

2-ТОМ, 5-СОН

ПРОВАЛ И УСПЕХ ТЕОРИИ БОРА

И.А. Аташов,

студент 3 курса бакалавриата физики Каракалпакского государственного  
университета им. Бердака, г. Нукус

А.С. Калилаев,

стажер, преподаватель кафедры физики Каракалпакского государственного  
университета им. Бердака, г. Нукус

**Аннотация:** В данной работе рассматривается провал и успех теории Бора - важной теории атомной физики, разработанной Нильсом Бором. Работа обозначает основные принципы теории Бора, выделяет ее провалы, такие как ограничение на одноэлектронные атомы, отсутствие объяснения для сложных спектральных линий и структуры внутренних электронных оболочек. Также рассматривается развитие квантовой механики, модели атома Шрёдингера и квантовой электродинамики, которые позволили преодолеть эти проблемы и расширили понимание атомной структуры.

**Ключевые слова:** Теория Бора, атомная физика, провал, успех, постулаты Бора, квантовая механика, модель атома Шрёдингера, квантовая электродинамика, спектральные линии, электроны, энергетические уровни.

**FAILURE AND SUCCESS OF BOHR THEORY**

**Abstract:** This paper examines the failure and success of the Bohr theory, an important theory of atomic physics developed by Niels Bohr. The work outlines the basic principles of Bohr's theory, highlighting its failures, such as the limitation to single-electron atoms, the lack of explanation for complex spectral lines and the structure of internal electron shells. Also discussed is the development of quantum mechanics, the Schrödinger model of the atom, and quantum electrodynamics, which have overcome these problems and expanded the understanding of atomic structure.

**Key words:** Bohr's theory, atomic physics, failure, success, Bohr's postulates, quantum mechanics, Schrödinger's atomic model, quantum electrodynamics, spectral lines, electrons, energy levels.

**BOR NAZARIYASINI MUVOFIQLIGI VA MUVOFIQLIGI**



## 2-TOM, 5-SON

**Annotaciya:** Ushbu maqola Niels Bor tomonidan ishlab chiqilgan atom fizikasining muhim nazariyasi bo'lgan Bor nazariyasining muvaffaqiyatsizligi va muvaffaqiyatini ko'rib chiqadi. Ishda Bor nazariyasining asosiy tamoyillari yoritilgan, uning muvaffaqiyatsizliklari, masalan, bir elektronli atomlar bilan chegaralanganligi, murakkab spektral chiziqlar va ichki elektron qobiqlarning tuzilishi uchun tushuntirish yo'qligi ko'rsatilgan. Shuningdek, ushbu muammolarni yengib chiqqan va atom tuzilishi haqidagi tushunchani kengaytirgan kvant mexanikasi, atomning Shredinger modeli va kvant elektrodinamikasining rivojlanishi muhokama qilinadi.

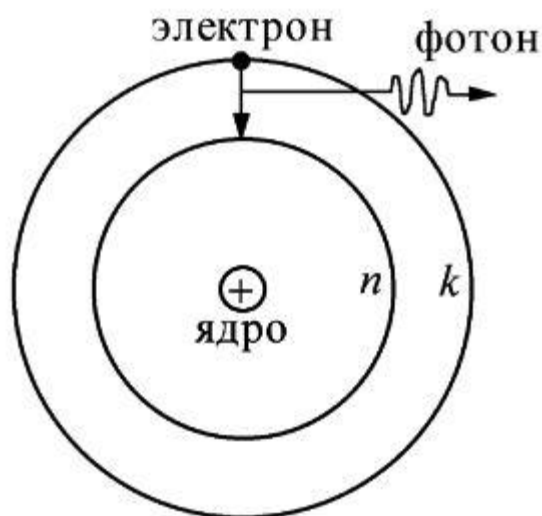
**Kalit so'zlar:** Bor nazariyasi, atom fizikasi, muvaffaqiyatsizlik, muvaffaqiyat, Bor postulatlari, kvant mexanikasi, Shredinger atom modeli, kvant elektrodinamika, spektral chiziqlar, elektronlar, energiya darajalari.

Теория Бора, разработанная датским физиком Нильсом Бором в начале XX века, имеет важное значение в области атомной физики. Она представила значительный вклад в понимание строения атомов и спектральных линий. Однако, хотя теория Бора оказалась успешной во многих аспектах, она также имела свои ограничения и провалы. В данном реферате мы рассмотрим какие проблемы возникли в теории Бора и как они были преодолены.

Теория Бора основана на постулатах, которые описывают поведение электронов в атоме. Одним из ключевых постулатов является постулат о квантовании энергии, согласно которому энергия электрона в атоме является квантованной и может принимать только определенные дискретные значения. Другим важным постулатом является постулат о циркулярных орбитах электрона, который утверждает, что электроны движутся по круговым орбитам вокруг ядра атома. Постулат о излучении и поглощении энергии объясняет эмиссию и поглощение света атомами.



## 2-TOM, 5-SON



*Излучение или поглощение кванта излучения происходит при переходе атома из одного стационарного состояния в другое*

Однако, несмотря на успешное объяснение некоторых явлений, теория Бора имела свои ограничения. Одно из них состояло в том, что теория Бора применима только к одноэлектронным атомам, то есть атомам с одним электроном. Она не могла объяснить строение атомов с несколькими электронами и взаимодействия между электронами в многоэлектронных атомах. Кроме того, теория Бора предсказывала спектральные линии только для водорода, не учитывая сложные линейные спектры других элементов. Она также не давала понимания о структуре внутренних электронных оболочек атомов.

В дальнейшем развитии атомной физики были разработаны новые теории и модели, которые преодолели эти ограничения и позволили более полно и точно описывать атомы и спектральные свойства различных элементов. В данном реферате мы рассмотрим развитие квантовой механики, модели атома Шрёдингера и квантовой электродинамики, которые расширили наше понимание атомной структуры и спектральной физики.

1. Формула Бора для энергии уровней электрона в атоме водорода:

$$E = -13,6 * \left( \frac{Z^2}{n^2} \right) \text{эВ}$$

где  $E$  - энергия уровня,  $Z$  - заряд ядра (для водорода  $Z = 1$ ),  $n$  - главное квантовое число.

Эта формула позволяет вычислить энергию различных уровней электрона в атоме водорода на основе их главного квантового числа.

2. Уравнение Шрёдингера:



## 2-TOM, 5-SON

$$H * \Psi = E * \Psi$$

где  $H$  - оператор Гамильтона,  $\Psi$  - волновая функция,  $E$  - энергия системы. Уравнение Шрёдингера описывает эволюцию волновой функции системы (например, электрона в атоме) и позволяет определить ее энергетические уровни.

3. Формула фотоэффекта:

$$E = h * f - \Phi$$

где  $E$  - кинетическая энергия вылетевшего электрона,  $h$  - постоянная Планка,  $f$  - частота падающего света,  $\Phi$  - работа выхода (минимальная энергия, необходимая для выхода электрона).

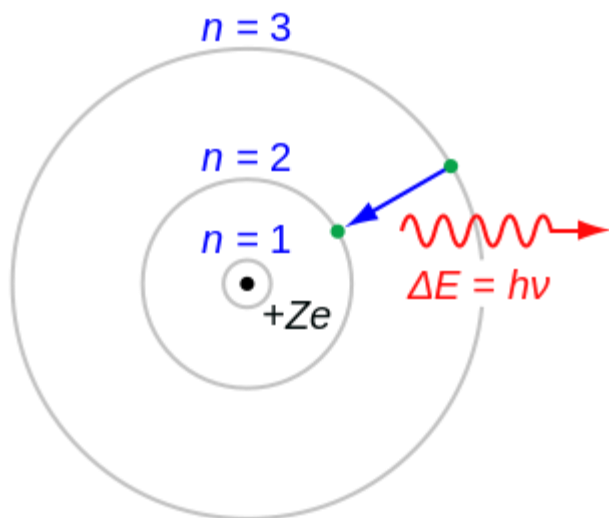
Формула фотоэффекта описывает явление выбивания электронов из металла при падении света на него.

4. Уравнение Шрёдингера для стационарных состояний:

$$\Psi(r, t) = \Psi(r) * e^{-\frac{iEt}{\hbar}}$$

где  $\Psi(r, t)$  - временная волновая функция,  $\Psi(r)$  - стационарная волновая функция,  $E$  - энергия системы,  $t$  - время,  $\hbar$  - приведенная постоянная Планка.

Уравнение Шрёдингера для стационарных состояний позволяет выразить временную и стационарную волновые функции связанных состояний системы.



Боровская модель водородоподобного атома ( $Z$  — заряд ядра), где отрицательно заряженный электрон заключен в атомной оболочке, окружающей малое, положительно заряженное атомное ядро. Переход электрона с орбиты на орбиту сопровождается излучением или поглощением кванта электромагнитной энергии ( $h\nu$ ).

Основные принципы теории Бора включают следующие постулаты и модель атома:





## 2-TOM, 5-SON

1. *Постулат о квантовании энергии:* Согласно этому постулату, энергия электрона в атоме является квантованной и может принимать только определенные дискретные значения. Бор предположил, что энергетические уровни электрона в атоме являются стационарными и что электрон может переходить с одного уровня на другой, поглощая или испуская энергию в виде квантов света.

2. *Постулат о циркулярных орбитах электрона:* Бор предложил, что электроны движутся по круговым орбитам вокруг ядра атома. Каждая орбита соответствует определенному энергетическому уровню электрона, и радиус орбиты определяется балансом силы электростатического притяжения между электроном и ядром и центробежной силой, действующей на электрон при его движении.

3. *Постулат о излучении и поглощении энергии:* Согласно этому постулату, при переходе электрона с одной орбиты на другую происходит излучение или поглощение энергии в виде квантов света (фотонов). Энергия фотонов связана с разностью энергий между начальной и конечной орбитами электрона.

Модель атома Бора, основанная на этих постулатах, представляет собой упрощенное представление об атоме, в котором электроны движутся по дискретным круговым орбитам вокруг ядра, и переходы между орбитами сопровождаются излучением или поглощением энергии. Модель Бора успешно объясняет наблюдаемые спектральные линии водорода и является важным шагом в развитии атомной физики.

### Провалы теории Бора:

1. *Ограничение на одноэлектронные атомы:* Теория Бора была разработана для объяснения спектральных свойств одноэлектронных атомов, таких как атом водорода. Однако эта модель не учитывала взаимодействия между электронами в многоэлектронных атомах и не могла предсказать их спектры. В реальности атомы содержат множество электронов, и их взаимодействие существенно влияет на энергетическую структуру и спектральные свойства.

2. *Отсутствие объяснения для спектральных линий с большим количеством линий:* Теория Бора успешно объясняла спектральные линии водорода, которые представляют собой излучение или поглощение фотонов при переходе электрона между энергетическими уровнями. Однако спектры других элементов, таких как гелий или железо, содержат значительно больше спектральных линий, которые не могли быть объяснены в рамках теории Бора. Это ограничение указывает на необходимость более сложных моделей, которые учитывают взаимодействия между электронами и другими факторами.



## 2-ТОМ, 5-СОН

3. *Отсутствие объяснения для структуры внутренних электронных оболочек:* Теория Бора не предоставляла объяснений о том, как формируются электронные оболочки с различными энергетическими уровнями внутри атома. Она не объясняла, почему определенное количество электронов может находиться на каждом энергетическом уровне и как определяется порядок заполнения оболочек. Для полного понимания атомной структуры требуется модель, которая учитывает квантовые свойства электронов и их взаимодействия внутри атома.

Эти провалы теории Бора стали стимулом для развития более сложных моделей атома, таких как модель атома Шрёдингера и квантовая электродинамика, которые позволили более полно и точно описывать атомную структуру и спектральные свойства различных элементов.

Успехи и развитие теории Бора включают:

1. *Разработка квантовой механики:* Теория Бора заложила основы для развития квантовой механики, которая стала более общей и всесторонней теорией, объясняющей поведение частиц на микроуровне. Квантовая механика, разработанная в 1920-х годах, расширила понимание атомной структуры и спектроскопии. Она позволила объяснить поведение многоэлектронных атомов и сложные спектральные линии, которые не могли быть объяснены только моделью Бора.

2. *Модель атома Шрёдингера:* В 1926 году Эрвин Шрёдингер предложил волновое уравнение, известное как уравнение Шрёдингера, которое описывает движение электронов в атоме в терминах волновых функций. Модель Шрёдингера дала более точное математическое описание атомных орбиталей (областей с наиболее вероятной обнаружимостью электрона) и энергетических уровней. Она позволила более полное понимание поведения электронов в атомах и предсказание их спектральных свойств.

3. *Развитие квантовой электродинамики:* В 1940-х годах развилась квантовая электродинамика (КЭД), которая объединила квантовую механику и теорию электромагнетизма. КЭД позволила объяснить мелкую структуру спектральных линий, возникающую из-за взаимодействия электронов с электромагнитным полем. Она учтена взаимодействие электронов с квантовым электромагнитным излучением, что привело к более точным предсказаниям спектров различных элементов и спектроскопических явлений.

Эти разработки и развитие квантовой механики и квантовой электродинамики существенно расширили наше понимание атомной физики и спектроскопии,



2-TOM, 5-SON

превратив их в сильные и универсальные инструменты для изучения структуры атомов и взаимодействия частиц на микроуровне.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. A.S.Kalilaev, I.A.Atashov. International Journal of Education, Social Science & Humanities. Finland Academic Research Science Publishers. ISSN: 2945-4492 (online) | (SJIF) = 8.09 Impact factor. 2024 Published: |22-04-2024| "BA-137 M IZOTOPINING YARIM YEMIRILISH DAVRINI ANIQLASH" LABORATORIYA ISHIDA RADIOAKTIV YEMIRILISHGA OID PARAMETLARNI O'RGANISH. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10990086>

2. Atashov I.A, A.A.Abdreyimov «MODERN SCIENCE AND RESEARCH» VOLUME 3 / ISSUE 4 / UIF:8.2 / MODERNSCIENCE.UZ FIZIK FORMULA QANDAY ISHLAB CHIQLADI <https://doi.org/10.5281/zenodo.11044804>

3. I.A.Atashov, J.R.Xojamuratova «MODERN SCIENCE AND RESEARCH» VOLUME 3 / ISSUE 4 / UIF:8.2 / MODERNSCIENCE.UZ. FIZIKADAN MÁSELELER TÚRLERİ HÁM OLARDI SHESHİW USILLARI. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11004477>

4. I.A.Atashov, J.R.Xojamuratova FIZIKADAN MÁSELELER TÚRLERİ HÁM OLARDI SHESHİW USILLARI «MODERN SCIENCE AND RESEARCH» <https://doi.org/10.5281/zenodo.11004477>

5. Kalilaev, A. S., & Atashov, I. A. (2024). USE OF MICROSOFT EXCEL IN PHYSICS LABORATORY EXERCISES. MODERN SCIENCE AND RESEARCH, 3(3), 27–32. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10812576>

6. "Quantum Mechanics and Path Integrals" by Richard P. Feynman and Albert R. Hibbs - Эта книга представляет введение в квантовую механику, используя понятие путевого интеграла. Фейнман является одним из ведущих физиков, который внес значительный вклад в развитие квантовой электродинамики.

7. "Principles of Quantum Mechanics" by R. Shankar - В этой книге представлены основные принципы квантовой механики, включая математические инструменты и примеры применения. Она представляет собой важный ресурс для понимания квантовой физики.

8. "Modern Quantum Mechanics" by J. J. Sakurai and Jim Napolitano - Эта книга представляет более современный взгляд на квантовую механику, включая общие принципы, основы формализма и приложения в различных областях физики.

9. "Quantum Mechanics: Concepts and Applications" by Nouredine Zettili - В этой книге представлены основные концепции и приложения квантовой механики, включая гармонический осциллятор, атом водорода и многоэлектронные атомы.

10. "Quantum Field Theory and the Standard Model" by Matthew D. Schwartz - Эта книга представляет связь между квантовой механикой и квантовой электродинамикой (КЭД), описывая основные принципы и инструменты квантового поля и стандартной модели элементарных частиц.

