

КАК ФОРМИРУЮТСЯ СУБГАРМОНИКИ ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ ИЗ УЛЬТРАХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ?

Думин Ю.В.

¹МГУ, Москва, Россия, ²ВШЭ, Москва, Россия, ³ИКИ РАН, Москва,
Россия
dumin@yahoo.com

Одно из наиболее интересных явлений в ультрахолодной плазме – множественные субгармоники электронной эмиссии, возникающие при её облучении радиоволнами. Хотя этот эффект был обнаружен достаточно давно [1], его теоретическая интерпретация до сих пор остаётся малопонятной. В частности, объяснение, основанное на так называемых резонансах Тонкса–Даттнера (ТД), т.е., фактически стоячих плазменных волнах [2, 3], сталкивается с целым рядом серьёзных проблем. Это, в частности, отсутствие адекватных граничных условий на поверхности свободно расширяющегося плазменного облака. Кроме того, как видно из экспериментальных результатов, субгармоники электронной эмиссии становятся более выраженными с уменьшением электронной температуры, тогда как с случае резонансов ТД следовало бы ожидать прямо противоположного поведения. Наконец, расчёты резонансов ТД существенно зависят от формы плазменного облака, в то время как экспериментальные измерения показывают, что резонансы остаются практически теми же самыми даже в случае сильно деформированных облаков, например, имеющих гантелеобразную форму.

Цель настоящей работы – предложить альтернативное объяснение резонансов, основанное на радиочастотной ионизации «вторичных» ридбарговвских атомов, образующихся при рекомбинации в расширяющемся плазменном облаке. Как показало наше численное моделирование, эффективность вышеупомянутой ионизации действительно имеет серию резких пиков, что приводит к квази-периодической модуляции потока электронов, убегающих из разлетающегося плазменного облака. В отличие от резонансов Тонкса–Даттнера, этот механизм очевидно никак не связан ни с граничными условиями, ни с формой облака. Кроме того, он предсказывает правильную зависимость интенсивности электронного потока от температуры плазмы.

-
1. Fletcher R. S., Zhang X. L., Rolston S. L. // Phys. Rev. Lett. 2006. V. 96. P. 105003.
 2. Lyubonko A., Pohl T., Rost J.-M. // New J. Phys. 2012. V. 14. P. 053039.
 3. Bronin S. Ya., Vikhrov E. V., Saakyan S. A., Zelener B. B., Zelener B. V. // Phys. Plasmas. 2024. V. 31. P. 033507.