

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Generace záření při interakci laserových a částicových svazků v particle-in-cell kódech
Jméno autora:	Bc. Patrik Puškáš
Typ práce:	diplomová práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra fyziky
Oponent práce:	Ing. Petr Valenta, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	The Extreme Light Infrastructure ERIC, ELI Beamlines Facility

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání diplomové práce s názvem "Generace záření při interakci laserových a částicových svazků v particle-in-cell kódech" se skládá ze čtyř kroků. V prvním kroku se měl student seznámit s metodou "particle-in-cell" sloužící pro numerické modelování zejména ve fyzice plazmatu. Student měl dále prostudovat způsoby simulace tzv. radiační reakce při pohybu vysokoenergetických částic v silných elektromagnetických polích, a to jak z hlediska popisu klasického, tak kvantového. Třetím krokem bylo seznámit se s prostředím národní výpočetní infrastruktury MetaCentrum, se spouštěním výpočetních úloh a s následným zpracováním simulačních dat. Na závěr měl student simulovat konkrétní případ režimu klasické a konkrétní případ režimu kvantové radiační reakce ve dvou vhodně zvolených simulačních kódech a diskutovat případné rozdíly mezi výsledky.</p> <p>Zadání práce odpovídá schopnostem studenta na úrovni magisterského studia a času vyhrazeného pro vypracování diplomové práce. Z mého pohledu však mohlo být zadání více ambiciózní: Student například nemůže porovnat implementaci klasické radiační reakce, protože v jednom z jím zvolených kódů tato implementace chybí. Vzhledem k tomu, že oba simulační nástroje mají otevřený zdrojový kód a z velké části je tvoří právě uživatelská komunita, nabízí se možnost tuto chybějící část v rámci zadání doimplementovat. To bych vnímal jako přidanou hodnotu diplomové práce a zároveň velmi hodnotný příspěvek vědecké komunitě.</p> <p>Zadání diplomové práce hodnotím jako průměrně náročné.</p>	

Splnění zadání	splněno
<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>	
<p>Diplomová práce je přehledně a logicky členěna do čtyř kapitol odpovídajících jednotlivým krokům zadání. První kapitola obsahuje popis simulační metody "particle-in-cell" včetně dvou simulačních kódů založených na této metodě a národní infrastruktury MetaCentrum využití k provedení simulací v rámci této práce. Druhá kapitola se zabývá teoretickým popisem radiační reakce z hlediska klasického i kvantového přiblížení. Třetí kapitola se věnuje algoritmům pro implementaci radiační reakce v simulačních kódech. Čtvrtá kapitola obsahuje výsledky jedno a dvoudimenzionálních simulací porovnávajících implementaci radiační reakce jak z hlediska fyzikálního, tak i výpočetního. Tato poslední kapitola je vlastním příspěvkem autora.</p> <p>Práce má celkem 70 stran, z toho 58 stran vlastního textu, 6 stran příloh a 6 stran je vyhrazeno pro přehled citované literatury. Délka diplomové práce je standardní, z rozsahu teoretického úvodu a bohatého seznamu literatury je zřejmé, že se autor s danou problematikou seznámil dostatečně.</p> <p>Zadání práce bylo z mého pohledu bez výhrad splněno.</p>	

<p>Zvolený postup řešení</p> <p><i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i></p> <p>Autor pro svou práci vhodně zvolil dva velmi populární a důvěryhodné simulační nástroje. Numerické simulace provádí v jedno a dvoudimenzionální kartézské geometrii, což (vezmeme-li v úvahu dostupnost výpočetních zdrojů) hodnotím jako rozumné. Nastavení parametrů simulací je řádně odůvodněné, přičemž autor bere ohled také na parametry současných experimentálních zařízení. Autor nad rámec zadání provádí také sadu simulací ke studiu vytváření elektron-pozitronových párů pomocí Breit-Wheelerova procesu. Všechny simulační parametry jsou pak uvedeny v přehledné tabulce.</p> <p>Autor porovnává implementaci radiační reakce v obou zvolených kódech jak z hlediska fyzikálního, tak výpočetního. Z hlediska fyzikálního autor zvolil jako metriku účinku radiační reakce změnu energetické bilance systému. Z hlediska výpočetního autor porovnává dobu potřebnou pro výpočet simulace při identickém nastavení obou zvolených simulačních kódů. Výsledky jsou zobrazeny pomocí formálně korektních grafů.</p> <p>Zvolený postup řešení tedy hodnotím jako vhodný.</p>	<p>vhodný</p>
<p>Odborná úroveň</p> <p><i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i></p> <p>Diplomová práce představuje odpovídající úroveň odbornosti a ukazuje, že student efektivně využívá své znalosti získané studiem a z odborné literatury. Student přesvědčivě prezentuje relevantní teoretické koncepty a metodologie, stejně tak jako jeho schopnost využívat simulační nástroje, výpočetní infrastrukturu, a nástroje ke zpracování simulačních dat. Práce demonstruje schopnost studenta propojit teoretické poznatky s jím dosaženými výsledky, což svědčí o jeho schopnosti kriticky myslet a aplikovat naučené poznatky.</p> <p>Odbornou úroveň diplomové práce hodnotím jako výbornou.</p>	<p>výborná</p>
<p>Formální a jazyková úroveň</p> <p><i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i></p> <p>Co se týče formální úrovně diplomové práce, autor dodržuje veškeré požadavky formálního zápisu, včetně struktury práce a odkazů na literaturu. Práce obsahuje přehledně číslované kapitoly, podkapitoly a nadpisy, které pomáhají orientovat se ve struktuře textu. Autor dále správně využívá odborných termínů a vědeckých metod, což přispívá k formální kvalitě práce.</p> <p>Z hlediska jazykové stránky je diplomová práce taktéž kvalitní. Práce je psána v anglickém jazyce na velmi dobré úrovni. Autor vyjadřuje své myšlenky jasně a srozumitelně a používá odbornou terminologii v souladu s problematikou práce. Autor také dobře rozvíjí své myšlenky, což přispívá k logickému toku práce. Jazykový projev je přesný, kohezní a vytváří dojem profesionality a odbornosti. V textu je minimum gramatických chyb a překlepů.</p> <p>Diplomová práce splňuje veškeré požadavky také na typografickou stránku. Text je zarovnaný do bloku, jednotlivé odstavce jsou přehledně odděleny a nepůsobí zmatečně. Použitý font je čitelný a vhodně zvolený. Matematické výrazy jsou korektně vysázeny podle daných pravidel a je dodržen jednotný styl. Práce je tak vizuálně příjemná a profesionální.</p> <p>Z hlediska formální a jazykové úrovně tuto práci hodnotím jako výbornou.</p>	<p>výborná</p>
<p>Výběr zdrojů, korektnost citací</p> <p><i>Vyjáďte 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</i></p>	<p>výborné</p>

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.

Diplomová práce obsahuje celkem 81 citovaných prací. Student cituje relevantní zdroje, při výběru pramenů dbá na to, aby zahrnul nejaktuálnější literaturu a studie, které přinášejí poznatky týkající se jeho tématu. Primárním zdrojem jsou recenzované články v renomovaných vědeckých žurnálech, což přispívá k důvěryhodnosti jeho práce. Faktické informace uvedené v práci student cituje korektně a odlišuje převzaté prvky od vlastních myšlenek, aby nedošlo k porušení citační etiky. Bibliografické údaje jsou úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Z hlediska výběru zdrojů a korektnosti citací tuto práci hodnotím jako výbornou.

Další komentáře a hodnocení

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

Předkládaná diplomová práce představuje kvalitní zpracování velmi aktuálního tématu "Generace záření při interakci laserových a částicových svazků v particle-in-cell kódech". Práce přináší řadu originálních výsledků rozšiřujících poznání v dané oblasti. Publikační výstupy autora mi nejsou známy.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

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

Na autora diplomové práce mám několik následujících dotazů:

- 1) Student v práci detailně rozebírá podmínky, za kterých lze využít klasický popis radiační reakce, a kdy je nutné použít popis kvantový. Chybí mi však diskuze, za jakých podmínek má smysl vůbec radiační reakci uvažovat. Mohl by student uvést stručný příklad parametrů interakce, při které již nelze radiační reakci zanedbat?
- 2) Student v simulacích uvažuje monoenergetický svazek elektronů. Jak by se během interakce měnilo spektrum elektronového svazku v případě, že by toto nebylo monoenergetické? Viděli bychom nějaký rozdíl při použití klasického a kvantového popisu?
- 3) V případě kvantového popisu dochází v simulacích k vytváření makročástic fotonů. Jaké je energetické spektrum a směr šíření těchto fotonů? Jsou nějaké rozdíly v těchto charakteristikách mezi oběma simulačními kódy?
- 4) V simulacích může docházet k vytváření velkého množství takovýchto makročástic fotonů v malé prostorové oblasti, což výrazně zvyšuje nároky na operační paměť. Mohl by student popsat nějaké techniky, kterými lze toto množství makročástic regulovat?
- 5) Student dochází k závěru že semi-quantový model dosahuje srovnatelných výsledků jako výpočetně náročný Monte-Carlo model, představující tudíž zajímavou alternativu. Mohl by student kvantifikovat, jaký je rozdíl ve výpočetní době mezi oběma modely na jinak totožných simulacích?

V celkovém hodnocení lze předkládanou práci hodnotit velmi kladně, a to nejen po stránce odborné, ale také z hlediska vysoké formální a jazykové úrovně. Doporučuji proto tuto diplomovou práci k obhajobě.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 25.5.2023

Podpis:

