الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي





Setif 1 University Ferhat Abbas
Faculty of Sciences
Department of Physics

جامعـــة سطيف 1 فرحـــــات عباس
كليـــة العلـــــــوم
قســـــــم الفيزياء

MASTER'S THESIS

Field: Matter Sciences

Branch: Physics

Speciality: Theoretical and Fundamental Physics

Theme

Study of The Distortion Effects and Post Collision Interaction in (e,2e) Reactions :Application to Atomic Targets

Presented by :
ABBOU ABIR

Directed by :
HOUAMER SALIM

Thesis defended on June 24, 2026, before the examination committee :

President	**Pr. Abdelaziz. MANSOURI**	**Setif 1 University Ferhat Abbas**
Supervisor	**Pr. Salim. HOUAMER**	**Setif 1 University Ferhat Abbas**
Examiner	**Pr. Karima. BERKANE**	**Setif 1 University Ferhat Abbas**

2025 / 2026

Contents

Contents i
List of Figures iii
List of Tables v
General Introduction 1

1 Fundamentals of Scattering Theory 3
Introduction 3
1.1 Description of scattering Phenomena 3
1.2 Basic Concepts of Cross Sections 5
1.2.1 Definition of Cross Section 5
1.2.2 Mathematical Expression 6
1.3 Scattering Amplitude 6
1.4 Born Approximation 9
1.5 Conclusion 10

2 The process of single ionization (e, 2e) 11
Introduction 11
2.1 Description of the (e,2e) Ionization Process 11
2.2 Differential Cross Sections 13
2.2.1 Single Differential Cross Section 13
2.2.2 Doubly Differential Cross Section 13
2.2.3 Triply Differential Cross Section 13
2.3 Kinematics and Geometry of the (e,2e) Reaction 14
2.3.1 Coplanar Asymmetric Geometry 14
2.3.2 Symmetric Geometry 15
2.4 Determination of the Transition Matrix 17
2.4.1 Initial State of the system 17
2.4.2 Final State of the system 20
2.5 Theoretical Models 20
2.5.1 Plane Wave Born Approximation (PWBA) 20
2.5.2 The 1CW approximation 21
2.5.3 The BBK Model 21
2.6 Conclusion 21

3 Results and Discussion 22
Introduction 22

3.1 Application to atomic targets 22
3.1.1 Ionization of the helium atom 23
3.1.2 Ionization of the Neon atom 25
3.2 Results and Discussion 25
3.2.1 Application to Hydrogen 26
3.2.2 Application to Helium 27
3.2.3 Application to Neon 30
3.3 Conclusion 32

General Conclusion 33
References 34

A Calculation of the scattering amplitude in the one-electron model 37
B The scattering amplitude in the BBK model 38

Abstract

This thesis presents a theoretical study of the Triple Differential Cross-Sections (TDCS) for the single ionization of atomic hydrogen (H), helium (He), and neon (Ne) by electron impact. The primary objective is to evaluate the critical importance of distortion effects and final-state dynamic correlations on the *(e, 2e)* ionization dynamics by comparing two quantum mechanical approaches: the 1CW (One-Coulomb Wave) approximation and the BBK (Brauner-Briggs-Klar) model.

Keywords: *(e, 2e)* ionization, TDCS, distortion effects, post-collision interaction.

Résumé

Ce mémoire présente une étude théorique des sections efficaces triplement différentielles (TDCS) pour l'ionisation simple de l'hydrogène (H), de l'hélium (He) et du néon (Ne) par impact électronique. L'objectif principal est d'évaluer l'importance cruciale des effets de distorsion et des corrélations dynamiques de l'état final sur la dynamique d'ionisation (e, 2e) en comparant deux approches de la mécanique quantique : l'approximation 1CW (One-Coulomb Wave) et le modèle BBK (Brauner-Briggs-Klar).

Mots-clés : *ionisation (e, 2e), TDCS, effets de distorsion, interaction post-collision.*

ملخص

تقدم هذه الأطروحة دراسةً نظريةً للمقاطع العرضية التفاضلية الثلاثية (TDCS) لعملية التأين الأحادي لذرات الهيدروجين(H) والهيليوم(He) والنيون (Ne) بفعل تصادم الإلكترونات .ويتمثّل الهدف الرئيسي من هذا العمل في تقييم الأهمية الحاسمة لتأثيرات التشويه والارتباطات الديناميكية في الحالة النهائية على ديناميكية عملية التأين(e, 2e) ، وذلك من خلال مقارنة منهجين في ميكانيكا الكم، وهما تقريب الموجة الكولومية الواحدة (1CW) ونموذج براونر،–بريغز–كلار (BBK).

الكلمات المفتاحية :تأين(e, 2e) ، المقاطع العرضية التفاضلية الثلاثية (TDCS) ، تأثيرات *التشويه، تفاعل ما بعد التصادم.*