Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Na Slovance 2, 182 21 Praha 8

info@eli-beams.eu | www.eli-beams.eu

Posudek vedoucího bakalářské práce

Generace vysokých harmonických frekvencí pomocí „dvoubarevného" pole

Autor práce: Tadeáš Němec
Rok: 2020/2021
Školitel: Ondřej Hort, Ph.D.
Konzultanti: prof. Ing. Jiří Limpouch, CSc., Ing. Jan Vábek

Cílem práce je studium generace vysokých harmonických frekvencí (HHG) v „dvoubarevném" řídícím poli, tj. v poli získaném složením dvou impulsů s odlišnými nosnými frekvencemi. Základním nástrojem je Schrödingerova rovnice v přiblížení *Strong-field approximation* (SFA).

Tato práce se zabývá dvěma stěžejními tématy:

1) modelováním různých vzájemných konfigurací dvou pulzů

2) studium problematiky modelování p-orbitalů v SFA formulaci HHG.

Samotná práce se skládá z úvodu, pěti kapitol, závěru, seznamu použité literatury, a čtyř dodatků. První kapitola je rešerší shrnující různé zdroje attosekundových impulzů, dále je zde specializovaná část celé práce zařazena do širšího kontextu problematiky generace vysokých harmonických. Kapitoly 2 a 3 shrnují potřebnou teorii pro samotnou práci; nejprve je představen jednoduchý obecný fyzikální model HHG, který je následně specifikován pomocí kvantověmechanické formulace a konkrétní implementace použité v dalších kapitolách. Kapitola 4 přináší originální výsledky k použití p-orbitalů v SFA formulaci. Kapitola 5 se zabývá různými vlastnostmi generovaného pole (spektra, časově-spektrální analýza, polarizační stavy) v závislosti na řídících polích. Dodatky představují systém jednotek použitý v práci, dále příklady numerických nástrojů vytvořených pro implementaci SFA a analýzu dat a technické výpočty nad rámec hlavního textu. Seznam literatury obsahuje nadstandartních 45 citací, což plně splňuje účely této práce. V průběhu práce Tadeáš prokázal velmi dobrou práci s literaturou, kde samostatně rozšířil poskytnuté zdroje.

Prvním z originálních přínosů práce je detailní systematické studium aproximace sedlových bodů v SFA. Tato aproximace je stěžejní pro velkou část kvantových modelů obsažených v SFA. Výsledkem této analýzy je zjištění, že použití aproximace sedlových bodů je pro p-orbitaly velmi problematické a postupy fungující pro obvykle studované s-stavy nelze jednoduše použít. V rámci práce je prozkoumáno několik možností, které se jevily jako slibné pro tento případ a Tadeáš dokázal, že nedávají uspokojivé výsledky. V práci jsou nastíněné ještě další možné postupy k tomuto tématu k dalšímu zkoumání v budoucnu. Tadeáš v této části práce prokázal velmi dobrou orientaci v teorii SFA, kde produktivně spojil analytický a numerický přístup k řešení problému.

Druhým originálním výsledkem je systematická studie různých konfigurací „dvoubarevných" polí. V této kapitole oceňuji přehledné zpracování a vhodnou volbu

FZU Fyzikální ústav Akademie věd České republiky
EVROPSKÁ UNIE Evropské strukturální a investiční fondy Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

parametrů a způsobů vizualizace daných výsledků. Věřím, že tato část práce bude cenným odrazovým můstkem pro další zkoumání generace vysokých harmonických za použití vícebarevných polí.

Předložený manuskript naplňuje požadavky na bakalářskou práci a v míře originality výsledků tento typ práce převyšuje. Během akademického roku projevil Tadeáš Němec značnou samostatnost, důslednost, píli a originalitu. Všechny body zadání byly úspěšně splněny a výsledky budou použity v budoucích simulacích a experimentech na ELI Beamlines.

Proto práci navrhuji k obhajobě s hodnocením **A (výborně)**.

V Dolních Břežanech, dne 30.8.2021

Ondřej Hort, Ph. D.

Fyzikální ústav Akademie věd České republiky
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY