

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE  
FACULTY OF NUCLEAR SCIENCES AND PHYSICAL  
ENGINEERING

Department of Physics

Study program: Nuclear and Particle Physics  
Specialization: –



# Tvrdé sondy ve vysokoenergetických srážkách na RHIC

## Hard probes in high energy collisions at RHIC

BACHELOR'S THESIS

Produced by: Nikolai Denisov  
Supervisor: Dr. Barbara Antonina Trzeciak, Ph.D.  
Year: 2024

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Denisov** Jméno: **Nikolai** Osobní číslo: **495502**  
Fakulta/ústav: **Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra fyziky**  
Studijní program: **Jaderná a částicová fyzika**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Tvrdé sondy ve vysokoenergetických srážkách na RHIC**

Název bakalářské práce anglicky:

**Hard probes in high energy collisions at RHIC**

Pokyny pro vypracování:

Cílem bakalářského úkolu bude studium dynamických vlastností nového stavu hmoty, kvark-gluonového plazmatu, vznikajícího při vysokoenergetických srážkách jadra a jádra na RHIC. Student získá znalosti z fyziky vysokoenergetických srážek proton-proton a jádro-jádro a tvrdých sond - těžkých kvarků a jetů, které se používají ke zkoumání vlastností prostředí. Student bude pracovat na analýze experimentálních dat a simulací z experimentu STAR na RHIC.

Student bude:

- 1) získat znalosti z fyziky vysokoenergetických srážek jadra a jádra.
- 2) získat znalosti o těžkých kvarcích a jetech, které se používají ke zkoumání vlastností média.
- 3) seznámit se s analýzou experimentálních dat STAR experiment na RHIC.
- 4) práce na simulacích z experimentu STAR na RHIC.

Seznam doporučené literatury:

- [1] F. Prino, R. Rapp; Open Heavy Flavor in QCD Matter and in Nuclear Collisions, J.Phys.G 43 (2016) 9, 093002, <https://doi.org/10.1088/0954-3899/43/9/093002>  
[2] X. Dong, Y.-J. Lee, R. Rapp; Open Heavy-Flavor Production in Heavy-Ion Collisions, Ann.Rev.Nucl.Part.Sci. 69 (2019) 417-445, <https://doi.org/10.1146/annurev-nucl-101918-023806>  
[3] S. Sarkar, H. Satz, B. Sinha (Eds.), The Physics of the Quark-Gluon Plasma: Introductory Lectures, Lect. Notes Phys. 785 (Springer, Berlin Heidelberg 2010), ISBN 978-3-642-02285-9  
[4] W. Busza, K. Rajagopal, W. van der Schee, Heavy Ion Collisions: The Big Picture and the Big Questions, Annu. Rev. Nucl. Part. Sci. 2018. 68:339-76, <https://doi.org/10.1146/annurev-nucl-101917-020852>

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

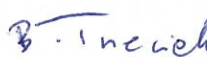
**Dr. Barbara Antonina Trzeciak, Ph.D. katedra fyziky FJFI**


Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

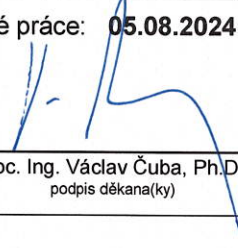
Datum zadání bakalářské práce: **31.10.2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **05.08.2024**

Platnost zadání bakalářské práce: **31.10.2025**

  
Dr. Barbara Antonina Trzeciak, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

  
doc. Ing. Václav Čuba, Ph.D.  
podpis děkana(ky)

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.  
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

8.11.2023

Datum převzetí zadání



Podpis studenta

## **Declaration**

I declare that I have prepared my thesis on my own and have used only the materials (literature, projects, etc.) listed in the attached list.

In Prague .....

.....

Nikolai Denisov

## **Poděkování**

Thanks you... for...

Nikolai Denisov

*Název práce:*

**Tvrdé sondy ve vysokoenergetických srážkách na RHIC**

*Autor:* Nikolai Denisov

*Studijní program:* Nuclear and Particle Physics

*Specializace:* –

*Druh práce:* Bachelor's thesis

*Vedoucí práce:* Dr. Barbara Antonina Trzeciak, Ph.D.

*Konzultant:* –

*Abstrakt:* Thesis description in Czech

*Klíčová slova:* Klíčová slova

*Title:*

**Hard probes in high energy collisions at RHIC**

*Author:* Nikolai Denisov

*Abstract:* Thesis description in English

*Key words:* Key words

# Contents

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>8</b>
1.1	General description . . . . .	8
1.2	Physics of the particle collisions . . . . .	8
1.3	Current results on heavy flavour jet angularities . . . . .	8
1.4	RHIC and STAR . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Jet algorithms</b>	<b>9</b>
2.1	$k_t$ algorithm . . . . .	9
2.2	anti- $k_t$ algorithm . . . . .	9
2.3	Cambridge-Aachen algorithm . . . . .	9
2.4	SISCone Algorithm algorithm . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Simulations of hard probes in high energy collisions</b>	<b>10</b>
3.1	Pythia . . . . .	10
3.2	STAR and RHIC settings . . . . .	10
3.3	Simulation results . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Heavy flavour jets simulations for STAR</b>	<b>11</b>
4.1	$D_0$ jet tagging . . . . .	11
4.2	Variables . . . . .	11
	<b>Conclusion</b>	<b>12</b>
	<b>The list of used sources</b>	<b>13</b>
	<b>Appendix</b>	<b>14</b>
<b>A</b>	<b>Appendices' name</b>	<b>14</b>

# Chapter 1

## Introduction

1.1 General description

1.2 Physics of the particle collisions

1.3 Current results on heavy flavour jet angularities

1.4 RHIC and STAR



# Chapter 2

## Jet algorithms

2.1  $k_t$  algorithm

2.2 anti- $k_t$  algorithm

2.3 Cambridge-Aachen algorithm

2.4 SISCone Algorithm algorithm

# Chapter 3

## Simulations of hard probes in high energy collisions

### 3.1 Pythia

### 3.2 STAR and RHIC settings

### 3.3 Simulation results

## Chapter 4

# Heavy flavour jets simulations for STAR

### 4.1 $D_0$ jet tagging

### 4.2 Variables

# Conclusion

# Bibliography

[1] Autor. *Název knihy*. Město. Nakladatelství. Rok.

# Appendix A

Appendices' name