

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> posudek vedoucího | <input type="checkbox"/> posudek oponenta |
| <input type="checkbox"/> bakalářské práce | <input checked="" type="checkbox"/> diplomové práce |

Autor/ka: **Václav Bára**

Název práce: **Elektromagnetická rotační superradiace**

Studijní program a obor: Teoretická fyzika

Rok odevzdání: 2017

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Mgr. Tomáš Ledvinka Ph. D.

Pracoviště: Ústav teoretické fyziky MFF UK

Kontaktní e-mail: tomas.ledvinka@mff.cuni.cz

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/oponenta:

Kerrovo řešení Einsteinových rovnic popisující rotující černou díru je asi nejdůležitějším jednotlivým výsledkem matematické relativity. Jednou z jeho překvapivých vlastností je možnost extrakce energie rotace černé díry při rozptylu vln – tzv. superradiace. To se na první pohled může zdát v nesouladu s představou černoděrového horizontu jako vše pohlcující jednosměrné membrány. Objev superradiace polí u Kerrovy černé díry ale předcházela objev rotační klasické elektromagnetické superradiace J. B. Zeldoviče založený na termodynamických argumentech a ztotožňující příčinu extrakce energie v právě v disipativním charakteru rozptylového centra.

Navrženým tématem práce bylo vyjít ze Zeldovičova přístupu, nalézt přesné klasické superradiativní řešení Maxwellových rovnic, jev podrobně analyzovat, ilustrovat a srovnat se superradiativním řešením Maxwellových rovnic na pozadí Kerrovy černé díry. Při řešení práce se projevilo, že jde o téma rozsáhlé a předložená diplomová práce stále nechává některé zajímavé otázky otevřené. Také ale jde o téma aktuální, monografie [14] se objevila současně se zadáním práce.

Předložená diplomová práce v první kapitole podává celý kontext superradiace v černoděrových prostoročasech. V této kapitole autor vychází ze zmiňované monografie, původních článků, ale i svých zkušeností získaných při přípravě DP. V dalších dvou kapitolách se popisují klasická řešení pro rozptyl vln na rotující vodivé slupce válcové a sférické. Jde o přesná ale doposud neznámá nebo nepublikovaná řešení a představují původní výsledek. Čtvrtá kapitola se zabývá jedním z důsledků superradiace – nestabilitou centra uzavřeného do rezonátoru. V poslední kapitole je pak popsáno odvození Teukolskyho rovnice, jejích separovaných řešení a jejich nestability při hraničních podmínkách kulového rezonátoru, jak je publikoval v roce 2016 R. Brito. V jejím úplném závěru se porovnává chování těchto rostoucích (vybuchujících) módů a p. Bárrou nalezených řešení klasických.

Právě podobná porovnání měla být cílem práce, nakonec ale práce v tomto ohledu obsahuje jen Obrázek 5.3. To je mojí hlavní výtkou: z časových důvodů se práce k porovnání klasických a Kerrovských superradiacních řešení nedostane a z mého pohledu tak nedokáže „prodat“ nalezená řešení klasických polních rovnic se superradiací.

Připomínky k práci:

Ze znění textu nad (2.16) by se mohlo zdát, že vzájemná separace m -módů nějak vyplývá z TE charakteru vln, je to ovšem obecný důsledek axiální symetrie problému.

Ve druhém odstavci sekce 3.1 se mluví o „kvantové představě“, v práci uvažované klasické pole s azimutální závislostí $e^{im\varphi}$ ale nese makroskopické a nekvantované množství momentu hybnosti, nikoli m -násobek redukované Planckovy konstanty.

Obrázky 2.3 c), 3.2, 4.2 a asi i 2.2 mají spíše „umělecký“ charakter, není zřejmé, že by znázorňovaly nějaké fyzikálně relevantní situace.

Spěch, se kterým byla práce dokončována ilustruje např. to, jak skončila rovnice (5.58), nebo to, jak nepořádně se na straně 41 v jediném souvětí vykládá Penroseův proces.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Pod (2.26) píšete „lze analogicky určit“. Jak vypadá pro TM vlnu vztah odpovídající (2.20) nebo nějaká jeho alternativa?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta:

Praha, 30. 8. 2017