

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ КВАНТОВЫХ КОНЦЕПЦИЙ (ДУАЛИЗМ И ПРИНЦИП НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ) В ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССАХ ФИЗИКИ АКАДЕМИЧЕСКИХ ЛИЦЕЕВ

К.Р.Саттаркулов

*Доктор философии по педагогическим наукам (PhD)
Старший преподаватель кафедры "Физики"
Гулистанского государственного университета*

В.Ф.Нематов

*Преподаватель кафедры "Физики"
Гулистанского государственного университета*

Аннотация. В статье приведены методические рекомендации по преподаванию раздела квантовой физики, по современным требованиям, в группах с углубленным изучением физики в академических лицеях. В России и в других развитых странах в системах общего и средне- специального образования курс физики и в том числе квантовая физика изучается согласно современным требованиям. В учебниках и учебных пособиях по физике, а также, в программах раздела квантовой физики, введены темы по элементарной квантовой теории света (фотоэффект и эффект Комптона), корпускулярно- волновой дуализм, волны Де –Бройля, а также соотношения неопределенности Гейзенберга. У нас в Узбекистане, в новых учебниках и в учебных пособиях, рекомендованных группам с углубленным изучением физики, в академических лицеях в выше указанные темы освещены очень коротко и неудовлетворяющем уровне современных требований. В статье также указано методические рекомендации по освещению содержания вновь вводимых тем, т.е. "Корпускулярно – волновой дуализм" и "Соотношения неопределенности Гейзенберга."

Ключевые слова: Микрочастица, идеи Де-Бройля, волна Де-Бройля, корпускулярный – волновой дуализм, соотношения неопределенности, частота, длина волны, волновая числа, волновая функция, фотоэффект, эффект Комптона, микромир.

АКАДЕМИК ЛИЦЕЙЛАРНИНГ ФИЗИКА ФАНИГА ИХТИСОСЛАШТИРИЛГАН СИНФЛАРИДА КВАНТ ТУШУНЧАЛАРИ (ДУАЛИЗМ ВА НОАНИҚЛИК ПРИНЦИПИ)НИ ЎРГАНИШ МЕТОДИКАСИ

К.Р. Саттаркулов

*Педагогика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
Гулистон давлат университети "Физика" кафедраси катта ўқитувчиси*

В.Ф. Нематов

Гулистон давлат университети "Физика" кафедраси ўқитувчиси

Аннотация. Мақолада академик лицейларда физикани чуқур ўрганадиган гуруҳларда квант физикаси бўлимини замонавий талаблар асосида ўқитиш бўйича услубий кўрсатмалар берилган. Россияда ва бошқа ривожланган мамлакатларда умумий ва о'рта махсус та'лим тизимларида физика курси, жумладан, квант физикаси ҳам замон талаблари асосида о'рганилмоқда. Физика дарслари ва дарсликлари, шунингдек, квант физикаси дастурлари ёруғликнинг элементар квант назарияси (фотоелектр эффекти ва Комптон эффекти), тўлқин-заррача иккиликлиги, Де-Бройл тўлқинлари ва Гейзенбергининг ноаниқлик муносабатларига оид мавзулар билан таништиради. Ўзбекистонда физика фанини чуқур ўрганувчи гуруҳлар, академик лицейлар учун тавсия етилган янги дарслик ва ўқув-услубий қўлланмаларда юқоридаги мавзулар жуда қисқа ва ҳозирги замон талаблари асосида ёритилмаган. Мақолада янги киритилган мавзуларнинг мазмунини ёритиш бўйича, "Корпускуляр-тўлқинли дуализм" ва "Гейзенбергининг ноаниқлик муносабатлари каби услубий тавсиялар келтирилган.

Калит сўзлар: Микрозаррача, Де Бройл ғоялари, Де Бройл тўлқини, корпускуляр - тўлқин дуализми, ноаниқлик муносабатлари, частота, тўлқин узунлиги, тўлқин сони, тўлқин функцияси, фотоелектр эффекти, Комптон эффекти, микродунё.

METHODOLOGY FOR TEACHING QUANTUM CONCEPTS (DUALISM AND THE UNCERTAINTY PRINCIPLE) IN SPECIALIZED PHYSICS CLASSES OF ACADEMIC LYCEUMS

K.R. Sattarkulov

*Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences
Senior Lecturer, Department of Physics Gulistan State University*

V.F. Nematov

Lecturer, Department of Physics Gulistan State University

Annotation. The article provides guidelines for teaching the section of quantum physics, according to modern requirements, in groups with in-depth study of physics in academic lyceums. In Russia and in other developed countries, in the systems of general and secondary specialized education, the course of physics, including quantum physics, is studied in accordance with modern requirements. Physics textbooks and teaching aids, as well as quantum physics programs, introduce topics on elementary quantum theory of light (photoelectric effect and Compton effect), wave-particle duality, De Broglie waves, and Heisenberg uncertainty relations. In Uzbekistan, in new textbooks and teaching aids recommended for groups with in-depth study of physics, in academic lyceums, the above topics are covered very briefly and at an unsatisfactory level of modern requirements. The article also indicates methodological recommendations for covering the content of newly introduced topics, i.e. "Corpuscular-wave dualism" and "Heisenberg uncertainty relations.

Key words: microparticle, De Broglie ideas, De Broglie wave, corpuscular – wave dualism, uncertainty relations, frequency, wavelength, wave number, wave function, photoelectric effect, Compton effect, microworld.

ВВЕДЕНИЕ

Современный технический прогресс в основном базируется на текущих достижениях современной физики. Современная физика стремительно развивается на основе результатов исследований, изучаемых в физике высоких энергий, квантовой физики и физики элементарных частиц. В учебных программах изучаемых в общеобразовательных средних школах и академических лицеев еще не введены все достижения современной физики.[1]

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Одним из широко развиваемых разделов теоретических и экспериментальных направлений современной физики является квантовая физика. При изучении в курсе физики академических лицеев физических явлений, которые экспериментально и теоретически исследованных в квантовой физике 1920-26 гг., где ограничивается предоставлением кратких сведений о фотоэффекте, волновых свойствах вещества, гипотезе Де-Бройля и соотношении неопределенностей Гейзенберга.[2]

В странах СНГ - например, в школах и академических лицеев России и Белоруссии – эти темы квантовой физики уже давно изучаются более углубленных вариантах.[3,4]

Мы считаем, в учебных группах академических лицеев, где физика изучается по углубленным программам, в раздел квантовой физики следуют ввести следующие темы:- взаимодействия электромагнитных волн с веществом, фотоэффект, эффект Комптона, волновые свойства материи, волны Луи-Де Бройля, соотношение неопределенности Гейзенберга, волновая функция и далее разработать методики преподавания этих тем. Коротко остановимся о том, каких материалов будем изучать в разделе квантовой физики в углубленного курса физики в академических лицеев.[6,11,13]

Первым физическим понятием, которое изучается в квантовой физике, является понятие “микрочастица” или “микрообъект”. Учащимся необходимо всестороннее подробное объяснение того, как можно описать и представить себе микрочастицу или микрообъект. Естественно, такие характеристики микрочастицы или микрообъекта, ее электрический заряд, масса в состоянии

покоя, позволяют предположить, что ее следует считать “корпускулой”. Тот факт, что движение квантовой микрочастицы или микрообъекта не представляется траекторией, как движение классической корпускулы. Самопроизвольный распад микрочастицы или микрообъекта, показывают, что понятие микрочастицы” резко отличается от классических “корпускул”. [5,]

Классическая частица или “корпускула”, нами представляется, как физический объект, имеющий массу и объем, а также подчиняющиеся законам динамики и движущиеся по определенным траекториям движения.

Волна же есть распространение колебаний в упругой среде, т. е. где есть среда, там и волна. Коротче говоря, в классической физике распространение волн и корпускулярное движение — явления, радикально отличающиеся друг от друга. Следовательно, в классической физике волновое и корпускулярное движение существуют как, два типа независимого движения.

Однако в микроскопических частицах эти два свойства диалектически проявляются в одном объекте.

Согласно статистическому толкованию, интенсивность волн Де–Бройля в каком–либо месте пространства пропорционально вероятности обнаружить частицу в этом месте.

В классических волнах абсолютное значение амплитуды волны определяет только физическое состояние. Интенсивность волн Де-Бройля определяют вероятности местонахождения частицы, поэтому важно лишь отношение интенсивностей в различных точках пространства, а не сама их абсолютная величина. Вероятность найти микрочастицы в момент времени t в элементе объема dV вокруг точки с координатами

$$x, y, z \cdot dW = |\psi(x, y, z, t)|^2 dV \quad (1)$$

Из этого выражения запишем выражение для плотности вероятности

$$\omega(x, y, z, t) = \frac{dW}{dV} |\psi(x, y, z, t)|^2 \quad (2)$$

Видно, что эти понятия квантовой физики являются сложными понятиями, для учеников, но правильное формирование этих понятий в сознании учащихся углубляет их физическое мировоззрение.

М. Борн объясняя физическую природу волновой функции, связывает квадрат модуля волновой функции с плотностью вероятности нахождения частицы в элементе объема вокруг некоторой точки с координатами x, y, z, t . Согласно, М. Борну интенсивность волн Де-Бройля в точке с координатами x, y, z пропорционально вероятности обнаружить частицу в этом месте.

Таким образом, состояние микрочастицы полностью определяется на основе вероятностных законов. Соотношения неопределенностей Гейзенберга особенно важно, при изучении квантовой физики в академических лицеях, так как с этими соотношениями неопределенностей ученики получают важных информации о квантовой природы микромира. Математический вид соотношения неопределенностей Гейзенберга выражается в следующем виде:

$$\overline{(\Delta P_x)^2} \cdot \overline{(\Delta x)^2} \geq \frac{\hbar^2}{4} \quad (3)$$

Здесь - $\overline{(\Delta P_x)^2}$ - среднее квадратичное отклонение импульса, $\overline{(\Delta x)^2}$ - среднее квадратичное отклонение координат.

Статистическая интерпретация волн Де-Бройля позволяет связать теоретические результаты с экспериментальными данными, но изучение вопроса о природе микрообъектов на основе этой интерпретации затруднительно. Одни и те же микрообъекты, например электроны, в одних экспериментах рассматриваются как частицы, движущиеся по определенным траекториям, а в других как волны, подчиняющиеся принципу суперпозиции.[5,10]

Для описания одних и тех же микрообъектов приходится использовать как волновую, так и корпускулярную интерпретации, трудно сказать, что эти микрообъекты в одном и том же месте будут обладать корпускулярными свойствами и волновыми свойствами.

В классической механике рассматриваются траектории частиц и их движение по траекториям. Движение частицы по траектории тесно связано с тем, что в каждый момент времени она имеет точную координату и точное значение соответствующей проекции импульса (скорости). Движения частиц по траекториям определяет ее положение, а ее координата и наличие

соответствующей проекции импульса представляют собой изменение этой величины за бесконечно малый интервал времени. Координата и импульс, описывающие состояние микрочастицы, не могут быть определены одновременно. В этом отношении квантовая механика принципиально отличается от классической механики, в основе которой лежит представление о том, что “частица в любой момент времени имеет точную координату и определенный импульс”. Следовательно, квантовая теория основана на соотношении неопределенностей Гейзенберга, которое в принципе отрицает существование такой возможности. Следует подчеркнуть студентам, что в основе соотношения неопределенностей Гейзенберга лежит корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга ограничивает применение аппарата классической физики к объектам микромира. Из-за соотношения неопределенностей представления о траектории движения частиц в микромире не имеет смысла. Поэтому речь идет только о вероятности того, что частица находится в какой-то точке пространства.

Следует отметить, что невозможность одновременного точного определения координаты и проекции импульса микрочастицы не связана с техническими трудностями, а связывается с законами природы, Справа от соотношения неопределенностей Гейзенберга стоит постоянная Планка- (постоянная величина с размерностью момента импульса), поэтому это соотношение также имеет граничный характер.[7,12]

Стоит отметить что, изучения основных положений квантовой физики, отражающей физическую природу микроскопических явлений, к которым классические представления могут быть применены лишь в ограниченной степени. Используя соотношение неопределенностей Гейзенберга, можно определить наименьший элемент объема в фазовом пространстве.

Поэтому усвоение сущности природы неопределенностей Гейзенберга трудно не только для учащихся академических лицеев, но и для студентов высших учебных заведений. При изучении квантовой физики преподаватели и студенты должны переходит от динамического стиля мышления к

статистическому мышлению, а этот переход тоже является очень сложной задачей.[5,7]

Поэтому при изучении квантовой физики в академических лицеях, первую очередь от преподавателей требуется, разработку методики формирования у учащихся квантово - механического стиля мышления в центре, которого должно лежать соотношение неопределенности Гейзенберга, который тоже связан корпускулярно - волновым дуализмом микрочастиц, и со своеобразной спецификой явлений микромира.[8,10]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы предлагаем, в курсах физики академических лицеев нужна начинать более подробного изучения физических основ квантовой физики начиная с темы “Законов излучения абсолютно черных тел” (т.е. законы Кирхгофа, Вина, формулы Вина, Релея–Джинса, Планка), темы фотоэффекта, эффекта Комптона, идеи и волны Де-Бройля, соотношения неопределенностей Гейзенберга. Таким образом мы можем ознакомить учеников школ и академических лицеев начальным этапом развития квантовой физики. На основе квантовой физики лежит новые идеи, т.е. вероятностно – статистические представления. Каждый учитель физики должен убедиться в том, что в выше указанных темах начинается изучение новой физики, которая основывается на вероятностно-статистических представлениях. Для перехода новому этапу преподавания курса физики в академических лицеях нам необходимо подготовить учебных литератур по соответствующим разделам курса физики на основе вероятностно-статистических представлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учебный план по физике в академических лицеях .-Т.: 2021.
2. Ёлмасова М.И. ФИЗИКА (Оптика, атом и ядерная физика) (на узбекском языке), Т.Чўлпон, 2010.384 б.
3. Пурьщева Н.С. Физика . Базовый уровень. 11 класс, М.,Дрофа,2016, 139 с.
4. Жилко Л.В. , Маркова Л.П. Физика. (11- класс) Минск, 2014. 262 с.
5. Джораев М. Статистические идеи в обучении физике. Методическое пособие. Т. «Учитель», 1996, 104 с.
6. Джораев М. Вероятностно-статистические идеи в преподавании физики. монография. - Т.: Фан, 1992, 124 с.

7. Де - Бройл . Соотношения неопределенности Гейзенберга и вероятностная интерпретация волновой механики. - М.: Мир, 1986.40-76 с.
8. Мякишев Г.Я. Динамические и статистические законы в физике. - М.: «Наука», 1973, 5-205 с.
9. Тарасов Л.В., Современная физика в средней школе,- М.: Просвещение,1990,288с.
10. К.Р. Саттаркулов., Методика изучения темы “Взаимосвязь неопределенностей Гейзенберга” в академических лицеях. Central Asian journal of multidisciplinary Research and management studies Volume 1, Issue 1, February 2024. стр. 74-79
11. Samatov G‘ulom Bazarbayevich, Sattarkulov Komil Raxmatovich, Obidova Zuhra Nasritdinovna., Nishanova Sarvinoz Bahtiyor qizi., Formation of probabilistic and statistical worldview among students in the process of teaching the topic “Absolute black body radiation” in groups of academic lyceums with indepth study of physics- Journal of Pharmaceutical Negative Results [ISSN: Print -0976-9234, Online - 2229-7723] Volume13. Special Issue 8. 2022. p: 707-713
12. K.R.Sattarkulov., V.F.Nematov., Theoretical basis of the methodology of teaching quantum physics in academic lyceums. Science and innovation international scientific journal volume 4 issue 5 may 2025 ISSN: 2181-3337 Scientists.uz. p: 58-62
13. Samatov Gulom Bazarbayevich., Sattarkuov Komil Raxmatovich Methods of Studying the Foundations of Quantum Physics in the System of Continuing Education, Solid State Technology Volume: 63 №4 Issue: Penn Well Publishing Co. ISSN 0038-111X 2020. p: 5109-5118