

УДК 378.853

МЕТОДИКА ИЗЛОЖЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ НА ЛЕКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ ПО КУРСУ ФИЗИКИ

¹Абекова Ж.А., ¹Оралбаев А.Б., ²Абдулаева Ж.А., ²Баубекова М.К.

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

²Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, Шымкент

В конце девятнадцатого века, до начала развития квантовой теории при теоретическом объяснении многих вопросов физики, в особенности проблемы стабильности атома, явлений фотоэффекта ученые сталкивались со многими трудностями. Решение этих вопросов полностью объясняет формула Планка, так как именно с этих формул Планка берет начало развитие новой теории – квантовой механики. В этой статье показана методика изложения некоторых принципиальных вопросов физики в курсе программы высшей школы.

Ключевые слова: законы теплового излучения, формула Планка, проблема стабильности атома, проблема фотоэффекта, проблема излучения абсолютно черного тела, закон смещения Вина, формула Эйнштейна, закон Рэлея – Джинса

METHODS PRESENTATION OF THEORETICAL QUESTIONS TO THE LECTURE MATERIALS COURSE OF PHYSICS

¹Abekova Z.A., ¹Oralbaev A.B., ²Abdulayeva Z.A., ²Baybekova M.K.

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

²South Kazakhstan State Pedagogical Institute, Shymkent

At the end of the nineteenth century, prior to development of the quantum theory at a theoretical explanation of many questions of physics, in particular problems of stability of atom, the photoeffect phenomena scientists met many difficulties. The solution of these questions is explained completely by a formula the Planck as from these formulas the Planck originates development of the new theory – quantum mechanics. The technique of a statement of some fundamental issues of physics is shown in this article it is aware of the program of the higher school

Keywords: laws of thermal radiation, a formula the Planck, a problem of stability of atom, a photoeffect problem, a problem of radiation of absolutely black body, the law of removal of Win, Einstein's formula, Rayleigh-Jean's law

Известно, что в конце девятнадцатого, начале двадцатого века физики при теоретическом обсуждении многих вопросов теории излучения абсолютно черного тела, проблем исследования явления фотоэффекта, проблемы стабильности структуры атома, законов теплового излучения сталкивались со многими трудностями. Во-первых в тот период не была развита квантовая теория, а старая классическая теория не годилась для объяснения многих явлений происходящих в структуре атома, ядра, поэтому возникли большие сложности теоретических вопросов вышеназванных явлений. В развитии физики естественно огромную роль играют эксперимент и теория. Экспериментальные исследования в тот период были получены, но классическая теория не соответствовала этим экспериментальным данным. Традиционно лекционный курс физики читался последовательно с соблюдением некоторой хронологии ее развития. Однако лекторы испытывают большие трудности, будучи поставленные во временные рамки при выборе и отборе учебного материала. На наш взгляд при чтении лекции не обязательно следовать хронологии развития современных концепции, важно опреде-

лить основные трудности и недостатки теории. В этой связи сам ход развития физики представляет собой сплошные проблемные ситуации и изложение того, как они разрешались тем или иным путем. Само по себе представляет собой продукт размышления того или иного ученого. Порой можно удивляться, как просты и изящны идеи, воплощенные в строгих физических теориях. Будь наши студенты современниками тех ученых, могли бы они опираться на них, тем самым можно было бы активизировать студентов для творческой работы.

Излагая учебный материал, нужно воспользоваться теми проблемными ситуациями, с которыми сталкивались физики. В этой связи такая драма идей в познании природы послужит мощным стимулом к проявлению интереса к теме лекции.

Рассмотрим некоторые важнейшие вопросы, занимавших физиков начала двадцатого века:

1. Проблема излучения абсолютно черного тела.

2. Проблема фотоэффекта.

3. Проблема стабильности атома.

Именно в этих проблемах отчетливо проявились противоречия классической

физики. Следует отметить, что все эти проблемы являются различными аспектами проявления фундаментальной «постоянной Планка». В чисто классической теории такая константа не существует. В классических описаниях явлений играют важную роль скорость света $c=3.00 \cdot 10^8$ м/с, число Авогадро $N_A=6.2 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹, масса протона $m_p=1.67 \cdot 10^{-27}$ кг, элементарный заряд $e=1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл, отношение заряда электрона к его массе

$$\frac{e}{m} = 1.76 \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}.$$

Здесь число Авогадро играет роль связующего между микрофизикой и макрофизикой. (Из всех известных в то же время этих констант нельзя получить постоянную Планка как бы вы не комбинировали эти величины).

После изложения экспериментальных фактов, законов теплового излучения абсолютно черного тела, необходимо перейти непосредственно к проблеме излучения. Суть ее в описании закона смещения Вина:

$$\lambda_{\max} T = b = 0.2898 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot \text{К}$$

где b – постоянная, не зависящая ни от формы полости, ни от материала стенки, излучающих энергию.

Перепишем этот закон в виде:

$$\frac{\lambda_{\max}}{c} kT = \frac{K}{c} b.$$

мы получили бы в левой части соотношения размерность (энергия) · (время) действие. Возникает вопрос, можем ли мы скомбинировать из известных нам констант m, e, N_A, c постоянную, имеющую размерность действия. Конечно нет, ведь физическая ситуация совершенно ясна: излучение в полости находится в тепловом равновесии со стенками. А испущенное из полости излучение, однако не зависит ни от формы, ни от материала стенки. Так что здесь ни при чем такие константы, как m, e, N_A, c . Более того выражения, полученные в рамках классической теории (Рэлея – Джинса) давали абсурдный результат и приводили к так называемой «Ультра Фиолетовой – катастрофе». Для правильного описания закона смещения Вина Планку пришлось отказаться от классических представлений и сделать следующее смелое предположение: осциллятор, излучающий свободные колебания с частотой ω , может излучать и получать энергию порциями $E=hf = \hbar\omega$, где h – новая фундаментальная постоянная впоследствии названная в честь Планка его именем. [1-2].

Формула Планка имеет большое значение не только для теории теплового излучения, но и для всей теоретической физики. Именно с этой идеи Планка начала свое развитие квантовая теория. Планк впервые теоретически объяснил кривые зависимостей плотности энергии электромагнитного излучения от длины волны, которую никак не могли объяснить крупные ученые конца девятнадцатого века.

$$f(\omega, T) = \frac{\hbar\omega^3}{4\pi^2 c^2} \frac{1}{\exp\left(\frac{\hbar\omega}{kT}\right) - 1};$$

$$u(\omega, T) = \frac{1}{2} \frac{1}{\exp\left(\frac{\hbar\omega}{kT}\right) + 1};$$

$$\varepsilon = \hbar\omega.$$

Вторая проблема оказалась в фотоэффекте. Сам по себе фотоэффект не удивителен: как свет электромагнитные волны могли возбудить некоторые электроны металла и они могли бы покинуть его поверхность. С классических представлений можно было бы ожидать зависимость кинетической энергии выброшенных электронов из поверхности от интенсивности падающего света.

Однако проблема возникла в том, что кинетическая энергия вылетевших с поверхности металла электронов не зависела от интенсивности падающего света и зависела только от его частоты. Увеличение интенсивности света приводило к увеличению числа вылетевших электронов за секунду и никак не влияло на их энергию [3-4].

Эта проблема была разрешена Эйнштейном: электроны могли поглотить порцию энергии $\hbar\omega$ излучения (падающего света) полностью. Таким образом, электрон, поглотив эту порцию энергии полностью приобретает энергию $E = \hbar\omega = hf$. Тогда приобретенная кинетическая энергия вылетевших электронов будет равна:

$$\frac{mv^2}{2} = hf - A,$$

где A – работа выхода электронов из металла.

Это уравнение Эйнштейна для фотоэффекта полностью объясняет законы фотоэффекта: кинетическая энергия вылетевших электронов линейно растет с частотой света и не зависит от интенсивности света.

Увеличение числа испущенных электронов за секунду пропорционально числу падающих световых квантов, то есть интен-

сивность света третья ситуация – проблема стабильности атома. Как известно, после знаменитых опытов Резерфорда с учениками по рассеиванию атомами α -частиц была предложена планетарная модель строения атома.

В предложенной Н. Бором теории атома водорода эта классическая модель сохранилась. Однако принятие этой мысли приводило к противоречиям: электрон, вращаясь по круговой орбите, обладая ускорением как и всякая ускоренно движущаяся частица должен излучать непрерывно энергию, тем самым постепенно приближаясь к ядру и упасть на него. Тем самым возникла проблема стабильности атомов. Ведь почти все атомы таблицы Менделеева за исключением некоторых стабильны. Чтобы сохранить стабильность атомов Бору пришлось выдвинуть свой первый постулат: электроны вращаются только по определенным так называемым «стационарным» орбитам и находясь на них они не излучают энергию. Момент импульса электрона при этом дискретный. Чтобы как то пояснить излучение атомов, то есть возникновение спектров, он выдвигает второй постулат: атом только при переходе с одной стационарной орбиты на другую излучает или поглощает энергию порциями:

$$\hbar\omega = E_2 - E_1,$$

Эти два постулата и составляют основу теории Бора, она сохраняет классическую модель строения атома, его стабильность и поясняет спектральные закономерности атома водорода.

Теория Бора позволила дать правильную оценку размера атома водорода и энергии связи. Однако, эту планетарную теорию нельзя считать серьезной. Она просто неверна. Тот факт, что она позволила довольно точно оценить размеры атомов, энергию связи и количественно объяснить спектры водорода является случайностью. Эта планетарная модель одновременно использовала и классическую теорию, и квантовую теорию, это его квантовые постулаты [2-3].

Но тем не менее это был первый шаг на пути к созданию квантовой теории, а первый шаг сделать всегда тяжело. Сам Бор никогда не обманывался и рассматривал свою теорию промежуточным этапом на пути к более верной теории. И такая теория уже имеется, это квантовая физика. Огромными усилиями физиков –теоретиков созданы две эквивалентные теории квантовой механики: матричная механика – В. Гейзенберга и волновая механика – Э. Шредингера [1-2].

Таким образом, излагая материал по указанным проблемам и как они разрешались можно будет переходить к следующим проблемам корпускулярно – волнового дуализма, необычных свойств микрочастиц, соотношению неопределенностей Гейзенберга и подготовить студентов к восприятию квантовой теории.

Список литературы

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. – М.: Физматлит, 2012. – 102 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. – М.: Физматлит, 2004. – 125 с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. Том 3. – М.: Наука, 2005. – 17-31 с.
4. Матвеев А.Н. Атомная физика. – М.: Высшая школа, – 1989. – 55 с.