

**МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ
В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ**
Насырова Н.К.¹, Насырова Н.Г.² Email: Nasiro696@scientifictext.ru

¹Насырова Нигора Каримовна - старший преподаватель;

²Насырова Наргиза Гайратовна – преподаватель,
кафедра физики, физико-математический факультет,
Бухарский государственный университет,
г. Бухара, Республика Узбекистан

Аннотация: в данной статье вниманию предлагаются методы адаптивования непростого для понимания лекционного материала в одном из важных модулей курса «Квантовая механика» при теоретической подготовке физиков. Подобная адаптация является актуальной для студентов вузов ввиду сложности теоретического материала. Предлагаются для разбора на практическом занятии примеры заданий, направленных на прояснение основных теоретических понятий и закрепление знаний, полученных на лекциях. Попытаемся разобраться в отличии квантовой механики от классической механики, методике изложения основ квантовой механики, законах квантовой механики и некоторых принципиальных моментах, которые отличают квантовую механику от других разделов.

Ключевые слова: физико-математические науки, теоретическая физика, квантовая механика, квантовые состояния, волновые функции, средние значения физических величин, операторы физических величин, нормировка волновой функции, преподавание квантовой механики.

**METHODS OF TEACHING PRACTICAL LESSONS IN QUANTUM
MECHANICS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS**
Nasirova N.K.¹, Nasirova N.G.²

¹Nasirova Nigora Karimovna - Senior Lecturer;

²Nasirova Nargiza Gayratovna – Lecturer,
DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF PHYSICS AND MATHEMATICS,
BUKHARA STATE UNIVERSITY,
BUKHARA, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: this article proposes methods for adapting difficult-to-understand lecture material in one of the important modules of the course "Quantum Mechanics" in the theoretical training of physicists. Such adaptation is relevant for university students due to the complexity of the theoretical material. Examples of assignments aimed at clarifying the basic theoretical concepts and consolidating the knowledge gained at the lectures are offered for analysis in a practical lesson. Let's try to understand the difference between quantum mechanics and classical mechanics, the methodology for presenting the foundations of quantum mechanics, the laws of quantum mechanics and some fundamental points that distinguish quantum mechanics from other sections.

Keywords: physical and mathematical sciences, theoretical physics, quantum mechanics, quantum states, wave functions, average values of physical quantities, operators of physical quantities, normalization of a wave function, teaching quantum mechanics.

УДК 37.02

Особенности обучения теоретической физике в вузах привлекают пристальное внимание как в плане изменения, происходящих в самой физике и роли физики в

общей системе современного образования, так и в плане значения теоретической физики в подготовке преподавателей физики.

Курс теоретической физики призван сформировать основную систему идей и концепций современной физики и в этом смысле играет одинаково важную роль при подготовке исследователей и педагогов. Общие курсы теоретической физики, читаемые независимо от конкретной специализации студентов, содержат классическую, квантовую механику, классическую электродинамику, статистическую физику и термодинамику.

Фетишизация точного научного знания, характерная для физики прошлого, постепенно отходит на второй план, уступая место отчётливому пониманию модельного характера и приближённости наших знаний о природе. В процессе развития физической теории становится доминирующей идея принципиального значения приближённых методов, которая определяет современную философию физического знания.

Для многих важных задач квантовой механики, когда обычные приближенные методы неприменимы, аналогичные задачи с потенциалами нулевого радиуса оказываются точно разрешимыми, поскольку при решении задач не делается приближений. На их примере удобно исследовать различные принципиальные и иногда довольно тонкие вопросы теории.

Практические занятия призваны не только помочь студенту приобрести навыки применения методов квантовой механики к конкретным задачам, но и расширить границы понимания мира, сформировав представление о квантовой реальности.

Нашей целью является конкретизация и углубление теоретических знаний, полученных студентами на лекции. Будем рассматривать в качестве примера одно из первых (при прохождении курса) практических занятий, которое включает задания на применение волновой функции, в том числе к нахождению средних значений физических величин, предполагающие осмысление используемых понятий. На занятии также проверяются: знание квантовых операторов физических величин, умение использовать их при решении конкретных задач и навыки использования математического аппарата. Занятие начинается с обзора обязательных теоретических вопросов, необходимых для решения намеченных задач.

1. Вводится понятие волновой функции состояния квантового объекта(частицы). Уместно посвятить время рассмотрению различных подходов к интерпретации волновой функции. Необходимо отметить, что знание волновой функции позволяет получить максимально полные сведения о системе, принципиально достижимые в микромире. Хотя сама волновая функция не имеет физического смысла, с ее помощью можно рассчитать все измеряемые физические характеристики системы, вероятность пребывания ее в определенном объеме V пространства, $W = \int_V dW = \int_V |\psi|^2 dV$, и эволюцию во времени.

2. Поскольку характер поведения микрочастицы определяется законами вероятности и волновая функция рассматривается как амплитуда вероятности, плотность вероятности есть вещественная величина $|\Psi|^2 = \Psi \cdot \Psi^*$ (* – ком-плексное сопряжение). Исходя из того, что вероятность обнаружить частицу с данной волновой функцией во всем бесконечном пространстве (либо в другой заданной области определения функции) равна единице, можно ввести условие нормировки волновой функции, позволяющее определить постоянную нормировки:

$$W = \int_V dW = \int_V |\psi|^2 dV = 1 \quad (1)$$

3. В квантовой механике результаты измерения физической величины в серии одинаковых опытов могут различаться в отличие от классического случая. Поэтому подход к результатам измерения физических величин в квантовой механике носит вероятностный, статистический характер. Динамической переменной нельзя

приписать определенного значения, но всегда можно приписать определенную вероятность, и если произвести многократные измерения какой-либо динамической переменной системы, находящейся в состоянии с известной волновой функцией, то на основании результатов этих измерений можно определить среднюю величину.

Среднее значение (математическое ожидание) некоторой физической величины F микрообъекта в известном квантовом состоянии Ψ вычисляется с помощью оператора F , соответствующего измеряемой величине (интегрирование ведется по всей области определения функции):

$$\langle F \rangle = \int \Psi^* \hat{F} \Psi dV$$

4. Далее определяются (в координатном представлении) операторы основных физических величин и основные правила алгебраических действий над операторами: так, оператор координаты есть $\hat{r} = \vec{r}$; оператор импульса $\hat{r} = -i \vec{\nabla}$ (– постоянная Планка, $\vec{\nabla}$ оператор Лапласа).

5. Приводится соотношение неопределенностей Гейзенберга $\Delta x \cdot \Delta p_x \leq \hbar/2$. Согласно этому соотношению невозможно, в отличие от классической механики, одновременно определить абсолютно точное значение координаты и импульса частицы (канонически сопряженные параметры).

С повышением точности измерения координаты точность измерения импульса уменьшается и наоборот. Далее обучающимся предлагается выполнить серию практических заданий, в которых используются введенные выше понятия.

Список литературы / References

1. *Boidedae S.R., Dzhuraev D.R., Sokolov B.Y., Faiziev S.S.* Effect of the transformation of the magnetic structure of a FeBO₃:Mg crystal on its magneto-optical anisotropy // Optics and Spectroscopy. 107:4 (2009). Pp. 651.
2. *Шарунов М.З., Соколов Б.Ю., Фаизиев Ш.Ш.* Влияние перестройки магнитной структуры кристалла FeBO₃:Mg на его магнитооптическую анизотропию // Наука, техника и образование. 10:4 (2015). С. 15-18.
3. *Кобиллов Б.Б., Ниёзхонова Б.Э.* Технология оценки качества выполнения и степени усвоения лабораторного практикума по физике // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. № 2-2 (73) (2015). С. 104-107.
4. *Кобиллов Б.Б., Ниёзхонова Б.Э.* Дидактические возможности «Инсерт» технологии на примере теоретических занятий по физике // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, №03 (74) (2015). С. 102-104.
5. *Razhbov V.K., Abdullaev Z.M., Mirzaev S.M.* Technique for calculating geometric dimensions of a greenhouse-type solar-based one-cascade apparatus for demineralizing water // Applied Solar Energy. 46 (4) (2010). Pp. 288-291.
6. *Ражбабов Б.Х., Назаров Э.С., Собиров Ш.О.* Способ определения геометрических размеров теплицы // Наука и образование: проблемы, идеи, инновации, 2 (2018). С. 67-69.
7. *Dzhuraev D., Niyazov L.* Phase Transitions in a Non-Uniformly Stressed Iron Borate Single Crystals // Russian Physics Journal. 59:1 (2016). Pp. 130-133.
8. *Atoyeva M.F.* Use of Periodicity in Teaching Physics // Eastern European Scientific Journal. 4 (2017). Pp. 35-39.
9. *Атоева М.Ф.* Эффективность обучения электродинамике на основе технологии периодичности // Путь науки. 10 (2016). С. 65-66.
10. *Назарова Ш.Э., Ниёзхонова Б.Э., Назаров Э.С.* Гелиотехнические концентрирующие системы // 11:2 (2017). С. 9-10.

11. *Astanov S., Niyazkhonova B.E.* Luminescent properties of vitamins in monomeric and associated states in a polar solvent // *Journal of Applied Spectroscopy*. 55:5 (1991). Pp. 1103-1106.
 12. *Rakhmatov I.I.* Investigations into kinetics of sun drying of herb greens // *Applied solar energy*. 31:5 (1995). Pp. 61-66.
 13. *Rakhmatov I.I., Komilov O.S.* Intensification of process of dehydration of high-shrinkage materials // *Applied solar energy*. 28:5 (1992). Pp. 77-79.
 14. *Очилов Л.И., Абдуллаев Ж.М.* Изъятие пресной воды из подземных грунтовых вод при помощи гелиоустановки водонасосного опреснителя // *Молодой ученый*. 10 (2015). С. 274-277.
 15. *Курбанов К., Очилов Л.И.* Определение механических воздействий гидротехнических сооружений с помощью оптических волоконных датчиков // *Молодой ученый*. 10 (2015). С. 247-251.
 16. *Ochilov B.M., Narzullaev M.N.* Increasing the efficiency of solar heat treatment of liquid foodstuffs with the help of reflecting systems // *Applied solar energy*, 1996. № 32 (3). Pp.78-79.
 17. *Nasirova N.K.* Bound and ground states of a spin-boson model with at most one photon: non-integer lattice case // *Journal of Global Research in Mathematical Archives (JGRMA)*. 6 (2019). Pp. 22-24.
 18. *Насырова Н.К.* Методика изучения квантовой механики в программе бакалавриата // *Ученый XXI века*. № 5-3 (2018). С. 72-74.
 19. *Kodirov J.R., Khakimova S.Sh., Mirzaev Sh.M.* Analysis of characteristics of parabolic and parabolocylindrical hubs, comparison of data obtained on them // *Journal of TIRE 2*, (2019). Pp. 193-197.
 20. *Ибрагимов С.С.* Результаты испытания водоопреснителя парникового типа // *«Молодой ученый»*, №25 (159), 2017. С. 67-68.
-