

Študijný program / *Study programme:*

Teoretická fyzika a matematická fyzika / *Theoretical Physics and Mathematical Physics*

Témy dizertačných prác

1. Kvantové komunikačné siete a bezpečnosť.....	2
2. Kvantové verifikačné metódy.....	3
3. Operačná kvantová termodynamika.....	4
4. Optimalizácia kvantových štruktúr vyššieho rádu.....	5

Dissertation Thesis Descriptions

1. Operational quantum thermodynamics.....	4
2. Optimisation of higher-order quantum structures.....	5
3. Quantum network communication and security.....	2
4. Quantum verification methods.....	3

Študijný program / Study programme:

Teoretická fyzika a matematická fyzika / *Theoretical Physics and Mathematical Physics*

Názov / Title

Kvantové komunikačné siete a bezpečnosť

Quantum network communication and security

Jazyk záverečnej práce / Language of Thesis

anglický / *English*

Školiteľ / Tutor

doc. Mgr. Mário Ziman, PhD.

Anotácia / Annotation

Kvantové komunikačné technológie sú dnes vo fáze prvých aplikácií. Vo svete existuje niekoľko iniciatív s cieľom vybudovať kvantové linky, a teda vytvoriť lokálne kvantové siete (pre začiatok s dôveryhodnými vrcholmi). Naša skupina je členom konzorcia QUAPITAL, ktorej cieľom je vytvorenie kvantových liniek medzi hlavnými mestami v oblasti strednej Európy. Spojenie medzi Viedňou, Bratislavou a Budapešťou má byť pilotnou časťou tejto siete, ktorá poskytne infraštruktúru potrebnú pre testovanie vlastností kvantových sietí. Okrem distribúcie kvantového kľúča nám táto sieť poskytne aj testovací systém pre viacúčelové protokoly. Nosnou témou tejto PhD práce bude vývoj a dizajn viacúčelových komunikačných protokolov pracujúcich v existujúcich reálnych podmienkach. Zameriame sa hlavne na oblasť kvantovo-zabezpečenej anonymity v takýchto sieťach, distribúciu kvantového previazania vo veľkoškálových sieťach a optimalizáciám smerovacím protokolov pre prenos kvantovej informácie.

Quantum communication oriented technologies are reaching application phase. There are several activities worldwide to establish quantum links, thus, create quantum network (first with trusted nodes). Our group is involved in so-called QUAPITAL consortium aiming to build quantum links among major cities in Central European area. The link between Vienna, Bratislava and Budapest is planned to be one of the first operating connections. Such quantum network would be definitely a research infrastructure that needs further exploration. Apart of expected use for quantum key distribution, it will provide an interesting test-bed also for multi-partite communication protocols. This PhD topic is about development and design of multipartite communication protocols working under existing realistic conditions. Especially, we will focus on quantum-enabled anonymity in such networks, proposals for distribution of quantum entanglement in large-scale networks and optimisation of routing protocols for quantum information transfer.

Študijný program / Study programme:

Teoretická fyzika a matematická fyzika / *Theoretical Physics and Mathematical Physics*

Názov / Title

Kvantové verifikačné metódy
Quantum verification methods

Jazyk záverečnej práce / Language of Thesis

anglický / *English*

Školiteľ / Tutor

doc. Mgr. Mário Ziman, PhD.

Anotácia / Annotation

Certification of quantum state is an example of so-called inverse problem in quantum theory. The aim is to develop statistical verification methods to certify properties of quantum devices, specifically of quantum processes. This research is important for the experimental justification of the performance of quantum technologies.

Študijný program / Study programme:

Teoretická fyzika a matematická fyzika / *Theoretical Physics and Mathematical Physics*

Názov / Title

Operačná kvantová termodynamika

Operational quantum thermodynamics

Jazyk záverečnej práce / Language of Thesis

anglický / *English*

Školiteľ / Tutor

doc. Mgr. Mário Ziman, PhD.

Anotácia / Annotation

The goal of quantum thermodynamics is to understand the thermodynamical implications of quantum phenomena. The subject is rather broad with many open conceptual questions. We will focus on development of operational definitions thermodynamical concepts, especially the protocols how to measure thermodynamical quantities like work, heat, entropy, etc., in quantum settings.

Študijný program / Study programme:

Teoretická fyzika a matematická fyzika / *Theoretical Physics and Mathematical Physics*

Názov / Title

Optimalizácia kvantových štruktúr vyššieho rádu
Optimalisation of higher-order quantum structures

Jazyk záverečnej práce / Language of Thesis

anglický / *English*

Školiteľ / Tutor

doc. Mgr. Mário Ziman, PhD.

Anotácia / Annotation

Higher-order quantum structures represent a novel and promising research topic in quantum information science although related questions regarding these notions started to be asked already twenty years ago. It includes phenomenon such as superposition of causal orders, which is already known to be beneficial in several quantum informationtheoretic applications. The goal of this thesis is to contribute to the existing research program of our group in this direction. Especially, in the settings of higher-order structures, we will focus on the characterization and verification of quantum memory channels, the phenomenon of incompatibility and its potential use in quantum communication and computation tasks.