



## ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ФОТОЭФФЕКТА КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ В КУРСЕ ФИЗИКИ В СРЕДНОМ ШКОЛЕ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА

<sup>1</sup>Обидова Зухра Насриддиновна

<sup>2</sup>Ганиева Дилдора Садуллаевна

Гулистанский государственный университет

### ARTICLE INFO

Received: 18<sup>th</sup> May 2023

Accepted: 28<sup>th</sup> May 2023

Online: 29<sup>th</sup> May 2023

### KEY WORDS

Пространство, энтропия,  
кинетическая энергия,  
излучение, электромагнит,  
абсолют, излучение, фотон.

### ABSTRACT

*В статье рассматривается содержание системы непрерывного образования, повышение научного уровня, совершенствование собственных знаний и умений в условиях специальности, информационных технологий и образовательных технологий, требования к качеству образования и методические навыки. Поэтому в данной статье выдвигается идея изучения явления фотоэлектрического эффекта квантовой физики при преподавании предмета "Квантовая физика" в курсе физики средней школы.*

В результате анализа трудностей теории Максвелла в явлениях взаимодействия света с веществом Эйнштейн высказал мнение, что световая энергия не распространяется в пространстве непрерывно, а при распространении света из некоторой точки пространства энергия не распределена непрерывно в пространстве, а состоит из квантов энергии, находящихся в конечном числе точек пространства, и они едины, разделены на части, выражают представления о том, что оно движется без деления, может излучаться и поглощаться как единое целое.

Эйнштейн, изучая энтропию энергии монохроматического излучения в области малых плотностей, решил задачу о вероятностном распределении энергии излучения в замкнутом объеме и на основании этого сделал вывод, что излучение состоит из квантов,  $n = \frac{W}{\hbar\omega}$ , каждый из которых имеет энергии и не связаны друг с другом.[1]

Эйнштейн применил свое представление о световых квантах к теоретическому изучению явления фотоэффекта, открытого Г. Герцем и экспериментально подтвержденного русским физиком А. Г. Столетовым.

Фотоэффект - это явление взаимодействия света или любого другого электромагнитного излучения с веществом, при котором энергия фотонов передаётся электронам вещества. На основе экспериментального исследования явления фотоэффекта А.Г.Столетовым были созданы следующие закономерности.

1. Характер ограничения фотоэффекта. Для высвобождения фотоэлектронов длина волны света, падающего на металл, должна быть меньше порогового значения, характерного для рассматриваемого металла.



2. Количество высвобождаемых из металла электронов пропорционально интенсивности падающего на металл излучения.

3. Максимальная кинетическая энергия вылетающих из металла фотоэлектронов линейно возрастает с частотой излучения и не зависит от интенсивности падающего излучения.

Основные законы фотоэффекта нельзя объяснить на основе классических представлений, но они полностью объясняются на основе квантовых представлений.

В интерпретации фотоэффекта, основанной на классических представлениях, подчеркивается, что электроны вынуждены колебаться под воздействием электромагнитных волн, падающих на поверхность металла, и когда частота удельных колебаний электронов почти равна частоте колебаний частоты электромагнитной волны, электрон поглощает энергию, пока не достигнет поверхности металла.

Исходя из этого объяснения, представляется, что энергия высвобождаемых из металла электронов определяется интенсивностью электромагнитной волны, падающей на поверхность металла. Поэтому такая интерпретация, основанная на классических представлениях, полностью противоречит второму и третьему законам фотоэффекта.

Приведенные выше законы полностью объясняются при рассмотрении излучения как совокупности световых квантов (фотонов). Часть энергии излучения равна работе электронов  $\hbar\omega$ , покидающих металл  $A$ , по выбиванию электрона из металла, а оставшаяся часть  $\hbar\omega - A = \frac{1}{2}mv^2$ .

Таким образом, можно записать следующее уравнение, предложенное А. Эйнштейном в 1905 году:

$$\hbar\omega - A = \frac{1}{2}mv^2$$

Из уравнения (1) видно, что фотоэффект носит ограниченный характер, то есть фотоэффект наблюдается только при выполнении условия  $\hbar\omega \gg A$ , и что скорость фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света.[2]

Это уравнение написано только для одного поглощенного фотона. Количество поглощенных фотонов пропорционально количеству падающих фотонов. Поэтому количество высвобождаемых фотоэлектронов определяется количеством квантов - фотонов - воздействующих на тело.

Процесс поглощения фотонов является мгновенным процессом, поэтому разница во времени между падением фотонов на поверхность металла и высвобождением фотоэлектронов очень мала и почти незаметна.

При выводе этого уравнения (1) Эйнштейн связал фотоэффект с гипотезой Планка и предположил, что энергия поля  $\hbar\omega$  излучения изменяется кратно. Теория внешнего фотоэффекта, разработанная Эйнштейном, основана на предположении, что электроны в металле движутся независимо друг от друга, и фотон, падающий на металл, воздействует только на один из них.

Вот почему он называется одноэлектронным процессом или теорией. При очень больших интенсивностях света, вызывающего фотоэффект, законы внешнего фотоэффекта не действуют.



Тот факт, что фотоэффект является безынерционным процессом, подтверждает квантовые свойства света и квантовый характер взаимодействия света с веществом.

В процессе фотовоздействия столкновение фотона с электроном в металле носит случайный характер, что свидетельствует о том, что в основе фотоэффекта лежат вероятностно-статистические закономерности и что этот процесс имеет статистический характер.

В фотоэффекте также определяется на основе вероятностных законов, сколько фотонов в падающей на вещество электромагнитной волне взаимодействует с электронами.

В экспериментах по изучению фотоэффекта определялась величина тока, образующегося в процессе, так как ток считается интегральной характеристикой, основные выводы в опытах были основаны на зависимости тока от напряжения между анодом и катодом, то есть по “Вольт-амперной” характеристике, следовательно, вероятной основе этого процесса- статистическим закономерностям почти не уделялось внимания.[3]

Объяснение законов фотоэффекта на основе квантовых представлений (уравнение Эйнштейна) полностью подтверждает, что в основе этого явления лежат вероятностно-статистические представления.

В процессе изучения законов излучения абсолютно черного тела Планк ввел гипотезу о том, что энергия теплового излучения непрерывно излучается от объектов, где под “Непрерывным” (прерывистым) излучением понималось выделение энергии в форма порций (квантов). Он записал формулу энергии в виде  $E = h\nu \cdot (E = \hbar\omega)$  и считал постоянную Планка равной на  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж · с, ( $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$  Дж · с)

Планк считал константу “Квантом влияния”, потому что размерность этой величины соответствовала размерности “Эффекта”. Идея Планка о “Непрерывности” процесса излучения правильно решила проблему теплового излучения. Когда Планк объяснял свое введение “Кванта удара”, он сначала считал его “Бессмысленным” (фиктивная величина), но полагал, что метод вывода его знаменитой формулы основан на правильной физической идее, а позднее подтвердил глубина физической интуиции Планка. [4]

Планк считал, что излучение непрерывно только во время испускания и непрерывно во время поглощения. В своих дальнейших исследованиях Эйнштейн применил идею непрерывности к поглощению света (излучения) в процессе фотоэффекта и доказал, что излучение также поглощается в непрерывном (порционном) виде в процессе поглощения в веществе.

Приведенные соображения подтверждают правильность объяснения явления фотоэффекта. Правильность идеи А.Эйнштейна и М.Планка, должны быть полностью объяснены студентам при объяснении фотоэффекта.

К сожалению, эти соображения не вошли в учебники по курсу физики общеобразовательных школ и академических лицеев, поскольку авторы не уделяли большого внимания истории каждой идеи. При возникновении фотоэффекта, когда мы освещаем вещество световым излучением, вещество поглощает световую энергию, если ее количество больше работы выхода, то она излучается на электрон, в противном



случае фотоэффект не возникает. Существующие недостатки в преподавании явления фотоэффекта в академических лицеях связаны с тем, что учебники школах не в полной мере раскрывают сущность этого явления и учителя не работают с дополнительной литературой. Эти темы описаны в учебниках так, как они были 30-40 лет назад. Основной недостаток заключается в том, что авторы учебников и преподаватели не понимают статистического содержания процессов в области квантовой физики и не могут применить статистические представления к учебному процессу.[5.2]

Описание квантовой физики не всегда легко охватить одним ответом. Квантовая физика - теория, описывающая свойства материи на уровне микроявлений и изучающая законы движения микрообъектов (молекул, атомов, элементарных частиц). [6]

При этом квантовая физика считается теоретической основой знаний о свойствах и строении материи и поля и изучает свойства материи на более глубоком и фундаментальном уровне, чем классическая физика.

По результатам анализа изученной литературы следует сделать следующие предложения:

1. В школе литературе использовалась идеализированная схема для объяснения явления фотоэффекта, т. е. рассматривалось взаимодействие одного кванта с одним электроном.
2. При объяснении учащимся процесса квантового взаимодействия света с электроном целесообразно учитывать вероятностный характер взаимодействия.
3. Квант света – если обратить внимание на то, что фотон и электрон в атоме не являются частицей (телом) в классическом понимании, это имеет особое значение в формировании у учащихся представлений о “Квантовом свете”.

Количество методической литературы, направленной на повышение эффективности учебно-методических пособий для “Квантовой физике” школах, практически отсутствует. По этому желательно коренным образом повысить качество и эффективность преподавания курса физики в целом квантовой физики в частности по образовательному для школе, направленному на углубленное изучение физики.

## References:

1. Zuhra, D. O. METHODOLOGICAL KNOWLEDGE OF THE HIGH SCHOOL PHYSICS COURSE IS A MEANS OF FORMING STUDENTS' PHYSICAL THINKING STYLE.
2. Bazabayevich, S., Raxmatovich, S. K., & Nasriddinova, O. Z. (2022). 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, 13.
3. Обидова, З., Рахмонов, В. ., Ганиева, Д., Кодиров, О. ., & Холмуродов, А. . (2023). УМУТАБЛИМ МАКТАБ ФИЗИКА КУРСИНИНГ ФАЛСАФИЙ МАСАЛАЛАРИНИ РОЛИ ВА АХАМИЯТИ. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(5 Part 2), 53–60. извлечено от <https://in-academy.uz/index.php/ejti/article/view/15207>





4. Turdaliyevich, R. V. (2023). WAYS TO SHAPE THE PRINCIPLES OF HEURISTICS AND CREATIVITY IN READERS IN THE STUDY OF THE TOPIC OF TRANSITION FROM A GASEOUS STATE TO A LIQUID STATE AND METHODS OF LIQUEFACTION OF GASES.
5. Rahmanov, V., & Alijonov, J. (2022). QUYOSH HAVO ISITISH KOLLEKTORINI O 'ZBEKISTON SHAROITIDA KENG FOYDALANISH. Science and innovation, 1(A7), 835-838.
6. Rahmanov, V., & Alijonov, J. (2022). INOVATSION SHAMOL TURBINASI. Science and innovation, 1(A8), 136-140.
7. Rahmanov, V. (2023). OLIY O 'QUV YURTLARIDA FIZIKA YO 'NALISH TALABALARIGA MOLEKULYAR FIZIKA BO 'LIMINING "TERMODINAMIKANING II-QONUNI (ENTROPIYANING) IZOJARAYONLARGA TADBIQI MAVZUSINI O 'QITISHDA KREATIV KO 'NIKMALARNI SHAKLLANTIRISH. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(5), 10-16.
8. Rahmanov, V., Ulashov, F., & Daminov, S. (2023). OLIY TA'LIMDA FIZIKA FANIDAN MOS HOLAT TENGLAMASINI MAVZUSINI O 'TISHDA ZAMONAVIY PEDAGOGIK-TEKNOLOGIYALAR ASOSIDA DARS TASHKIL QILISH. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(5), 147-150.
9. Абдуқодиров, А. А., & Тоштемиров, Д. Э. (2019). Таълим муассасаларида ахбороткоммуникация технологияларидан фойдаланиш методикаси. Монография. Гулистон: "Университет", 232.
10. Eshbayevich, T. D. (2022). ЎҚУВ ЖАРАЁНИДА РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИМКОНИАТЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ. Science and innovation, 1(Special Issue 2), 554-560.
11. Toshtemirov, D., Muminov, B., & Saidov, J. (2020). Fundamentals of compilation of electronic tasks for students to test and strengthen their knowledge of database. International Journal of Scientific and Technology Research, 9(4), 3226-3228.
12. Toshtemirov, D. E., Saidov, J. D., & Mamatqulov, S. X. (2019). TECHNOLOGY OF CREATING MODERN ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES. Bulletin of Gulistan State University, 2019(1), 67-71.
13. Jasur Doniyor, O. G., Saidov, L., Allayorov, S. P., OMBORINI, S. X. I. M. L., & BAHOLASH, Y. B. Y. K. K. MEZONLARI//Scientific progress. 2021. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ma-lumotlar-omborini-yarati-sh-bo-yicha-kasbiy-kompetentligini-baholash-mezonlari> (дата обращения: 02.06. 2022).
14. Abduraximov, D., Taniberdiyev, A., Monasipova, R., & Ismatillayev, A. (2023). AXBOROT TEKNOLOGIYALARI FANLARIDA DARS DAN TASHQARI MASHG 'ULOTLARNI TASHKIL QILISH. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(5 Part 2), 96-103.
15. D.Abduraximov A.Taniberdiyev R.Monasipova A.Ismatillayev. (2023). INCREASING THE EFFICIENCY OF ORGANIZING LESSONS. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7976819>
16. Abduraximov, D. ., Taniberdiyev, A., Monasipova, R. ., & Ismatillayev , A. (2023). O'QITUVCHINING INNOVATSION FAOLIYATGA TAYYORLASH METODLARI. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(5 Part 2), 123-127. извлечено от <https://in-academy.uz/index.php/ejti/article/view/15421>