



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: Zimní škola Kvantová fyzika a kvantová informace 2014 / Winter School on Quantum Physics and Quantum Information 2014

Datum: 27. ledna 2014 – 30. ledna 2014

Místo konání: Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

Počet účastníků: 22 akademických a vědeckých pracovníků a 21 studentů

Program akce: Podrobný program zimní školy QPQI 2014 tvoří přílohu této zprávy.

Průběh zimní školy a popis práce s cílovou skupinou:

V rámci projektu Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost se ve dnech 27.1. 2014 - 30. 1. 2014 uskutečnila na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci zimní škola zaměřená na kvantovou fyziku a teorii kvantové informace, která navázala na letní školy pořádané v letech 2012 a 2013. Celkem 7 lektorů přeneslo příspěvky, ve kterých se věnovali aktuálním tématům experimentální kvantové fyziky a teorii kvantové informace. Konkrétně se jednalo o následující přednášející

- Sebastian Hofer (University of Vienna, Austria)
- Alexander Huck (Technical University of Denmark, Denmark)
- Igor Pikovski (University of Vienna, Austria)
- Ana Predojevic (University of Innsbruck, Austria)
- Robert Sewell (ICFO – The Institute of Photonic Sciences, Spain)
- Lukáš Slodička (Palacky University in Olomouc, Czech Republic)
- Mark Tame (Imperial College London, UK)

Obdobně jako v předchozích letních školách, každý lektor přednesl dvě přednášky, každou v délce 1 hodiny, doplněné o cca 15 minutovou diskusi. První přednáška byla vždy zaměřena na základy dané problematiky tak, aby jí mohli porozumět i studenti a mladí vědečtí pracovníci, 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 zimní školy obsahoval tři nebo 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.

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

Program letní školy pokrýval následující témata:

- Kvantová NV centra
- Kvantové tečky
- Kvantová optomechanika
- Ionty v pasti
- Kvantová plazmonika
- Atomová fyzika

Alexand Huck se ve svých přednáškách zabýval problematikou tzv. NV center. Jedná se o fyzikální systém vzniklý zavedením dusíkové nečistoty do krystalu diamantu. Porucha krystalické mřížky se následně chová jako dvouhladinový systém, podobně jako třeba spin jednoho elektronu, a dokáže interagovat se světlem vhodně zvolené vlnové délky. V přednášce bylo nejdříve ukázáno, že NV centra mohou sloužit jako efektivní zdroje jednotlivých fotonů, načež byly představeny metody snažící se o zvýšení efektivity vazby mezi světlem a NV centrem – umístění krystalu diamantu do fotonických krystalů, nebo do těsné blízkosti stříbrných nanodrátků. V druhé části přednášky pak byly představeny aktuální experimenty využívající NV center: měření magnetických polí a generace kvantově provázaných stavů majících využití při kvantovém zpracování informace.

Sebastian Hofer se věnoval problematice optomechanických systémů. Tyto kvantové systémy jsou tvořeny hmotnými objekty, které interagují se světlem v důsledku mechanického tlaku světelného záření. Nejčastěji se jedná o volná miniaturní zrcátka tvořící optický rezonátor, ale existují i systémy v podobě membrán, nebo Bose-Einsteinových kondenzátů. V první přednášce byly představeny tyto fyzikální systémy, jejich matematický popis a princip jejich chlazení. Na tento úvod bylo dále navázáno popisem nejnovějších experimentů, věnovaných přípravě kvantově provázaných (stavů jak v pulzním, tak v kontinuálním režimu) a jejich využití pro manipulaci systémů zpětnou vazbou a kvantovou teleportaci.

U optomechanických systémů zůstal i další z přednášejících, Igor Pikovski. Oproti přednášce předchozí, která byla věnována spojitému režimu, se ale tato věnovala režimu pulznímu, ve kterém dochází k interakci světla a mechanického oscilátoru jen po omezenou dobu definovanou délkou optického pulzu. Tento režim umožňuje nové metody manipulace mechanických oscilátorů založené na měření a dopředné vazbě. V druhé přednášce byly představeny experimenty, v nichž byly tyto principy využity k testování důsledků vyplývajících z vlivu gravitace na kvantové 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

Anna Predojevic ve svých přednáškách představila další z kvantových systémů hrajících důležitou roli ve světě teorie kvantové informace – Kvantové tečky. Jedná se o polovodičové nanokrystaly, které se chovají jako umělé dvouhadinové kvantové systémy a jako takové jsou tedy schopny sloužit jako zdroje jednotlivých fotonů. V rámci přednášky byla vysvětlena fyzikální realizace kvantových teček a jejich matematický popis. Byly rozebírány jejich vyzařovací spektra s cílem ukázat, že skutečně mohou sloužit jako efektivní zdroje jednotlivých fotonů. V závěru byly diskutovány experimenty dávající si za cíl vyšší vyzařovací účinnost kvantových teček a vygenerovat kvantově provázané stavy.

V další sérii přednášek se Lukáš Slodička věnoval fyzice iontů v pastech. Tyto ionty jsou lokalizovány pomocí dynamicky se měnících elektrických polí a kvantově je možno popisovat jak jejich interní diskrétní energetické hladiny, tak jejich externí spojité vibrace, přičemž oba dva systémy je možné uvést do interakce se světlem externího laseru. V první přednášce byly představeny různé druhy pastí a matematický popis fyziky lapených iontů a jejich chlazení. Druhá přednáška byla pak věnována aktuálním experimentům, jakými byly, například: studium vyzařování a absorpce jediného iontu a jeho uvedení do stavu elektromagneticky indukované transparency, využití iontů pro přesná měření teploty, nebo generace kvantové provázanosti.

Mark Tame posluchačům představil další, rychle se rozvíjející oblast kvantové fyziky. Kvantová plazmonika se zabývá jevy, vznikajícími na rozhraní kovu a dielektrika při dopadu světelného záření. Za splnění vhodných podmínek jsou zde fotony absorbovány a transformovány na plazmony - lokalizované excitace elektrického pole, které se šíří podél povrchu kovu. Tohoto efektu je následně možné využít ke konstrukci vlnodů a obvodů, které dokážou v principu spojit dobré vlastnosti obvodů elektronických a fotonických. V přednášce byl nejprve popsán princip vzniku a šíření plazmonů, historie jejich objevu a jejich kvantový popis. Následně byla pozornost věnována experimentům zaměřeným na studium přeměny fotony na plazmony a zpátky a na samotnou konstrukci plazmonických obvodů.

V poslední sadě přednášek se Robert Sewell věnoval atomům rubidia drženým v magnetickém poli. Každý z těchto atomů má dobře definovaný spin a dá se reprezentovat jako diskrétní kvantový systém. Je ale možné, a v praxi často výhodné, definovat i celkový spin takového to mraku a popisovat jej jako systém spojitý. A právě s tímto postupem byli posluchači v přednášce seznámeni. Dále bylo ukázáno, jak takovýto systém interaguje se světlem a jak je této interakce možné využít k nelineární manipulaci se světlem, ale i k vysoce přesnému měření magnetického pole, nebo přípravě kvantově neklasických a kvantově provázaných stavů. Část těchto konceptů byla doložena čerstvými experimenty.

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

Lze konstatovat, že zimní škola Winter School on Quantum Physics and Quantum information 2014 splnila vytyčené cíle a cílová skupina projektu získala nové poznatky z řady důležitých oblastí kvantové fyziky a kvantového zpracování informace. Díky zvolené již osvědčené struktuře přednášek byla škola přínosná jak pro studenty, tak i pro vědecké pracovníky. Účastníci zimní školy se seznámili se základními fyzikálními systémy, které hrají v kvantové teorii informace významnou roli jako protiklady systémům optickým: mechanické oscilátory, kolektivní spin atomů, ionty v pasti, nebo plazmonické systémy. Současně získali účastníci přehled o aktuálních směrech výzkumu v těchto oblastech a o zajímavých vědeckých výsledcích, které dosáhli jednotliví lektori. Neméně důležitým aspektem zimní školy bylo, že vytvořila optimální platformu pro navázání nových osobních kontaktů mezi účastníky a zahraničními přednášejícími, případně k posílení stávajících vazeb a mezinárodních spoluprací.

Příloha č. 1 – prezenční listiny

Příloha č. 2 – použité výukové materiály

Příloha č. 3 – program školy

Příloha č. 4 – vyhodnocení dotazníku pro účastníky školy

Winter School on Quantum Physics and Quantum Information, Olomouc 2014

Monday, January 27	9:00	Jaromír Fiurášek	<i>Opening remarks</i>
	9:15	Alexander Huck	Quantum NV centers
	10:30		<i>Coffee break</i>
	11:00	Sebastian Hofer	CW quantum optomechanics
	12:15		<i>Lunch</i>
	13:45	Ana Predojevic	Single quantum dots as photon emitters
	15:00		<i>Coffee break</i>
	15:30	Lukáš Slodička	Trapped ions
	16:45		<i>Poster session / Panel discussion</i>
Tuesday, January 28	9:00	Ana Predojevic	Time-bin entanglement from a single quantum emitter
	10:15		<i>Coffee break</i>
	10:45	Sebastian Hofer	CW quantum optomechanics
	12:00		<i>Lunch</i>
	13:30	Alexander Huck	Quantum NV centers
	14:45		<i>Coffee break</i>
	15:15		<i>Poster session / Panel discussion</i>
Wednesday, January 29	9:00	Mark Tame	Quantum plasmonics
	10:15		<i>Coffee break</i>
	10:45	Lukáš Slodička	Trapped ions
	12:00		<i>Lunch</i>
	13:30	Igor Pikovsky	Pulsed quantum optomechanics
	14:45		<i>Coffee break</i>
	15:15	Robert Sewell	Atomic physics
	16:30		<i>Poster session / Panel discussion</i>
Thursday, January 30	9:00	Robert Sewell	Atomic physics
	10:15		<i>Coffee break</i>
	10:45	Igor Pikovsky	Pulsed quantum optomechanics
	12:00		<i>Lunch</i>
	13:30	Mark Tame	Quantum plasmonics
	14:45		<i>Coffee break</i>
	15:15		<i>Poster session / Panel discussion</i>



esf european
social fund in the
czech republic



EUROPEAN UNION



MINISTRY OF EDUCATION,
YOUTH AND SPORTS



OP Education
for Competitiveness

INVESTMENTS IN EDUCATION DEVELOPMENT



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 zimní školy Kvantová fyzika a kvantová informace 2014 na základě vyhodnocení dotazníků pro účastníky

Všichni účastníci zimní školy obdrželi evaluační dotazníky, kde měli ohodnotit jednotlivé aspekty školy na bodové škále od 1 (nejhorší) do 10 (nejlepší). Kromě toho mohli účastníci uvést do dotazníku i libovolné poznámky. Podařilo se získat celkem 11 vyplněných dotazníků. Jednotlivá bodová hodnocení a výsledné průměrné hodnoty jsou uvedené v následující tabulce:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Aktuálnost tématu školy	9	10	10	10	10	10	10	9	10	9	10	9,7
Informativní hodnota školy	9	8	8	9	9	9	9	8	9	9	8	8,6
Přínos pro další studium/výzkum	10	8	9	8	8	8	7	9	9	9	8	8,5
Kvalita přednášejících	10	8	9	10	10	10	10	9	10	10	9	9,5
Srozumitelnost výkladu	6	8	8	8	9	8	8	9	8	9	7	8,0
Obdržené materiály	8	8	9	10	8	7	8	7	8	9	8	8,2
Organizační zajištění	10	9	10	10	9	10	10	10	10	9	10	9,7
Celkové hodnocení školy	10	8	9	10	9	9	9	9	9	8	9	9,0

Z údajů v tabulce i z písemných komentářů jednotlivých účastníků, které jsou uvedené v dokumentu Reporty účastníků, vyplývá, že zimní škola byla hodnocena pozitivně. Účastníci ocenili zajímavost a aktuálnost jednotlivých přednášek a také kvalitu jednotlivých lektorů, kteří dokázali poutavě a srozumitelně přiblížit zajímavou, ale složitou problematiku kvantové interakce záření s látkou. Většina účastníků také kladně hodnotila organizační zajištění a zvolenou strukturu zimní školy.

Nižší hodnocení srozumitelnosti výkladu u některých účastníků lze vysvětlit tím, že šlo patrně o studenty bakalářského studia fyziky, kteří se školy také zúčastnili. Pro tyto studenty mohly být některé přednášky náročnější také proto, že to pro ně byla jedna z prvních příležitostí vyslechnout odborné přednášky v anglickém jazyce. Účast na škole byla však i pro tyto studenty nepochybně přínosná a motivační pro jejich další studium a profesní rozvoj. Lze konstatovat, že v globálu účastníci zimní školy tuto akci uvítali a byla pro ně přínosná.

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 škola Kvantová fyzika a kvantová informace

Místo a doba konání: PŘF UP Olomouc, 27.1.2014 – 30.1.2014

	Bodové hodnocení (1 nejhorší, 10 nejlepší)									
Aktuálnost tématu školy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Informativní hodnota školy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Přínos pro další studium/výzkum	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	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Poznámky: