

Б 83



О.О. БОРОВИК

АВТОІОНІЗАЦІЯ АТОМІВ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОННОЇ ФІЗИКИ

О. О. БОРОВИК

АВТОІОНІЗАЦІЯ АТОМІВ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ

*ПРОЕКТ
«НАУКОВА КНИГА»*

КИЇВ НАУКОВА ДУМКА 2016

У монографії на прикладі досліджень спектрів розсіяних та ежектованих електронів, що утворюються при збудженні електронним ударом субвалентних оболонок атомів лужних металів (літію, натрію, калію, рубідію, цезію), розглянуто явище автоіонізації, а також інші внутрішньоатомні процеси, що супроводжують його, зокрема утворення резонансів негативних іонів, каскадне заселення, взаємодію після зіткнення, іонізацію. Описано методику і техніку експериментальних досліджень, а також основні теоретичні методи розрахунків параметрів автоіонізації. Наведено численні результати експериментального дослідження енергій, ефективних перерізів збудження і каналів розпаду атомних автоіонізаційних станів та резонансів негативних іонів атомів лужних металів. Проведено порівняння цих даних з результатами наявних теоретичних розрахунків.

Для наукових співробітників, що працюють у галузі атомної фізики, фізичної електроніки, фізики плазми, а також аспірантів та студентів старших курсів фізичних спеціальностей.

Р е ц е н з е н т и :

академік НАН України О. Б. Шпенник,
член-кореспондент НАН України А. М. Негрійко

*Рекомендовано до видання вченою радою
Інституту електронної фізики НАН України
(протокол № 2 від 26.02.2015 р.)*

***Видання здійснено за державним замовленням
на випуск видавничої продукції***

Науково-видавничий відділ фізико-математичної
та технічної літератури

Редактор *В. В. Вероцька*

© О. О. Боровик, 2016

© НВП «Видавництво “Наукова думка”
НАН України», дизайн, 2016

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
Розділ 1. МЕТОДИ ТА АПАРАТУРА ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АВТОІОНІЗАЦІЇ	5
1.1. Загальні положення та особливості автоіонізації атомів лужних металів	5
1.2. Експериментальні методи дослідження автоіонізації	10
1.3. Апаратура для вимірів спектрів розсіяних електронів та спектрів метастабільних станів	12
1.4. Апаратура для вимірів спектрів ежкетованих електронів	24
Розділ 2. ТЕОРЕТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОІОНІЗАЦІЙНИХ СТАНІВ	42
2.1. Енергетичні пороги та ймовірності розпаду	43
2.2. Ефективні перерізи збудження	49
2.3. Стан теоретичних досліджень автоіонізації атомів лужних металів	61
Розділ 3. СПЕКТРИ РОЗСІЯНИХ ТА ЕЖКЕТОВАНИХ ЕЛЕКТРОНІВ	66
3.1. Загальний опис та структура	66
3.2. Збудження спектрів ежкетованих електронів	83
3.3. Спектроскопічна класифікація ліній та енергетична структура автоіонізаційних станів	90
Розділ 4. ДИНАМІКА ЕЛЕКТРОННОГО ЗБУДЖЕННЯ АВТОІОНІЗАЦІЙНИХ СТАНІВ	101
4.1. Резонанси в ефективних перерізах збудження	101
4.2. Функції збудження	103
4.3. Закономірності електронного збудження субвалентних оболонк атомів лужних металів	132
Розділ 5. ЕФЕКТ ВЗАЄМОДІЇ ПІСЛЯ ЗІТКНЕННЯ В СПЕКТРАХ ЕЖКЕТОВАНИХ ЕЛЕКТРОНІВ АТОМІВ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ	139
5.1. Ефект взаємодії після зіткнення і автоіонізація	139
5.2. Енергетичний зсув ліній у спектрах ежкетованих електронів	143
5.3. Ефект взаємодії після зіткнення та резонансне збудження	148
5.4. Ефект взаємодії після зіткнення при автоіонізації молекул	155

Р о з д і л 6. ПЕРЕРІЗ АВТОІОНІЗАЦІЇ	157
6.1. Загальні положення та методика досліджень	157
6.2. Перерізи та функції автоіонізації	161
6.3. Роль автоіонізації в однократній іонізації атомів лужних металів електронним ударом	170
ПІСЛЯМОВА.....	176
ДОДАТОК	178
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	188
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	189

TABLE OF CONTENT

PREFACE	3
Chapter 1. METHODS AND APPARATUS FOR EXPERIMENTAL STUDIES OF AUTOIONIZATION	5
1.1. General grounds and peculiarities of autoionization in alkali atoms	5
1.2. Experimental methods	10
1.3. Apparatus for measuring spectra of scattered electrons and metastable excitation functions.....	12
1.4. Apparatus for measuring spectra of ejected-electrons.....	24
Chapter 2. THEORETICAL METHODS FOR INVESTIGATION OF AUTOIONIZING STATE PARAMETERS	42
2.1. Energy thresholds and decay probabilities.....	43
2.2. Effective excitation cross sections	49
2.3. Status of theoretical studies of autoionization in alkali atoms.....	61
Chapter 3. SPECTRA OF SCATTERED AND EJECTED ELECTRONS	66
3.1. General description and structure	66
3.2. Excitation of ejected-electron spectra	83
3.3. Spectroscopic classification of lines and energy structure of autoionizing states	90
Chapter 4. DYNAMICS OF ELECTRON EXCITATION OF AUTOIONIZING STATES	101
4.1. Resonances in effective excitation cross sections.....	101
4.2. Excitation functions	103
4.3. Regularities of electron excitation of subvalence shells in alkali atoms	132
Chapter 5. POST-COLLISION INTERACTION EFFECT IN EJECTED-ELECTRON SPECTRA OF ALKALI METAL ATOMS	139
5.1. Post-collision interaction effect and autoionization	139
5.2. Energy shift of lines in ejected-electron spectra	143
5.3. Post-collision interaction effect and resonance excitation.....	148
5.4. Post-collision interaction effect and autoionization of molecules	155

TABLE OF CONTENT

Chapter 6. AUTOIONIZATION CROSS SECTION	157
6.1. General conditions and method of investigation	157
6.2. Autoionization cross sections and functions.....	161
6.3. Role of autoionization in single ionization of alkali atoms by electron impact	170
AFTERWORD	176
APPENDIX	178
LIST OF ABBREVIATIONS	188
BIBLIOGRAPHY	189