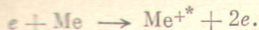


ИЗМЕРЕНИЕ ФУНКЦИЙ ВОЗБУЖДЕНИЯ И СЕЧЕНИЙ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ УДАРОМ ИСКРОВЫХ ЛИНИЙ Zn II И Cd II

В. С. Алейников и В. В. Ушаков

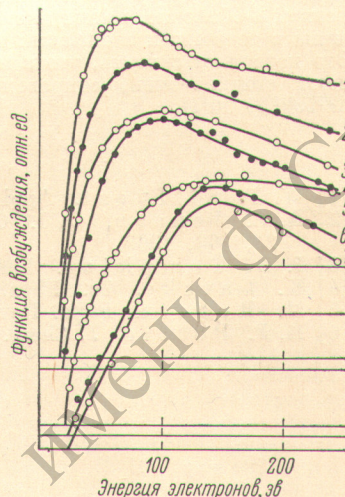
В связи с появлением в настоящее время интереса к ионным лазерам на парах цинка и кадмия [1-3] целесообразно проведение исследования элементарных процессов в плазме, приводящих к инверсии населенности. Одним из возможных механизмов возбуждения ионных уровней металла из основного состояния нейтрального атома является электронный удар



Ниже представлены результаты измерения эффективных сечений этого процесса и функций возбуждения (зависимостей сечений от энергии возбуждающих электронов) для ряда линий Zn II и Cd II.

Экспериментальная установка состояла из лампы с электронной пушкой [4], позволявшей сформировать моноэнергетический пучок электронов с известной и регулируемой энергией (разброс по энергиям 0.5-1.5 эв) и монохроматора ИСП-51 с фотоприставкой ФЭП-1. Для поддержания необходимого давления паров металла в пространстве взаимодействия с электронным пучком и предотвращения осаждения металла на окошке для выхода излучения лампа с электронной пушкой помещалась в печь. Давление регулировалось независимым изменением температуры специального отрезка, содержащего цинк или кадмий, температура которого была ниже температуры печи на 80-100°. При измерении эффективных сечений возбуждения ищковых линий Zn II и Cd II установка градуировалась по известным сечениям возбуждения спектральных линий гелия, указанным в [5]. Исследование проводилось в диапазоне давлений паров металла от 10⁻⁴ до 2.10⁻² мм рт. ст. и плотностях тока, не превышающих 0.5 ма/см².

Измеренные функции возбуждения ищковых линий Zn II и Cd II показаны на рисунке. Кривые носят довольно плавный характер и имеют единственный максимум,



Функции возбуждения ищковых линий Zn II и Cd II.

Zn II: 1 — λ=5894, 2 — λ=7479, 3 — λ=6215, 5 — суммарная для λ=4912 и λ=4924 Å; Cd II: 4 — λ=4416, 7 — λ=5337, 6 — суммарная для λ=5378 и λ=5381 Å.

Сечения возбуждения ищковых линий Zn II и Cd II

Уровни		λ, Å	σ · 10 ¹⁹ , см ²
верхний	нижний		
Zn II			
3d ⁹ 4s ² (2D _{5/2})	3d ¹⁰ 4p (2P _{3/2})	7479	650
3d ⁹ 4s ² (2D _{3/2})	3d ¹⁰ 4p (2P _{1/2})	5894	280
3d ⁹ 4s ² (2D _{3/2})	3d ¹⁰ 4p (2P _{3/2})	6215	70
3d ¹⁰ 4f (2F _{5/2})	3d ¹⁰ 4d (2D _{3/2})	4912	15
3d ¹⁰ 4f (2F _{7/2})	3d ¹⁰ 4d (2D _{5/2})	4924	} 20
3d ¹⁰ 4f (2F _{5/2})	3d ¹⁰ 4d (2D _{5/2})	4924	
Cd II			
4d ⁹ 5s ² (2D _{5/2})	4d ¹⁰ 5p (2P _{3/2})	4416	1500
4d ¹⁰ 4f (2F _{5/2})	4d ¹⁰ 5d (2D _{3/2})	5337	60
4d ¹⁰ 4f (2F _{7/2})	4d ¹⁰ 5d (2D _{5/2})	5378	} 90
4d ¹⁰ 4f (2F _{5/2})	4d ¹⁰ 5d (2D _{3/2})	5381	

который наблюдается в районе $80 \div 100$ эв для переходов $4s^2(^2D) \rightarrow 4p(^2P)Zn$ II и $5s^2(^2D) \rightarrow 5p(^2P)Cd$ II, в районе $150 \div 160$ эв для переходов $4f(^2F) \rightarrow 4d(^2D)Zn$ II и $4f(^2F) \rightarrow 5d(^2D)Cd$ II. Установлено, что форма функций возбуждения не претерпевает существенных изменений в указанном диапазоне давлений паров металла и плотностей токов пучка.

Эффективные сечения возбуждения искровых линий Zn II и Cd II, измеренные при энергиях электронов, соответствующих максимумам функций возбуждения, представлены в таблице. Точность измерения оценивается в $20 \div 30\%$. Следует заметить, что в видимом спектре излучения Zn II и Cd II наблюдаются только указанные в таблице линии, т. е. эти спектральные линии имеют наибольшие сечения возбуждения электронным ударом из основного состояния нейтрального атома. Отметим также, что эффективные сечения возбуждения линий, излучающихся с уровней $3d^9 4s^2(^2D)Zn$ II и $4d^9 5s^2(^2D)Cd$ II, образующихся при возбуждении электрона, принадлежащего внутренней d -оболочке, имеют аномально большие значения, сравнимые по порядку величины с сечениями ионизации цинка ($5 \cdot 10^{-16}$ см² [6]) и кадмия ($8.5 \cdot 10^{-16}$ см² [6]). Это позволяет считать, что в ионизацию паров цинка и кадмия существенный вклад дают столкновения, сопровождающиеся возбуждением уровней $3d^9 4s^2(^2D)Zn$ II и $4d^9 5s^2(^2D)Cd$ II.

Литература

- [1] W. T. Silfvast. Appl. Phys. Letters, 15, 23, 1969.
- [2] R. C. Jensen, G. I. Collins, W. R. Bennett. Phys. Rev. Letters, 23, 363, 1969.
- [3] I. D. Tompkins. Laser Focus, 5, 32, 1969.
- [4] K. Larche. Zs. Phys., 67, 440, 1931.
- [5] M. Robert. Phys. Rev., 134, A-888, 1964.
- [6] R. F. Pottie. J. Chem. Phys., 44, 916, 1966.

Поступило в Редакцию 9 февраля 1970 г.