

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Šmíd** Jméno: **Martin** Osobní číslo: **509331**  
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:

**Šíření kosmického záření ultra vysokých energií ve vesmíru pro případ těžkého složení primárních částic**

Název bakalářské práce anglicky:

**Propagation of ultra-high energy cosmic rays in the Universe for the case of heavy composition of primary particles**

Pokyny pro vypracování:

Hmotnostní složení kosmického záření se vyvíjí s energií a současná měření Observatoře Pierra Augera ukazují, že na nejvyšších energiích hmotnostní složení těžkne s rostoucí energií. Složení a energetické spektrum kosmického záření, které detekujeme na Zemi ovšem nemusí odpovídat spektru a složení na zdrojích těchto částic. Jelikož na ultra-vysokých energiích se jedná s největší pravděpodobností o částice extragalaktického původu, během cesty ze zdroje na Zemi kosmické záření interaguje s fotonovými pozadími ve vesmíru. Tyto interakce mají za následek energetické ztráty a také změnu složení v případě těžkých částic.

1. Studium literatury - seznámení se s nejnovějšími poznatky o kosmickém záření ultra-vysokých energií a interakcemi kosmického záření ve vesmíru.
2. Studium literatury - seznámení se s Observatoří Pierra Augera.
3. Simulace šíření kosmického záření ve vesmíru v programu CRPropa 3 pro různé vlastnosti zdrojů (vzdálenost, energetické spektrum).
4. Analýza výstupu simulací - hledání vhodných vlastností zdrojů kosmického záření (vzdálenost, energetické spektrum) umožňující případ těžkého složení na Zemi na nejvyšších energiích.

Seznam doporučené literatury:

- [1] D. Kuempel, Extragalactic Propagation of Ultra-High Energy Cosmic Rays, ArXiv e-prints : 1409.3129 (2014).
- [2] A. Yushkov for the Pierre Auger Collaboration, Mass composition of cosmic rays with energies above  $10^{17.2}$  eV from the hybrid data of the Pierre Auger Observatory, PoS(ICRC2019) 482.
- [3] R. A. Batista et al., CRPropa 3—a public astrophysical simulation framework for propagating extraterrestrial ultra-high energy particles, JCAP 05 (2016) 038.
- [4] D. Perkins, Particle Astrophysics, Oxford Univ. Press (2009) ISBN10: 0199545464/0-19-954546-4.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Alena Bakalová katedra fyziky FJFI**

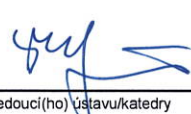
Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

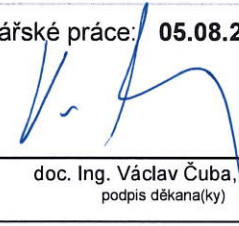
Datum zadání bakalářské práce: **31.10.2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **05.08.2024**

Platnost zadání bakalářské práce: **31.10.2025**

  
Ing. Alena Bakalová  
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.

15.11.2023

Datum převzetí zadání



Podpis studenta