

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО
ЗНАМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени А.А.ЖДАНОВА

На правах рукописи
УДК 539.186

ЗАГРЕБИН АНДРЕЙ ЛАВРЕНТЬЕВИЧ

ПЕРЕХОДЫ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ
СТОЛКНОВЕНИЯХ АТОМОВ ЭЛЕМЕНТОВ ВТОРОЙ ГРУППЫ И
ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ

01.04.05 - оптика

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Л е н и н г р а д
1984

Работа выполнена на кафедре теоретической физики Ленинградского ордена Трудового Красного Знамени института точной механики и оптики и кафедре оптики Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени государственного университета имени А.А.Жданова.

Научные руководители: доктор физико-математических наук, профессор А.А.Киселев,
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник
А.З.Дэвдариани

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук
Е.И.Дашевская,
доктор физико-математических наук
В.Н.Островский

Ведущая организация: Институт химической физики АН СССР.

Защита состоится "___" 1984 г. в ___ час.
на заседании специализированного совета К.063.57.10 по при-
суждению ученой степени кандидата физико-математических наук
в Ленинградском государственном университете им.А.А.Жданова
по адресу: 199164, Ленинград, Университетская наб., 7/9.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке
им.М.Горького ЛГУ им.А.А.Жданова.

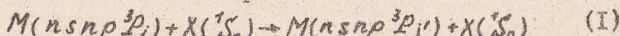
Автореферат разослан "___" 1984 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

Э.И.Иванов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Одними из наиболее эффективных нерезонансных процессов при медленных атомных столкновениях являются переходы между компонентами тонкой структуры. К настоящему времени такие процессы достаточно хорошо как экспериментально, так и теоретически исследованы для столкновений резонансно-возбужденных атомов щелочных металлов с атомами инертных газов. Здесь основные теоретические результаты были получены Е.Е.Никитиным с сотрудниками /1/. В то же время, в связи с обсуждаемым в литературе созданием эксимерных лазеров /2/, представляют интерес и переходы между компонентами тонкой структуры возбужденных атомов второй группы M при столкновениях с атомами инертных газов X .

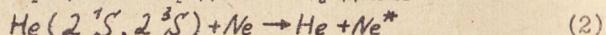


К моменту постановки настоящей работы в литературе имелся лишь расчет /3/ сечений переходов $^3P_1 \rightarrow ^3P_0$ в атомах Zn , Cd , Hg при столкновениях с атомами Ar . Ввиду сложности экспериментального исследования процессов (I), представляется актуальной задача теоретического рассмотрения этих реакций для широкого круга партнеров. Отметим, что процессы типа (I) являются одними из вероятных каналов тушения метастабильных состояний $M(^3P_{0,1})$ при столкновениях с атомами буферного газа.

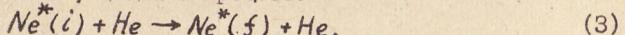
Неупругие процессы с участием возбужденных атомов инертных газов экспериментально исследовались в ряде работ. Для интерпретации экспериментальных данных и расчета сечений таких процессов необходимы данные о термах возбужденных состояний квазимолекулы. К настоящему времени большинство теоретических работ посвящено изучению термов гомоядерных систем /4/, см. также обзор /2/. Между тем, исследование структуры термов гетероядерных квазимолекул представляет как самостоятельный-теоретический интерес, так и практический, в частности, для создания эксимерных лазеров. Так, в /2/ отмечаются определенные преимущества смесей инертных газов для лазерных сред, в том числе важная роль процессов несимметричных столкновений атомов инертных газов в лазерах на галогенидах инертных газов. Из сказанного выше можно заключить об актуальности теоретического исследования структуры термов гетероядерных квазимолекул инертных газов, а также переходов между

уровнями возбужденных конфигураций при несимметричных столкновениях.

Интерес к процессам передачи возбуждения



возник с созданием первого газового лазера и к настоящему времени реакции (2) являются наиболее полно экспериментально исследованными процессами нерезонансной передачи возбуждения. Механизмы основных каналов реакций, приводящих к заселению верхних лазерных уровней, теоретически рассматривались в работах /5-10/, причем некоторые из предложенных в /5-10/ механизмов противоречат друг другу. Такое расхождение связано с отсутствием в этих работах достаточно полного анализа структуры термов и их симметрии. В связи с этим, актуален теоретический анализ процессов (2) с заселением различных состояний атома Ne^* , а также процессов



приводящих к перераспределению возбуждения по уровням атома Ne^* вследствие столкновений с атомами буферного газа, так как большинство экспериментальных данных по процессам (2) получено в условиях газовой ячейки.

Цель работы. Целью настоящей работы является:

1) теоретическое исследование переходов между компонентами тонкой структуры возбужденных атомов второй группы $M(ns\text{ or }np^3P)$ при столкновениях с атомами инертных газов $X(S_o)$;

2) анализ структуры термов гетероядерных квазимолекул инертных газов $X(ns,np^5P)$, $Y(S_o)$, связанный с jK -типов связью моментов в атоме X^* и расчет термов системы Ne^*-He ;

3) теоретическое исследование переходов между уровнями конфигураций $X(ns,np^5P)$ при несимметричных столкновениях атомов инертных газов X^*+Y на примере наиболее полно экспериментально исследованной пары Ne^*+He , а также анализ роли таких процессов в заселении различных состояний атома Ne^* при передаче возбуждения от метастабильных атомов $He(2^1S), He(2^3S)$.

Научная новизна. I. Впервые рассмотрены все возможные переходы $j \rightarrow j'$ между компонентами тонкой структуры в возбужденных атомах второй группы $M(ns,np^3P)$ при столкновениях с атомами инертных газов, и для большого числа пар MX получены полуklassические оценки сечений.

2. Впервые проанализирована структура термов гетероядерной квазимолекулы инертного газа, предложен вариант метода эффективного гамильтониана для расчета термов системы $X(n, p^5 n \ell) - He, Ne$, вычислены термы квазимолекулы $Ne^* - He$.

3. Впервые теоретически рассмотрены переходы между возбужденными состояниями атома инертного газа при несимметричных столкновениях $Ne^* + He$ и выполнен анализ заселения различных состояний атома Ne^* при передаче возбуждения от метастабильных атомов $He(2^1S)$, $He(2^3S)$.

Практическая значимость. Полученные температурные зависимости констант скоростей и энергетические зависимости сечений неадиабатических переходов можно использовать для анализа элементарных процессов в газовых лазерах, других газоразрядных приборах. Вычисленные квазимолекулярные термы $Ne - He$, а также вычисленные по предложенной методике термы других гетероядерных квазимолекул инертных газов составляют основу для вычисления различных физических характеристик, которые определяются процессами атомных столкновений: коэффициенты диффузии, коэффициенты сдвига и уширения спектральных линий и т.д.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Развита полуклассическая теория переходов между компонентами тонкой структуры возбужденных атомов второй группы в состояниях $M(n_s n_p 3P)$ при тепловых столкновениях с атомами инертных газов $X(^1S_0)$.

2. Для ряда пар $M X$ получены оценки усредненных по максвелловскому распределению сечений $\langle \sigma_{jj'}(T) \rangle$ переходов ${}^3P_j \rightarrow {}^3P_{j'}$.

3. Предложен метод расчета термов возбужденных состояний гетероядерных квазимолекул инертных газов. Вычислены термы системы $Ne^* - He$.

4. Проанализированы промежуточные типы связи моментов в гетероядерной квазимолекуле инертного газа $X(n, p^5 n \ell) - Y(^1S_0)$ в различных областях межъядерных расстояний. Введены наборы дополнительных квантовых чисел δ , характеризующие возбужденные состояния квазимолекулы $X^* - Y$.

5. Развита теория переходов между уровнями конфигураций $X(n, p^5 n s)$ при несимметричных столкновениях атомов инертных

газов. Вычислены сечения переходов в атоме $Ne(ns)$, $n = 3, 4, 5$ при столкновениях $Ne(ns) + He$, в том числе сечения тушения метастабильных состояний $Ne(3s\ ^3P_0)$, $Ne(3s\ ^3P_2)$.

6. Проведен теоретический анализ процессов передачи возбуждения $He(2\ ^1S, 2\ ^3S) + Ne \rightarrow He + Ne^*$ с заселением различных состояний атома Ne^* . Вычислены сечения ряда каналов реакций, в том числе сечения передачи возбуждения на верхние лазерные уровни гелий-неонового лазера.

Апообация полученных результатов. Основные результаты докладывались на VII Всесоюзной конференции по физике электронных и атомных столкновений (Ленинград, 1981), III Межвузовской конференции "Физика процессов в газоразрядной плазме" (Ленинград, 1982), II Всесоюзном симпозиуме по динамике элементарных атомно-молекулярных процессов (Черноголовка, 1983), XIII Международной конференции по физике электронных и атомных столкновений (Берлин, 1983).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано шесть работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. Работа изложена на 130 страницах машинописного текста, содержит 15 рисунков, 13 таблиц и 136 библиографических ссылок на литературу.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснован выбор темы и актуальность диссертации, сформулированы решаемые задачи, приведены защищаемые положения.

В первой главе дан краткий обзор некоторых методов теории взаимодействия атомных частиц и теории неадиабатических переходов при медленных атомных столкновениях.

В параграфе I.1 рассмотрено построение квазимолекулярных волновых функций типов связи "a" и "c" по Гунду, сформулирован вариант метода Гайтлера-Лондона, основанный на введении эффективного гамильтониана /II/.

В параграфе I.2 изложен вариант метода псевдопотенциала /I2/ для расчета взаимодействия одноэлектронных атомов с атомами He , Ne .

В параграфе I.3 сформулированы модели неадиабатической связи двух состояний (Ландау-Зинера, Демкова и Никитина).

Рассмотрены методы вычисления констант скоростей неадиабатических переходов /I, I3, I4, I5/.

В параграфе I.4 дан краткий обзор полуклассической теории переходов между компонентами тонкой структуры резонансно-возбужденных атомов щелочных металлов при столкновениях с атомами инертных газов /I, I3, I4, I6, I7, I8/.

Во второй главе проведен анализ термов квазимолекулы $M(nsnp\ ^3P)-X(S_0)$ и механизмов неадиабатических переходов в процессах (I). Для многих конкретных переходов даны полуклассические оценки сечений при тепловых столкновениях.

В параграфе 2.I проведен более детальный, чем в /3/, анализ термов при слабом (рис. I) и сильном поляризационном взаимодействии. Для пар $Be-He$ и $Mg, Ca, Zn, Sr, Cd, Ba, Hg-X$ характерно слабое поляризационное взаимодействие. В этом случае для каждой пары состояний одинаковой симметрии $O^-(^3P_2)$, $O^-(^3P_0)$ и $I(^3P_2), I(^3P_1)$ имеется лишь по одной области сильной связи состояний вблизи R_{ex}^0 и R_{ex}^1 (рис. I), где преобладает обменное взаимодействие. За внутримультиплетное перемешивание ответственны две области неадиабатичности – радиальное движение индуцирует переходы $O^- \rightarrow O^-$ и $I \rightarrow I$ вблизи R_{ex} , в области $R \leq R_{ex}$ вращение квазимолекулярной оси индуцирует переходы между Ω -компонентами 3P , а также $^3\Sigma^+$ -термов. Отдельно рассмотрены почти адиабатические и квазирезонансные условия столкновения. При почти адиабатических условиях для вычисления вероятностей переходов $O^- \rightarrow O^-$ и $I \rightarrow I$ используется экспоненциальная модель Никитина, а для переходов между Γ -компонентами 3P -терма – теория возмущений по кориолисову взаимодействию /14/. Температурные зависимости усредненных по максвелловскому распределению сечений имеют характерный вид

$$\langle G(t) \rangle \sim \exp(-c/t^{1/3}). \quad (4)$$

При квазирезонансных условиях используется приближение внезапных возмущений. Сечения переходов слабо зависят от энергии

$$G_{j \rightarrow j'} = a_{jj'}^{ex} \pi R_{ex}^2, \quad (5)$$

$a_{jj'}^{ex}$ – установленный численный коэффициент.

При тепловых столкновениях $M(^3P)+X$ случай сильного поляризационного взаимодействия реализуется лишь совместно с

Рис. I

Качественная картина термов квазимолекулы $\text{Mg}^{\text{I}}\text{Ne}^{\text{I}}(3P)-X(3S)$ при слабом поляризационном взаимодействии.

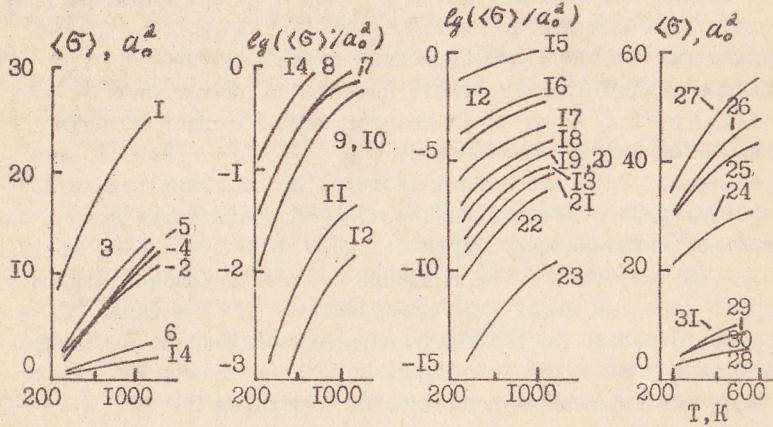
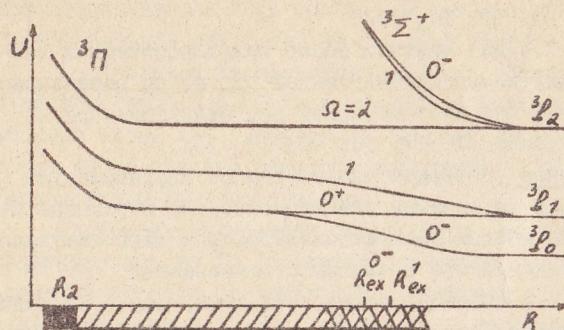


Рис. 2

Усредненные по максвелловскому распределению сечения $\langle \sigma_{21}(T) \rangle$, $\langle \sigma_{20}(T) \rangle$ переходов $3P_d \rightarrow 3P_1$, $3P_d \rightarrow 3P_2$ в атомах второй группы при столкновениях с атомами инертных газов:

- I - 5 (6 - 10) - $\langle \sigma_{21} \rangle (\langle \sigma_{20} \rangle)$ для $\text{Ca} + \text{He}, \text{Ne}, \text{Ar}, \text{Kr}, \text{Xe}$;
- II-III (14-16) - $\langle \sigma_{21} \rangle (\langle \sigma_{20} \rangle)$ для $\text{Zn}, \text{Sr}, \text{Ba} + \text{He}$;
- IV-V (20-22) - $\langle \sigma_{20} \rangle$ для $\text{Zn}(\text{Sr}) + \text{Ar}, \text{Kr}, \text{Xe}$;
- VI - $\langle \sigma_{20} \rangle$ для $\text{Ba} + \text{Ar}$;
- VII-VIII (28-31) - $\langle \sigma_{21} \rangle (\langle \sigma_{20} \rangle)$ для $\text{Mg} + \text{Ne}, \text{Ar}, \text{Kr}, \text{Xe}$.

квазирезонансными условиями столкновения для пар $Be + Ar$, Ar , χ_e . В этом случае появляются дополнительные области сильной связи вблизи R_{pol}^0 и R_{pol}' /18/ и сечения аналогичны сечениям (5)

$$G_{jj'} = a_{jj'}^{pol} \pi R_{pol}^2 \quad (6)$$

В параграфе 2.2 вычислены значения параметров в (5), (6) для квазирезонансных столкновений Be , $Mg + X$ и для почти адиабатических столкновений получены оценки сечений $\langle G_{jj'}(T) \rangle$ (рис.2) в тех случаях, когда их величина определяется переходами $0^- \rightarrow 0^-$ или $I \rightarrow I$. Проводится сравнение с результатами расчета методом сильной связи для пары $Ca + He$ /19/ и экспериментальными данными.

В третьей главе вычисляются и анализируются термы возбужденных состояний квазимолекулы $Ne^+ - He$, анализируются некоторые особенности взаимодействия атомов инертных газов $X(n, p^5 n \ell) - Y(^1S_0)$, связанные с jK -типом связи моментов в атоме X^* .

В параграфе 3.1 метод эффективного гамильтонiana /11/ дополнен учетом обменного ион-атомного взаимодействия $X^+ - Y$ и специфики взаимодействий в атоме X^* с jK -связью. Именно ион-атомное взаимодействие определяет структуру почти ридберговских термов, а также взаимодействие в низких возбужденных состояниях с ненулевой проекцией орбитального момента возбужденного электрона на молекулярную ось. Изменение состояния ионного остова ответственно за неадиабатические переходы между уровнями конфигураций $X(n, p^5 ns)$ при столкновениях с атомом $Y(^1S_0)$. При вычислении матричных элементов оператора эффективного ион-атомного взаимодействия $Ne^+ - He$ используются эмпирические потенциалы, влияние возбужденного электрона учитывается по методу псевдопотенциала /12/. Вычислены и проанализированы термы $Ne(^3S) - He$ (рис.3), $Ne(^4S) - He$ (рис.4), $Ne(^5S) - He$ (рис.5), $Ne(^3P) - He$.

В параграфе 3.2 анализируются промежуточные типы связи моментов в возбужденных гетероядерных квазимолекулах инертных газов $X(n, p^5 n \ell) - Y(^1S_0)$ в различных областях межъядерных расстояний и вводятся наборы дополнительных к Ω квантовых чисел δ , характеризующих тип связи и, тем самым, относительную роль различных видов взаимодействия, а также структуру

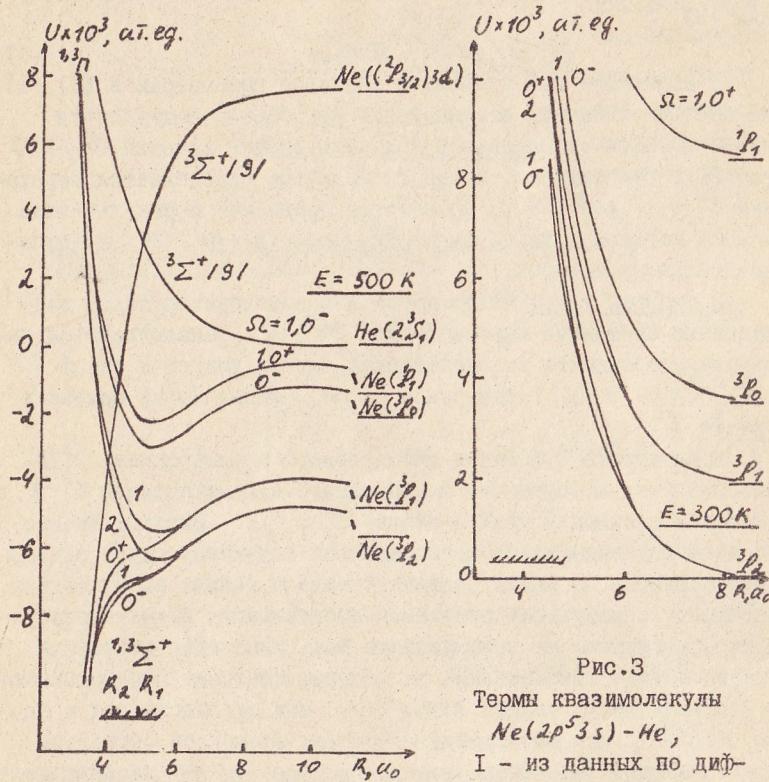


Рис.3

Термы квазимолекулы
 $\text{Ne}(2p^5 3s)-\text{He}$,
I – из данных по дифференциальному рассеянию.

Рис.4

Термы квазимолекулы $\text{Ne}(2p^5 4s)-\text{He}$ и восстановленные в работе /9/ из экспериментальных данных по дифференциальному рассеянию терми $^3\Sigma^+ \text{He}(2^3S_1)$ и $^3\Sigma^+ \text{Ne}((2p_{3/2})3d)$. Заштрихованные участки на рис.3-5 отвечают областям радиальной неадиабатической связи состояний Ne^k-He .

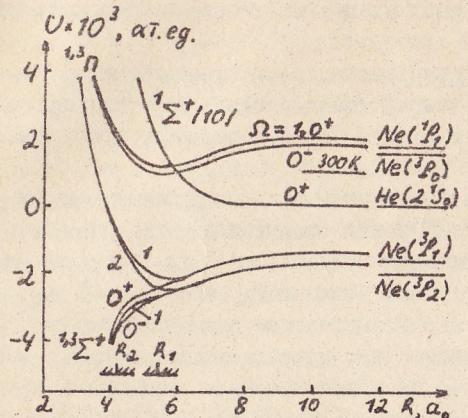


Рис.5

Термы квазимолекулы $\text{Ne}(2p^5 5s)\text{-He}$ и восстановленный в работе [10] из данных по дифференциальному рассеянию терм $^1\Sigma^+\text{He}(2^1S)$.

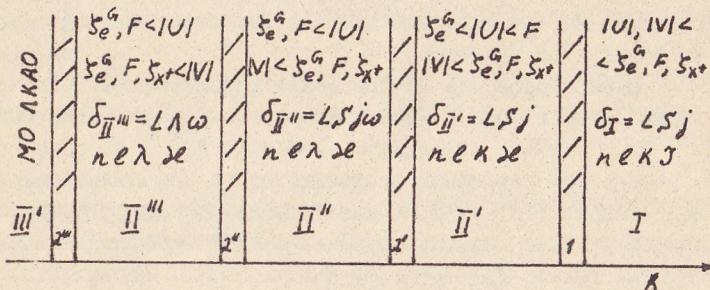


Рис.6

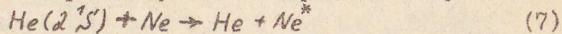
Наборы дополнительных квантовых чисел δ для квазимолекулы $\chi(\text{Ne}(2p^5 5s)\text{-He}) - \psi(X^*)$ в случае jK -типа связи моментов в атоме X^* . L, S, j, n, ℓ, K, J - квантовые числа jK -связи. Λ , ω, λ, ω - проекции $\vec{L}, \vec{J}, \vec{\ell}, \vec{K}$ на молекулярную ось. Величина ζ_e^G - характерное расщепление между J -уровнями $j\ell\epsilon K$ - дублета атома X^* ; F - характерное расщепление между $j\ell\epsilon K$ - дублетами; ζ_{X^*} - константа спин-орбитального взаимодействия в ионе X^* ; $V(R)$ и $U(R)$ - характерные величины ион-атомного и межатомного взаимодействий.

квазимолекулярной волновой функции. Типичная схема изменения наборов дополнительных квантовых чисел δ представлена на рис.6.

В четвертой главе рассмотрены переходы между уровнями конфигураций $Ne(1s)$ при столкновениях $Ne^* + He$ и заселение различных состояний атома Ne^* при передаче возбуждения в процессах (2).

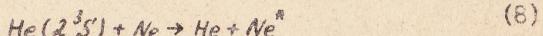
В параграфе 4.1 проанализированы переходы между уровнями конфигурации $Ne(3s)$ при столкновениях с атомами гелия. В приближении искаженных волн рассмотрены переходы между сильно отталкивательными термами $V_{11} = A \exp(-\alpha R) + \delta_{11}$, $V_{22} = V_{11} - \tilde{\Delta E}$, связанными слабым экспоненциальным взаимодействием $V_{12} = B \exp(-\beta R)$. Показано, что тушение метастабильных состояний $Ne(3s \ ^3P_{0,1})$ обусловлено неадиабатическими переходами между термами одинаковой симметрии $\sigma(^3P_0) \rightarrow O(^3P_1)$ и $\pi(^3P_1) \rightarrow 1(^3P_1)$ (рис.3). Вычисленные сечения переходов согласуются с экспериментальными данными по тушению.

В параграфе 4.2 на основании установленных квазимолекулярных термов (рис.5) рассматривается передача возбуждения



с заселением различных состояний атома Ne^* . Основным каналом реакции (7) является возбуждение состояния $Ne(5s \ ^1P_1)$, неадиабатические переходы локализованы в окрестности квазипересечения термов $^1\Sigma^+_{O^+} He(2 \ ^3S)$ и $O^+ Ne(5s \ ^1P_1)$. Недиагональный матричный элемент модели Ландау-Зинера определен путем сравнения экспериментальной /20/ и теоретической температурных зависимостей константы скорости. При вычислениях учитывалось наличие потенциального барьера на терме $O^+ Ne(5s \ ^1P_1)$. Вычислена энергетическая зависимость сечения. Рассмотрено заселение уровней конфигурации $Ne(4d)$ и уровней $Ne(5s \ ^3P_1), Ne(5s \ ^3P_2)$ в процессе (7). Состояние $Ne(5s \ ^3P_0)$ не заселяется в силу правила отбора $O^+ \leftrightarrow O^-$. Результаты анализа заселения различных состояний Ne^* согласуются с экспериментальными данными /21/.

В параграфе 4.3 на основании установленных квазимолекулярных термов (рис.4) рассматривается передача возбуждения в процессе



с заселением различных состояний атома Ne^* . Показано, что состояния $Ne(4s\ ^1P_1)$ и $Ne(4s\ ^3P_0)$ заселяются в отношении 2:1. Процесс (8) идет через промежуточный терм $^3\Sigma^+ Ne(3d)$. Неизвестный матричный элемент взаимодействия установлен путем сравнения экспериментальной [7] и теоретической констант скоростей. При вычислениях учитывался квантовый характер движения ядер в области квазипересечения термов $^3\Sigma^+ Ne(2\ ^3S')$ и $^3\Sigma^+ Ne(3d)$ и многократное прохождение областей неадиабатичности при захвате в притягивающие квазистационарные состояния. Вычислены сечения возбуждения состояний $Ne(4s\ ^1P_1)$, $Ne(4s\ ^3P_0)$, $Ne(3d)$, состояния $Ne(4s\ ^3P_1)$, $Ne(4s\ ^3P_2)$ практически не заселяются. Проводится сравнение с результатами экспериментальных и теоретических работ.

В параграфе 4.4 вычислены сечения переходов $^3P_j \rightarrow ^3P_{j'}$ при столкновениях $Ne(4s)$, $Ne(5s) + He$. Эти переходы обусловлены неадиабатической связью состояний $1(^3P_1)$ и $1(^3P_2)$ (рис. 4, 5). Процесс $Ne(4s\ ^1P_1) + He \rightarrow Ne(4s\ ^3P_0) + He$ идет через промежуточный терм $^3\Sigma^+ Ne(3d)$, результат расчета сечения этого процесса $G \approx 4\alpha_o^2$ согласуется с имеющимися экспериментальными данными.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в диссертационной работе:

1. Проведен анализ термов квазимолекулы $M(nsnp\ ^3P)-X(^3\Sigma)$ и областей неадиабатической связи состояний при медленных атомных столкновениях $M(^3P) + X$, M – возбужденный атом второй группы, X – атом инертного газа. Получены полукастические выражения для усредненных по максвелловскому распределению сечений $\langle G_{jj'}(\tau) \rangle$ переходов $^3P_j \rightarrow ^3P_{j'}$.

2. Получены численные оценки сечений в области температур $200 K \leq T \leq 1000 K$ в тех случаях, когда величина сечения определяется неадиабатической связью состояний одинаковой симметрии. При квазирезонансных условиях даны оценки всех сечений $G_{jj'}$.

3. Предложен метод расчета термов возбужденных состояний гетероядерной квазимолекулы инертного газа $X(n_p, p^5n_l) - He$, Ne . Вычислены и проанализированы термы системы $Ne-He$, коррелирующие с уровнями конфигураций $Ne(3s)$, $Ne(3p)$, $Ne(4s)$, $Ne(5s)$.

4. Рассмотрены особенности взаимодействия атомов инертных газов $X(n_p^{\sigma} n \ell) - Y(^{\prime\prime}S_{\sigma})$, обусловленные jK - типом связи моментов в атоме X^* . В различных областях междуядерных расстояний введены наборы дополнительных квантовых чисел. Для каждой из областей построены волновые функции, диагонализирующие основные виды взаимодействия.

5. Рассмотрены механизмы неадиабатических переходов между уровнями конфигураций $X(n_p^{\sigma} (n+1)s)$ при несимметричных столкновениях атомов инертных газов. Конкретные вычисления выполнены для пары $Ne^* + He$. Вычисленные сечения согласуются с имеющимися экспериментальными данными.

6. Рассмотрено заселение различных состояний атома Ne^* при столкновениях $He(^1S^1) + Ne$. Единственный неизвестный параметр (недиагональный матричный элемент взаимодействия) установлен из сравнения с экспериментальными данными по температурной зависимости константы скорости. При вычислениях учтен характер термов квазимолекулы. Дано теоретическое объяснение экспериментальных данных по распределению возбуждения между уровнями атома Ne^* при передаче возбуждения. Вычислены энергетические зависимости сечений.

7. Рассмотрено заселение различных уровней атома Ne^* при столкновениях $He(^2S^1) + Ne$. Единственный неизвестный параметр (недиагональный матричный элемент взаимодействия) установлен из сравнения с экспериментальной температурной зависимостью константы скорости. Вычислены сечения возбуждения состояний $Ne(^4S^1), Ne(^4P_1), Ne(^3D_1)$. Дано теоретическое объяснение экспериментальных данных по распределению возбуждения между уровнями атома Ne^* при передаче возбуждения.

8. Вычислены усредненные сечения переходов между уровнями атома $Ne(^4S^1 \rightarrow ^4S^1, ^4P_1, ^4P_2, ^3P_1 \rightarrow ^3S^1, ^3P_2, ^3P_0)$ при столкновениях с атомами He , для последнего результата расчета согласуется с имеющимися экспериментальными данными.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

I. Девдариани А.З., Загребин А.Л. Переходы между компонентами тонкой структуры атомов Mg и Ca при столкновениях с атомами тяжелых инертных газов.- В кн.: Тезисы докладов VIII Всесоюзной конференции по физике электронных и атомных

столкновений, Ленинград, 1981, с.82.

2. Девдариани А.З., Загребин А.Л. Переходы между компонентами тонкой структуры атомов второй группы при столкновениях с атомами инертных газов. Адиабатические условия столкновения.- Хим.физика, 1982, т.1, № 7, с.947-956.

3. Девдариани А.З., Загребин А.Л. Переходы между компонентами тонкой структуры атомов второй группы при столкновениях с атомами инертных газов в квазирезонансных условиях.- Хим.физика, 1982, т.1, № 8, с.1141-1143.

4. Девдариани А.З., Загребин А.Л. Сечения переходов между компонентами тонкой структуры атомов второй группы при столкновениях с атомами инертных газов.- Хим.физика, т.2, № 2, с.163-167.

5. Девдариани А.З., Загребин А.Л. Нерезонансная передача возбуждения в реакциях $\text{He}(2^1S, 2^3S) + \text{Ne}$. - Опт. и спектр., 1983, т.55, № 6, с.1070-1073.

6. Devdariani A.Z., Zagrebín A.L. Nonresonance excitation transfer in $\text{He}(2^1S, 2^3S) + \text{Ne}$ collisions. In : Abstracts of papers XIII Intern. Conf. on the Phys. of Electronic and Atomic Collisions. Berlin, 1983, p. 331.

Л и т е р а т у р а

- I. Nikitin E.E. Adv. Chem. Phys., 1975, v. 28, p. 317.
2. Экспериментальные лазеры. Под ред. Ч.Роудза. М.: Мир, 1981.
3. Voronin A.I., Kvelividze V.A. Theoret. chim. Acta, 1967, v. 8, p. 334.
4. Mulliken R.S. J. Chem. Phys., 1970, v. 52, p. 5170.
5. Siska P.E. J. Chem. Phys., 1980, v. 73, p. 2372.
6. Беляев А.К., Девдариани А.З., Костенко В.А., Толмачев Ю.А. Опт. и спектр., 1980, т.49, с.633.
7. Житников Р.А., Картошкин А.В., Клементьев Г.В., Мельников В.Д. ЖЭТФ, 1981, т.80, с.992.
8. Беляев А.К., Девдариани А.З. Опт. и спектр., 1982, т.53, с.610.
9. Haberland H., Desterlin P. Z. Phys., 1982, v. A304, p. 11.
10. Haberland H., Konz W., Desterlin P. J. Phys., 1982, v. B15, p. 2969.
- II. Umanskij S.Ya., Nikitin E.E. Theoret. chim. Acta, 1969, v. 13, p. 91.
12. Иванов Г.К. Теор. и эксп. химия, 1979, т.15, с.644.
13. Никитин Е.Е. Опт. и спектр., 1965, т.19, с.161.

14. *Dashewskaya E.I., Nikitin E.E., Reznikov A.I. J. Chem. Phys., 1970, v.53, p.1185.*
15. Девдариани А.З. Опт. и спектр., 1979, т.47, с.106.
16. Дашевская Е.И., Масну Ф., Мак-Кэррол Р., Никитин Е.Е. Опт. и спектр., 1974, т.37, с.209.
17. Дашевская Е.И., Резников А.И. Опт. и спектр., 1980, т.48, с.644.
18. *Reznikov A.I. Chem. Phys. Lett., 1976, v. 44, p. 41.*
19. *Alexander M.H., Olejnikowski T., Straub I.E. Phys. Rev., 1983, v. A28, p. 63.*
20. Костенко В.А., Толмачев Ю.А. Опт. и спектр., 1979, т.47, с.1050.
21. Дашевская Е.И., Пенкин Н.П., Ионих Ю.З. В кн.: Физика электронных и атомных столкновений. Материалы УП ВКЭАС. Л., 1978, с.25.

Подписано к печати 28.04.84 г. М-10966
Заказ 417

Тираж 110 экз.

Объем 1 п.л.
Бесплатно.

Ротапринт. ЛИТМО. 190000, Ленинград, пер.Гризицова, 14