

ПАРЦІАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОІОНІЗАЦІЙНИХ СТАНІВ, ЯКІ ЗБІГАЮТЬСЯ ДО ТРЕТЬОГО ПОРОГУ АТОМА ГЕЛІЮ

Т.М. Заяць, А.І. Опачко

Ужгородський національний університет, кафедра теоретичної фізики,

88000, Ужгород, вул. Волошина, 32

e-mail: ztm@gaser.uzhgorod.ua

Розраховано парціальні положення та ширини найнижчих 10-ти синглетних 1S , 1P , 1D , 1F автоіонізаційних станів, які збігаються до порогу $N=3$ атома гелію. Проведено аналіз парціальних ширин, що дозволило виявити автоіонізаційні стани, які розпадаються в один або два канали. Таким чином виявлено квазістаціонарні стани, для яких сильний зв'язок каналів слід враховувати з одним або двома відкритими каналами.

1. Вступ.

В роботах [1-3] сформульований метод взаємодіючих конфігурацій в зображенні комплексних чисел (МВКЗКЧ), розроблена робоча схема обчислювального процесу для задач іонізації атомів фотонами та електронами. В цих же роботах проведено розрахунки положень та повних ширин автоіонізаційних станів, які збігаються до третього порогу атома гелію. Показано, що в межах методу МВКЗКЧ можна зробити наступні наближення:

1) метод взаємодіючих конфігурацій в зображенні дійсних чисел; (це наближення відповідає нехтуванню в матриці

$W_{nm}(E) = E_n \delta_{nm} + F_{nm}(E) - i\gamma_{nm}(E)$ (див.[2]) комплексними складовими $i\gamma_{nm}(E)$);

2) діагоналізаційне наближення в зображенні дійсних чисел полягає в тому, що в матриці $W_{nm}(E)$ нехтуємо сумою всіх недіагональних членів $F_{nm}(E) - i\gamma_{nm}(E)$);

3) діагоналізаційне наближення з урахуванням переходів зовні енергетичної поверхні (або діагоналізаційне наближення в зображенні комплексних чисел) виникає,

якщо в розрахунках знехтуємо членом $F_{nm}(E)$.

2. Парціальні характеристики автоіонізаційних станів, що збігаються до третього порогу атома гелію.

Як було показано в роботі [3], повні ширини та положення автоіонізаційних станів, отримані у вищевказаних наближеннях суттєво відрізняються. Значення параметрів Фано q та ρ^2 для цих станів розраховані при значенні переданого імпульса $Q=0.1$ а.о.⁻¹ відрізняються ще більше. А це означає, що резонансні криві перерізів суттєво залежать від вибору варіанту розрахунку.

Аналіз парціальних ширин в рамках методу МВКЗКЧ та наближень, які з нього випливають не проводився. В даній роботі показано, в які саме канали, і з якою імовірністю, розпадаються конкретні квазістаціонарні стани, що збігаються до порогу $N=3$ атома гелію.

Найбільш простий аналіз можна зробити в діагоналізаційному наближенні [4-6], яке дозволяє прослідкувати, в якому співвідношенні відбувається розпад автоіонізаційних станів, що знаходяться в області вище порогу утворення збуджених іонів He^+ . Інтерес до цього питання обумовлений можливістю виявити резонанси, які розпадаються практично в один канал (і

в такому випадку для таких станів зв'язком каналів можна знехтувати), а також такі, що розпадаються по кільком каналам – тобто, для яких урахування зв'язку каналів є обов'язковим. Частково цю інформацію можна отримати з аналізу даних, порівнюючи значення положень та ширин резонансів в різних наближеннях, але без знання парціальних ширин розпаду, ці дані дають тільки якісну оцінку.

В таблицях 1 - 4 приведено парціальні ширини для 10-ти найнижчих квазістаціонарних станів в порядку зростання їх по енергії. Так, з таблиці 1 бачимо, що 9-й 1S резонанс ($E_d=72.48489$ еВ; $\Gamma_d=0.00058$ еВ) практично розпадається в один канал $2s\epsilon s$. Для 1P – терма (Таблиця 2) такими квазістаціонарними станами є: 7-й ($E_d=72.20032$ еВ; $\Gamma_d=0.02446$ еВ) та 9-й

($E_d=72.26011$ еВ; $\Gamma_d=0.00040$ еВ), які переважно розпадаються в канал $2p\epsilon d$. Серед 1D резонансів (Таблиця 3) можна стверджувати, що в один канал розпадаються стани: 2-й ($E_d=70.50481$ еВ; $\Gamma_d=0.12298$ еВ), 4-й ($E_d=71.54640$ еВ; $\Gamma_d=0.21438$ еВ), 8-й ($E_d=72.14948$ еВ; $\Gamma_d=0.06274$ еВ) та 10-й ($E_d=72.25871$ еВ; $\Gamma_d=0.04451$ еВ). Всі ці стани розпадаються переважно в канал $2p\epsilon r$. Серед 1F резонансів (Таблиця 4) такими, для яких зв'язок каналів несуттєвий можемо вважати: 7-й ($E_d=72.43971$ еВ; $\Gamma_d=0.00085$ еВ) – розпадається в канал $2s\epsilon f$, та 9-й ($E_d=72.47220$ еВ; $\Gamma_d=0.00001$ еВ) – розпадається в канал $2p\epsilon d$ квазістаціонарні стани. Отже, для перерахованих станів вплив зв'язку каналів не є суттєвим.

Таблиця 1.

N п/п	E_r , еВ	Γ_r , еВ	$1s\epsilon s$	$2s\epsilon s$	$2p\epsilon p$
1	69.39400	0.08235	0.00264	0.07904	0.00067
2	70.48503	0.17282	0.00659	0.04469	0.12154
3	71.40519	0.04091	0.00269	0.03755	0.00067
4	71.91078	0.04045	0.00226	0.01187	0.02632
5	72.07814	0.01973	0.00155	0.01767	0.00053
6	72.24057	0.01974	0.00002	0.00038	0.00006
7	72.33661	0.01643	0.00117	0.00487	0.01038
8	72.40086	0.01048	0.00087	0.00926	0.00035
9	72.48489	0.00058	0.00001	0.00047	0.00010
10	72.54845	0.00812	0.00067	0.00259	0.00486

Парціальні ширини найнижчих 10-ти 1S резонансів, отриманих в діагоналізаційному наближенні в зображенні дійсних чисел.

Таблиця 2.

N п/п	E_r , еВ	Γ_r , еВ	$1s\epsilon p$	$2s\epsilon p$	$2p\epsilon s$	$2p\epsilon d$
1	69.91937	0.16584	0.00033	0.03206	0.09450	0.03899
2	71.24768	0.00101	0.00001	0.00063	0.00027	0.00011
3	71.47437	0.06436	0.00011	0.00240	0.00368	0.05817
4	71.66483	0.06522	0.00033	0.01596	0.04076	0.00818
5	71.78036	0.00066	0.00001	0.00007	0.00003	0.00057
6	71.02307	0.00070	0.000001	0.00042	0.00023	0.00005
7	72.20032	0.02446	0.0000001	0.0000001	0.00543	0.01903
8	72.25068	0.03066	0.00025	0.00937	0.01938	0.00166
9	72.26011	0.00040	0.0000001	0.00006	0.00006	0.00028
10	72.37193	0.00046	0.000001	0.00006	0.00017	0.00023

Парціальні ширини найнижчих 10-ти 1P резонансів, отриманих в діагоналізаційному наближенні в зображенні дійсних чисел.

Таблиця 3.

N п/п	E_r, eV	Γ_r, eV	1s ϵ d	2s ϵ d	2p ϵ p	2p ϵ f
1	69.66939	0.15198	0.00001	0.00342	0.14499	0.00356
2	70.50481	0.12298	0.00076	0.00837	0.11141	0.00244
3	71.22368	0.01108	0.00227	0.00306	0.00332	0.00244
4	71.54640	0.21438	0.00571	0.00076	0.20598	0.00193
5	71.56122	0.03308	0.00018	0.00776	0.02507	0.00008
6	71.91431	0.02680	0.00111	0.00740	0.01595	0.00234
7	72.12195	0.02845	0.00445	0.01443	0.00679	0.00278
8	72.14948	0.06274	0.0000004	0.00327	0.05909	0.00038
9	72.18266	0.00749	0.0000003	0.00111	0.00631	0.00007
10	72.25821	0.04451	0.00032	0.00012	0.04336	0.00071

Парціальні ширини найнижчих 10-ти 1D резонансів, отриманих в діагоналізаційному наближенні в зображенні дійсних чисел.

Таблиця 4.

N п/п	E_r, eV	Γ_r, eV	1s ϵ f	2s ϵ f	2p ϵ d	2p ϵ g
1	70.88120	0.08686	0.00006	0.03679	0.02921	0.02079
2	71.48071	0.00495	0.0000001	0.00185	0.00244	0.00065
3	71.99411	0.02403	0.00002	0.00749	0.01043	0.00608
4	72.13817	0.00074	0.0000004	0.00054	0.00016	0.00004
5	72.13959	0.00347	0.000002	0.00160	0.00128	0.00058
6	72.37193	0.01244	0.00001	0.00334	0.00594	0.00314
7	72.43971	0.00085	0.0000003	0.00075	0.0000001	0.00011
8	72.44394	0.00182	0.0000006	0.00070	0.00066	0.00046
9	72.47220	0.00001	0.000003	0.00001	0.0000001	10^{-8}
10	72.59225	0.00862	0.00001	0.00168	0.00559	0.00134

Парціальні ширини найнижчих 10-ти 1F резонансів, отриманих в діагоналізаційному наближенні в зображенні дійсних чисел.

3. Висновки.

1. Показано, що аналіз парціальних ширин в діагоналізаційному наближенні дозволяє зробити висновок про ступінь важливості врахування зв'язку каналів для тих чи інших квазістаціонарних станів.

2. Кількісна оцінка інших парціальних параметрів, а саме: параметрів Фано ρ^2 та q -індексів в діагоналізаційному наближенні є досить грубою, і для розрахунку цих параметрів доцільніше використовувати МВКЗКЧ.

1. Бурков С.М., Заяц Т.М., Страхова С.И. // Оптика и спектроскопия. – 1988. – **63**, вып.3. – с.523-528.
2. Burkov S.M., Letyaev N.A., Strakhova S.I., Zajac T.M. // J.Phys.B: Atom. and Mol. Phys. – 1988. – **21**. – P.1995 – 1208.
3. Burkov S.M., Strakhova S.I., Zajac T.M. // J.Phys.B: Atom. and Mol. Phys. – 1990. – **21**. – P.3677 – 3689.

4. Балашов В.В., Липовецкий С.С., Сенашенко В.С. // ЖЭТФ. – 1972. – **63**.с.1622-1627.
5. Балашов В.В., Липовецкий С.С., Павличенков А.В., Полюдов А.Н., Сенашенко В.С. // Опт.и спектр., 1972. – т.32, – с.10-16.
6. Balashov V.V., Lipovetsky S.S., Senashenko V.S. // Phys.Lett. – 1972. – v.40A. – p.389-39

PARTIAL CHARACTERISTICS OF AUTHOIONISATION STATES, WHICH ARE CONVERGED TO THE THIRD THRESHOLD HELIUM ATOM

ZAJAC T.M., OPACHKO A.I.

Uzhgorod National University, Department of Theoretical Physics,

88000, Uzhgorod, st. Voloshina, 32

e-mail: ztm@gaser.uzhgorod.ua

We calculate position and partial widths the lowest 10 singlet 1S , 1P , 1D , 1F queasystationary states, which are converged to the threshold $N=3$ helium atom. We current the analyse partial widths. This gives the possibility to found queasystationary states, which decay in to one or two channels. So, we have found queasystationary states, for which strength coupling exist with one or two channel.