

УДК 530.1:51-72

АСИМПТОТИКИ РЕЗОНАНСОВ ДЛЯ ПАРЫ ВОЛНОВОДОВ С ОБЩЕЙ ПОЛУПРОЗРАЧНОЙ СТЕНКОЙ И НЕСКОЛЬКИМИ ОТВЕРСТИЯМИ

Воробьев А.М. (Университет ИТМО), **Попов И.Ю.** (Университет ИТМО)

Научный руководитель – проф., д.ф.-м.н. Попов И.Ю.

(Университет ИТМО)

Рассматривается пара связанных квантовых волноводов с общей полупрозрачной границей. Она содержит множество малых отверстий, что приводит к резонансным явлениям вблизи отверстий. Полупрозрачность и наличие нескольких отверстий значительно влияет на формулы, которые могут быть получены в базовом случае с обычной границей и одним отверстием. С помощью «согласования асимптотических разложений» получены формулы для первых членов разложений резонансов и резонансных состояний.

Сегодня мы не можем представить жизнь без электронных устройств, но мы не должны забывать, что за всеми ними стоят сложнейшие физические открытия, в частности, связанные с электронными микросхемами. Существует очевидное стремление уменьшать размер электронных устройств и, соответственно, микросхем. В виду этого, наука уже давно дошла до той точки, в которой дальнейшая миниатюризация невозможна без учёта квантовых свойств электрона. Это приводит к обширному применению теоретической физики и чисто математического аппарата.

Существует большой класс математических и физических задач о «системах с малыми отверстиями». По сути, это подразумевает системы из связанных квантовых волноводов, резонаторов Гельмгольца и других подобных элементов с возмущением из-за малых отверстий на различных границах этих элементов. Транспортные свойства волноводов, а также различные свойства, образующиеся из-за резонансных явлений, имеют широкое применение в электродинамике, радиофизике и теории акустических и электромагнитных волн.

В данной работе рассматривается одна из подобных систем, состоящая из двух квантовых волноводов, имеющих общую полупрозрачную границу. На этой границе рассматривается конечное число малых отверстий, расположенных произвольно, причём размеры отверстий соотносятся, как конечные числа. Задачей является расчёт асимптотик резонансов и резонансных состояний такой системы. Волноводы с полупрозрачными стенками рассматривались в работах одного из крупнейших исследователей данной темы – Павла Экснера, однако они в основном касались спектральных свойств и задачи рассеяния.

Общая концепция вычисления членов асимптотик резонансов не сильно отличается от аналогичных вычислений в подобных системах, но полупрозрачность в сочетании с множеством отверстий приносит большое количество вычислительных сложностей во весь процесс. Основой является широко известный «метод согласования асимптотических разложений решений краевых задач». При рассмотрении множества отверстий вводится специальный коэффициент перед дифференциальным оператором, отличающийся для каждого отверстия. В отличие от классического случая с одним отверстием, здесь метод согласования приводит к системе линейных уравнений, связывающих эти коэффициенты. Условие существования нетривиального решения этой системы приводит к выражениям, позволяющим рассчитать непосредственно коэффициенты асимптотического разложения. В частности, рассчитывается первый значащий член мнимой части, он характеризует фундаментально важный физический параметр системы – время жизни резонансных состояний.

Полученные результаты могут быть широко использованы для описания систем из разряда «квантовый волновод – квантовая точка – квантовый волновод», которые могут быть использованы в различных нанотехнологических вопросах.

Воробьев А.М. (автор)

Подпись

Попов И.Ю. (научный руководитель)

Подпись