ještě před začátkem letní školy tak, aby mohlo být zajištěno jejich vytištění a distribuce mezi účastníky letní školy.

Několik účastníků konstatovalo určité obtíže ve srozumitelnosti výkladu. To může být do jisté míry způsobeno tím, že zejména pro studenty bakalářského studia se mohlo jednat o první delší souvislý přednáškový cyklus, který absolvovali kompletně v angličtině. Z hlediska odborného obsahu byla vzhledem k určité heterogenitě účastníků zvolená struktura, kdy část přednášek představovala úvod do dané problematiky a část byla zaměřená na pokročilejší aktuální témata. Díky tomu byla letní škola přínosem jak pro účastníky z řad bakalářských a magisterských studentů tak i pro doktorandy a vědecké pracovníky. Pro některé studenty bakalářského studia bylo obtížné posoudit přínos letní školy pro jejich další studium, protože ten se může projevit až v dlouhodobějším časovém horizontu. Celkově lze konstatovat, že účastníci letní školy vysoce ocenili a uvítali uskutečnění této akce a považují ji za přínosnou.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/20.0060

Evaluační dotazník

NÁZEV AKCE: Mezinárodní letní škola Kvantová fyzika a kvantová informace

Místo a doba konání: PŘF UP Olomouc, 16.7.2012 – 19.7.2012

	Bodové hodnocení (1 nejhorší, 10 nejlepší)									
Aktuálnost tématu letní školy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Informativní hodnota letní školy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Přínos pro další studium /výzkumnou činnost	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kvalita přednášejících	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Srozumitelnost výkladu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Obdržené materiály	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Organizační zajištění	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Celkové hodnocení letní školy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Poznámky: