

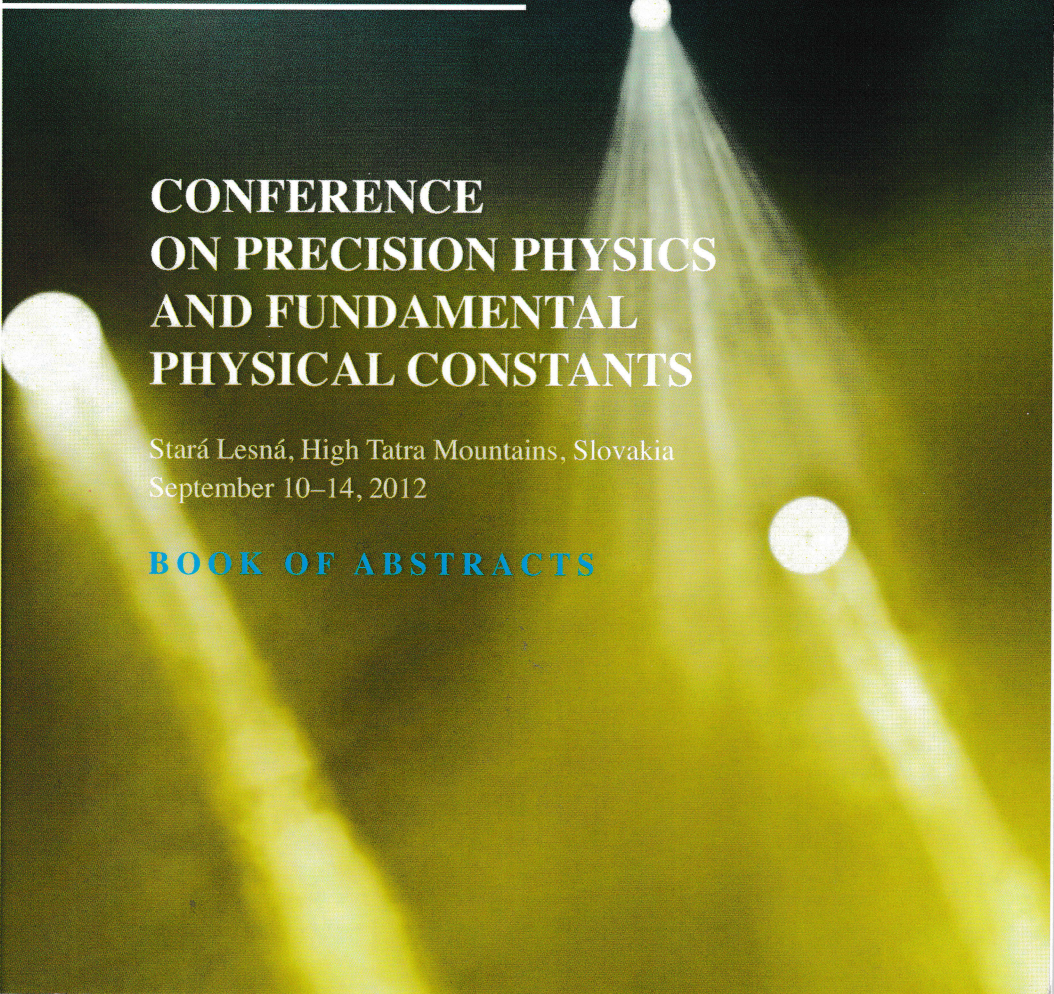


**КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО ПРЕЦИЗИОННОЙ ФИЗИКЕ  
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ  
ФИЗИЧЕСКИМ КОНСТАНТАМ**

Стара Лесна, Высокие Татры, Словакия  
10–14 сентября 2012

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

---



**CONFERENCE  
ON PRECISION PHYSICS  
AND FUNDAMENTAL  
PHYSICAL CONSTANTS**

Stará Lesná, High Tatra Mountains, Slovakia  
September 10–14, 2012

**BOOK OF ABSTRACTS**



## Квазиклассическая теория туннельной ионизации релятивистского атома в постоянном однородном электрическом поле

Олександр К. Рейтий, Владислав К. Рейтий, Володимир Ю. Лазур

*Ужгородский национальный университет, 88000 Ужгород, Украина*

Бурное развитие лазерной физики и технологии привело к созданию лазерных систем, способных генерировать излучение мощностью, превышающей 1 ПВт, и интенсивностью на уровне  $10^{22}$  Вт/см<sup>2</sup>. В полях с такой интенсивностью будут образовываться многозарядные ионы с  $Z \sim 40 - 60$ , для которых энергия связи электронных уровней становится сравнимой с энергией покоя. В этом случае подбарьерное движение электрона становится релятивистским и требуется обобщение квазиклассической теории туннельной ионизации на релятивистский случай.

Исследование подобных систем даже в одноэлектронном приближении сводится к решению уравнения Дирака с неразделяющимися переменными. Наиболее часто используемым методом приближенного решения релятивистских квантовомеханических задач является квазиклассическое приближение, одна из разновидностей которого – метод мнимого времени (ММВ) – приводит к наглядной картине просачивания частицы через потенциальный барьер как происходящего при мнимых значениях времени. Хотя этот метод обладает эвристической силой и физической наглядностью, его все же нельзя считать вполне строго обоснованным математически, несмотря на некоторые попытки в этом направлении [1].

Цель настоящей работы – указать на альтернативный подход к проблеме туннелирования релятивистских частиц, основанный на применении квазиклассики непосредственно к уравнению Дирака (в суперпозиции кулоновского и электрического полей), не требующей нахождения подбарьерных траекторий в явном виде и позволяющей рассматривать произвольные состояния атома, а не только  $s$ -уровни, как в ММВ.

Для приближенного разделения переменных используется широко распространенная в задачах дифракции [2] идея Фока и Леонтовича о локализации потока в окрестности наиболее вероятного пути туннелирования (в дифракционном пограничном слое), которая в релятивистском случае была впервые использована нами при решении задачи двух кулоновских центров для уравнения Дирака [3]. Это позволило построить квазиклассические волновые функции дираковского электрона в классически разрешенной и запрещенной областях, а также рассчитать вероятности туннельной ионизации релятивистского атома произвольного заряда и состояния в постоянном однородном электрическом поле. Сравнение наших результатов с нерелятивистским пределом показывает сильное влияние релятивистских эффектов на величину вероятности туннельной ионизации при увеличении заряда атома (иона) или при уменьшении напряженности электрического поля.

[1] В. Д. Мур, Б. М. Карнаков, В. С. Попов, ЖЭТФ **114**, 798 (1998).

[2] В. М. Бабич, В. С. Булдырев, *Асимптотические методы в задачах дифракции коротких волн*, Наука, Москва (1972).

[3] O. K. Reity, V. Yu. Lazur, A. V. Katernoha, J. Phys. B **35**, 1 (2002).