УДК 371.01

МЕТОДИКА ИЗЛОЖЕНИЯ ВОПРОСА КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ КВАЗИКЛАССИЧЕСКОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ ИЛИ ПРЕДЕЛЬНОГО ПЕРЕХОДА К КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ В ПРОГРАММЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

[1]Абекова Ж.А., [1]Оралбаев А.Б., [1]Козыбакова Г.Н., [2]Махатаева Д.А.

[1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Казахстан, e-mail: abekova68@mail.ru;

[2]Регионально-социально-инновационный университет, Шымкент

Теоретические вопросы квантовой механики в предельном случае при стремлении постоянной Планка к нулю должны переходить в формулы классической механики. Любая новая теория в предельном случае показывает справедливость формул прежней классической теории. В данной статье показана существование принципа соответствия и правила перехода соотношений квантовой механики в формулы классической механики и условия этих переходов.

Ключевые слова: частица в потенциальной яме, волны де бройля, волновая функция, уравнение шредингера, потенциальный барьер, точки поворота, квазиклассическое приближение, микрочастица, собственные значения энергии

METHOD OF POSING PROBLEMS OF QUANTUM MECHANICS QUASICLASSICAL APPROXIMATION OR LIMITING TRANSITION TO CLASSICAL MECHANICS IN HIGHER EDUCATION PROGRAMS

[1]Abekova Z.A., [1]Oralbayev A.B., [1]Kozybakova G.N., [2]Mahataeva D.A.

[1]South Kazakhstan State University by named M. Auyezov, , Shymkent, e-mail: abekova68@mail.ru;

[2]Regional socio-innovative university, Shymkent

Theoretical questions of quantum mechanics in a limit case at aspiration of a constant of Planck to zero have to pass into formulas of classical mechanics. Any new theory in a limit case shows justice of formulas of the former classical theory. In this article it is shown existence of the principle of compliance and the rule of transition of ratios of quantum mechanics to formulas of classical mechanics and a condition of these transitions.

Keywords: a particle in a potential hole, De Broglie's waves , wave function, Schrödinger's equation, a potential barrier, turn points, quasiclassical approach, a microparticle, own values of energy

Известно, что теория квантовой механики в предельном случае всегда должна переходить в формулы классической механики, так как любая новая теория должна иметь общую граничную область со старой теорией. Например преобразования Лоренца в специальной теории относительности А.Эйнштейна в предельном случае когда скорости тел малы по сравнению со скоростью света в вакууме $v \ll c$ переходят в преобразования Г. Галилея.

Аналогично свету который имеет двойственную корпускулярно-волновую природу, также любая частица имеет такую же двойственную природу. Экспериментально доказано, что от любой частицы (например электрон, протон, нейтрон и т.д.) мы можем наблюдать дифракционную картину на экране. Исходя из этого, из многочисленных опытов по дифракции света от отдельных частиц Де-Бройль получил свою формулу которая связывает длину волны и импульс частицы [1-2].

$$\lambda = \frac{h}{p}. \qquad (1)$$

Данная формула показывает взаимосвязь корпускулярной и волновой природы любой частицы (p и λ). Отсюда вытекает что частицы как и свет показывают характеристики корпускулы и волны. Здесь возникает следующий вопрос: как в данном случае мы можем рассматривать электрон, это частица или волна?

В квантовой механике на этот вопрос есть конкретный ответ: электрон –это микрочастица, со специфическими свойствами, иногда она проявляет свои волновые свойства, иногда она проявляет свои корпускулярные свойства. Для обьяснения взаимосвязи между теориями квантовой механики и классической механики рассмотрим собственные значения энергии в бесконечно глубокой потенциальной яме, также выясним ее взаимосвязь с энергией в классическом случае. Энергия микрочастицы в бесконечно глубокой потенциальной яме определяется следующим выражением:

$$E = \frac{\pi^{22} n^2}{2ml^2}. \qquad (2)$$

Данная формула показывает что собственные значения энергии принимают дискретные значения, они зависят от главного числа n. Значит значения энергии микрочастицы в глубокой потенциальной яме оказываются квантованными. Действительно формула (2) удовлетворяют принципу неопределенности Гейзенберга. В справедливости и выполнения формулы (2) только для квантовой механики можно наглядно убедиться. Например если в данной формуле например масса микрочастицы будет много больше массы электрона, или ширина потенциальной ямы l будет больше размеров атома или ядра, или когда n стремится к бесконечности тогда данная формула автоматически теряет смысл. Если главное квантовое число будет очень большое, тогда дискретность квантовых состояний перестает проявляться, при этом фактически происходит переход к непрерывному изменению энергии. Эта формула определяет собственные значения энергии микрочастицы в потенциальной яме, она пригодна только для квантовой механики, т.е. явлений происходящих в микромире. Аналогично и квадрат волновой функции когда главное квантовое число стремится к бесконечности из квантомеханического распределения переходит в классическое распределение [1-3].

Теперь рассмотрим квазиклассическое приближение квантовой механики. Нужно отметить следующее обстоятельство, что при решении уравнения Шредингера мы не можем представить постоянную Планка равным нулю, так как в этом случае данное уравнение теряет смысл. Поэтому мы волновую функцию представим через экспоненциальную функцию выраженную от функции<<abekov5.wmf>>, разложим ее формально в ряд по степеням. Если дебройлевские длины волн частиц малы по сравнению с характеристическими размерами L, определяющими условия данной конкретной задачи, то свойства системы близки классическим. (По аналогии с тем, как волновая оптика переходит в геометрическую при стремлении длины волны к нулю) [1-3].

Рассмотрим движение микрочастицы по оси ох, тогда при решении уравнения Шредингера мы получаем для микрочастицы механическое действие *S*, которое определяется следующим выражением:

$$S = \pm\int\sqrt{2m(E-U(x)}dx\,. \qquad (3)$$

Эта формула представляет собой не что иное, как классический импульс частицы *p*(*x*), зависящий от координаты ох. Значит импульс частицы определяется следующим выражением:

$$S = \pm\int pdx\,; \qquad (4)$$

$$p = \sqrt{2m(E-U)}\,. \qquad (5)$$

что соответствует классическому определению импульса. В данном случае, мы опускаем многие теоретические преобразования, так как хотим отдельно отметить именно предельный случай, когда формулы квантовой механики переходят в формулы классической механики. Такой переход квазиклассического приближения выполняется тогда, когда мы при разложении механического действие S, берем только начальные два члена разложения этой функции. Одним словом условие квазиклассического приближения записывается следующим образом:

$$\frac{d\lambda}{dx} \ll 1\,. \qquad (6)$$

Отсюда можно сделать следующий главный вывод: для выполнения условия квазиклассичности длина волны микрочастицы(волны де Бройля) должна мало меняться на протяжении расстояний сравнимой с ее размерами. Ну а где это условие не выполняется, тогда квазиклассическое приближение в этих областях становится неприменимым.

Следующий главный вывод заключается в том,что при достаточно медленном изменении потенциальной энергии от точки к точке, когда на длине волны порядка λ не происходит заметного изменения импульса частицы справедливо выполняется квазиклассическое приближение [3-4].

Если импульс частицы становится мала, тогда квазиклассическое приближение становится непригодным. Например это приближение неприменимо вблизи точек поворота, тогда вблизи этих точек по законам классической механики, частица остановилась бы, и стала бы двигаться в обратном направлении. Эти точки поворота соответствуют случаю, когда $p(x)=0$, импульс равен нулю, значит *E*=*U*(*x*). Когда импульс стремится к нулю $p(x)\to 0$, деБройлевская длина волны стремится к бесконечности $\lambda \to \infty$ [3-4].

Список литературы

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. – М.: Физматлит, 2012. – 132 с.

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. – М.: Физматлит, 2004. – 200-209 с.

3.Ландау Л.Д., ЛифшицЕ.М. Механика. – М.: Физматлит, 2004. – 121 с.

4. Левич В.Г., Вдовин Ю.А, Мямлин В.А. – М.: Физматлит, 2002. – 364-369 с.