

ПЕРКОЛЯЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ДИССОЦИАЦИИ И ИОНИЗАЦИИ ДАВЛЕНИЕМ В ПЛОТНОМ ВОДОРОДЕ

А.Л. Хомкин, А.С. Шумихин

Объединённый институт высоких температур РАН

125412, Москва, ул. Ижорская, 13/19

alh@oivtran.iitp.ru

В работе разработана химическая модель атомарно-молекулярной плазмы, описывающая процессы диссоциации и ионизации давлением. Включены также и традиционные процессы термической ионизации. В работе развивается идея о перколяционной природе процессов ионизации в плотном атомарном газе, успешно использованная в работах Ликальтера [1] при описании явлений в окрестности критической точки щелочных металлов. При сжатии атомарного газа возникает перколяционный кластер, внутри которого, из-за перекрытия классически доступных областей движения связанного электрона, происходит его делокализация и превращение в свободный электрон с кинетической энергией, отсчитываемой от энергии связи электрона в атоме. Мы предполагаем, что при сжатии молекулярного газа также возникает перколяционный молекулярный кластер, внутри которого атомы молекул становятся свободными с энергией, отсчитываемой от половины энергии связи атома в молекуле. Таким образом, вводятся два сорта электронов и атомов: термические и перколяционные. Для записи свободной энергии рассматриваемой системы использован метод эффективных заселенностей [2], который предполагает введение вероятностей нахождения частиц (электрона, атома) в термическом и перколяционном состоянии соответственно. В случае если частицы подчиняются классической статистике Больцмана, возможен переход к полным концентрациям электронов и атомов. При этом происходит перенормировка их статистических сумм.

В рамках сделанных предположений получены свободная энергия атомарно-молекулярной плазмы, уравнения диссоциативного и ионизационного равновесия.

Используя полученные уравнения определён состав водородной плазмы при температурах 2500К, 5000К и 10000К при давлениях до $4 \cdot 10^6$ атм. При всех температурах при сжатии системы происходит перколяционная диссоциация молекул, вслед за которой идет перколяционная ионизация атомов. Степень ионизации растёт экспоненциально при плотностях 0.2-0.5 г/см³, что соответствует зафиксированной в экспериментах [4] области экспоненциального роста электропроводности водородной плазмы. Сделана оценка проводимости, которая качественно соответствует экспериментальной. Выполнено обобщение модели для случая сильного вырождения перколяционных электронов.

Литература

1. *Ликальтер А.А.*, УФН. 1992. Т. 162, №7. С. 119.
2. *Potekhin A.Y.*, Phys. Plasmas, 1996. V. 3, №11, P. 4156.
3. *Хомкин А.Л., и др.*, Физика плазмы. 2001. Т. 27. №4. С. 13.
2. *Nellis W.J, et all*, Phys. Rev. B, 1999, Vol. 59, N5, P. 3434.