

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	Šíření kosmického záření ultra vysokých energií ve vesmíru pro případ těžkého složení primárních částic
<b>Jméno autora:</b>	Martin Šmíd
<b>Typ práce:</b>	bakalářská práce
<b>Fakulta:</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
<b>Katedra:</b>	Katedra fyziky
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. Alena Bakalová, Ph.D.
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	Fyzikální ústav Akademie věd České republiky

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání a motivace k jeho vypsání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce a krátké průvodní slovo k motivaci pro zadání práce.</i>	
Zadání bakalářské práce považuji za průměrně náročné. V zadání je kombinována rešeršní část a praktická část, která se zaměřuje na simulace šíření kosmického záření vesmírem se započítáním energetických ztrát.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Předložená bakalářská práce splnila všechny body zadání.	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>výborná</b>
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatné tvůrčí práce.</i>	
Student pravidelně docházel na předem domluvené konzultace a byl na konzultace připraven. Průběžně diskutoval dosažené výsledky a odbornou literaturu. Student prokázal schopnost samostatné tvůrčí práce.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>průměrná</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Předložená práce je na odborné úrovni v souladu s očekáváními od bakalářské práce. Některé pasáže v rešeršní části nejsou úplně srozumitelně formulované (Hillasova podmínka str. 18, poslední odstavec části 2.3.2 nebo popis povrchového detektoru 3.1.1). V praktické části pak student prokázal dobré propojení získaných znalostí z literatury pro interpretaci vlastních výsledků.	

<b>Formální a jazyková úroveň</b>	<b>průměrná</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Předložená práce je dobře strukturovaná a až na několik pasáží je vše srozumitelně popsáno. V práci jsou používány odborné termíny. V některých částech však nacházíme nekonzistenci v používaných termínech, jako např. v rovnicích 4.2 a 4.3, kde jsou zvoleny různé veličiny pro označení energie fotonu či jiné drobné formální nedostatky jako volba anglických uvozovek v českém textu či absence pevných mezer před jednotkami.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>průměrné</b>
<i>Vyjážděte se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.</i>	

Student byl velmi aktivní při vyhledávání vlastní odborné literatury. Výběr citované literatury je široký a vhodně zvolený. Používání citací v textu však není vždy zcela přesné a místy není jasné, odkud dané informace pocházejí. V referencích si pak můžeme všimnout nekonzistence citací. U citací článků kolaborace Pierra Augera jsou v referencích (8,9,28,34,35) vždy uvedené jiné formáty způsobu zápisu autora. Jiné citace, jako např. (27,29,31,32), pak jsou neúplné.

#### **Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Student se naučil pracovat s programem CRPropa 3, ve kterém vytvořil rozsáhlou knihovnu simulací šíření kosmického záření ve vesmírem se započítáním energetických ztrát. V práci je ukázán vliv energetických ztrát na energetické spektrum a hmotnostní složení kosmického záření na pozorovateli a byla spočítána maximální energie kosmického záření na pozorovateli v závislosti na vzdálenosti zdroje. Student ukázal dobrou orientaci v dané problematice při interpretaci vlastních výsledků.

### **III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Případně uveďte otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Bakalářská práce je rozdělena do rešeršní části a části obsahující vlastní výsledky. Vlastní výzkumná část je zaměřena na šíření kosmického záření vesmírem pro případ těžkého složení kosmického záření na nejvyšších energiích. Student v práci ukazuje, z jakých vzdáleností zdrojů můžeme pozorovat kosmické záření na nejvyšších energiích a za jakých podmínek si tyto částice zachovaly těžké složení také na pozorovateli.

Rešeršní část, je na bakalářskou práci rozsáhlá, ovšem najdeme zde pasáže, které nejsou zcela srozumitelně formulovány. Současně se v textu můžeme setkat s občasnou nekonzistencí používaných termínů.

V rámci vlastní práce student vytvořil rozsáhlou knihovnu simulací energetických ztrát pro čtyři typy primární částice, různé vzdálenosti zdroje, spektrální indexy a maximální rigidity na zdroji. Student vytvořil přehledný graf ukazující radiační ztráty jednotlivých typů částic v závislosti na energii primární částice. Dále je v práci ukázán vliv energetických ztrát na energetické spektrum a hmotnostní složení kosmického záření na pozorovateli. Nejzajímavější výsledky práce ukazují maximální energii kosmického záření na pozorovateli v závislosti na vzdálenosti zdroje pro případ dusíku a železa. Současně bylo ukázáno, že ze zdrojů do vzdáleností asi 100 Mpc lze na pozorovateli detekovat těžké složení kosmického záření. Výsledky jsou srozumitelně okomentované a student prokázal orientaci v dané problematice.

Student během vypracování bakalářské práce pravidelně navštěvoval konzultace a diskutoval průběžný postup a odbornou literaturu. V předložené práci se vyskytují některé nepřesné formulace a v seznamu literatury si můžeme všimnout nekonzistencí. Práci doporučuji k obhajobě a navrhuji známku B – velmi dobře.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 16.8.2024

Podpis:

