О плазменном фазовом переходе в цезии при высоких давлениях

Воробьев В. С., Грушин А. С.\*, Новиков В. Г.\*

Объединённый институт высоких температур РАН, Москва, Россия, vrbv@mail.ru,
\*Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН

Свойства вещества при сверхвысоких давлениях всегда вызывали значительный интерес в ряде областей физики и смежных наук - астрофизики, геофизики и некоторые прикладные науки. В последние годы эти исследования приобрели особенно большой интерес. Это связано с развитием новых экспериментальных методов, с использованием мощных генераторов тока и импульсных лазеров ультракороткой длительности. С их помощью можно создать рекордно высокие давления, которые не могли быть получены на обычных взрывных установках или легкогазовых пушках. Плотности, достигнутые в этих экспериментах, в несколько раз выше, плотности при нормальных условиях, что приводит к существенным изменениям в ядерной, химической и электронной структуре материалов. Это также может привести к ранее неизвестным фазовым переходам. Методом среднего атома (квазизонная модель) показано, что холодная кривая цезия имеет два минимума-первый при относительно малых плотностях ρ ~ 0.3 г/cм3 и второй приз значительно больших плотностях ρ ~ 6.2 г/cм3. Наличие первого минимума приводит к появлению обычного фазового перехода пар-жидкость, параметры которого вместе с критической точкой согласуются в данными эксперимента. Появление второго минимума на холодной кривой связано с 6s-5d переходом валентного электрона, приводящего к скачкообразному изменению объема атома. Следствием этого является появление второго фазового перехода с критической точкой при температуре T ~ 6400 K, плотности ρ ~ 5.3 г/cм3 и давлении P ~ 61000 aтм. В этих условиях цезий находится в плазменном состоянии. При этом вырожденная неидеальная плазма со средним зарядом ионов Z ~ 1.5 и плотностью ρ ~ 3 г/cм3 скачком переходит в высокоионизованное состояние Z ~ 3.5 и плотностью ~ 6.5 г/cм3.