

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕИДЕАЛЬНОЙ ПЛАЗМЫ ВОДОРОДА И АЛЮМИНИЯ

Габдуллин М.Т., Рамазанов Т.С., Джумагулова К.Н.

НИИЭТФ, Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Толе би 96а, Алматы 050012, Казахстан

В данной работе исследованы термодинамические свойства водородной и металлической плазмы алюминия. При исследовании системы многих частиц любой плотности проблемой является выбор потенциалов взаимодействия. Такие потенциалы должны учитывать специфические эффекты, присущие указанной области плотностей и температур. Рассматривается неидеальная плазма, состоящая из электронов, ионов различной кратности и атомов. Концентрация плазмы равна $n = n_e + \sum_{i=1}^N n_i + n_a = 10^{18} \div 10^{24} \text{ cm}^{-3}$, при температуре $3 \times 10^5 \div 10^6 \text{ K}$. Среднее расстояние между частицами системы: $a = (3/4\pi n)^{1/3}$. Для описания взаимодействия между частицами заряженной подсистемы используется эффективный потенциал, учитывающий на малых расстояниях квантово-механические эффекты дифракции, а на больших - эффекты экранировки [1]:

$$\Phi(r) = \frac{Ze^2}{\sqrt{1-4\lambda^2/r_D^2}} \left(\frac{e^{-Br}}{r} - \frac{e^{-Ar}}{r} \right), \quad (1)$$

где $A = \sqrt{(1 + \sqrt{1 - 4\lambda^2/r_D^2})/2\lambda^2}$, $B = \sqrt{(1 - \sqrt{1 - 4\lambda^2/r_D^2})/2\lambda^2}$, $\lambda = \hbar/\sqrt{2\pi m k_B T}$ - длина волны де-Бройля, $r_D = \sqrt{k_B T/4\pi n_e e^2}$ - радиус Дебая. Для заряд - атомного взаимодействия в качестве модельного потенциала был выбран эффективный поляризационный потенциал, полученный методом функции диэлектрического отклика [2], учитывающий квантовые эффекты дифракции электронов на малых расстояниях:

$$\Phi_{es}(r) = -\frac{e^2 \alpha}{2r^4 (1 - 4\lambda^2/r_D^2)} \left(e^{-Br} (1 + Br) - e^{-Ar} (1 + Ar) \right)^2. \quad (2)$$

Состав неидеальной водородной и алюминиевой плазмы рассчитывался с помощью уравнения Саха с учетом снижения потенциала ионизации. На основе уравнения Орнштейна-Цернике были вычислены радиальные функции распределения (РФР) для неидеальной водородной плазмы. РФР были использованы при расчете термодинамических характеристик (уравнения состояния и внутренней энергии). Для неидеальной алюминиевой плазмы на основе ионизационного равновесия было получено уравнение состояния. Полученные результаты сравнены с результатами других авторов.

Литература:

1. T.S. Ramazanov, K.N. Dzhumagulova. // Phys. Plasmas. 2002, vol.9, No.9, p.3758-3761.
2. T.S. Ramazanov, K.N. Dzhumagulova, Yu.A. Omarbakiyeva // Phys. Plasmas 12 №8 092702 (2005).