Процессы переходов между возбужденными состояниями атомов в газоразрядной плазме инертных газов

Д.А. Жиляев, Б.М. Смирнов

Объединенный Институт Высоких Температур РАН, г. Москва, Россия

Газоразрядная плазма является системой, которая поддерживается внешним электрическим полем. Для ее существования необходимо, чтобы скорость ионизации была заметной, так что характерная энергия электронов в газоразрядной плазме должна составлять ~1 эВ. Тем самым газоразрядная плазма является обычно неравновесной системой, так что ее свойства определяются протекающими в ней процессами, что определяет большое число реализуемых в этой плазме режимов в зависимости от основных процессов [1, 2]. Далее мы рассматриваем однородную газоразрядную плазму инертных газов, где возбужденные атомы дают существенный вклад в ионизацию плазмы, которая носит ступенчатый характер. При этом основной вклад в ступенчатую ионизацию дают состояния, принадлежащие электронной оболочке *np*5(*n +*1)*s***,** причем основной вклад в разрушение этих состояний ведет возбуждение атома электронным ударом с переходом в состояния с электронной оболочкой *np*5 (*n*+ 1)*p.* Наряду с этим имеются другие каналы разрушения возбужденных атомов инертных газов, первое из которых высвечивание резонансно возбужденных атомов в плазме. Пользуясь теорией Векленко, мы вычислили времена жизни резонансных возбуждений в газоразрядной плазме инертных газов с учетом переизлучения фотонов [3]. Эти времена на два-три порядка величины больше, чем радиационные времена жизни изолированных атомов.

Другой процесс, играющий роль в заселенности возбужденных состояний группы *np*5(*n +*1)*s*, связан с перемешиванием состояний этой группы при столкновении возбужденных атомов с электронами. Мы считаем, что переходы внутри этой группы состояний происходят в результате обменного взаимодействия электронов с атомами и происходят по схеме

e↓ + A[np5(n+1)s↑] → e↑ + A[np5(n+1)s↓]

где стрелки указывают направления спинов для налетающего и валентного электронов. В рамках этого процесса проанализированы результаты измерений сечений перемешивания состояний, измеренные на основе метода Фелпса [4]. С учетом указанных процессов проанализирован характер разрушения возбужденных атомов в газоразрядной плазме инертных газов. Несмотря на близость уровней для возбужденных состояний группы *np*5(*n +*1)*s***,** обычно сечение перемешивания уровней при электрон-атомных столкновенийменьше, чем сечение перехода в состояния с оболочкой *np*5(*n +*1)*p*, т.е. каждое из состояний группы *np*5(*n +*1)*s* происходит независимо от других состояний. Тем не менее, в зависимости от концентрации электронов реализуются разные режимы для заселенности возбужденных состояний, и эти режимы проанализированы.

Литература

1. Y.P.Raizer.Gas Discharge Physics.(Berlin, Springer, 1991)
2. B.M.Smirnov. *Phys.Usp*. **52**, 519(2009)
3. B.M.Smirnov. Theory of Gas Discharge Plasma. (Berlin, Springer, 2015)
4. A.V.Phelps. *Phys.Rev.* **114**, 1011(1959)