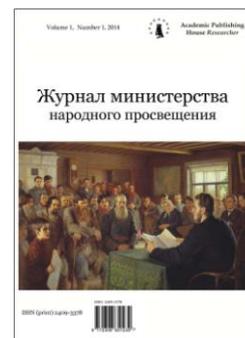


Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
Zhurnal ministerstva narodnogo prosveshcheniya
Has been issued since 1834.
ISSN: 2409-3378
Vol. 3, Is. 1, pp. 41-48, 2015

DOI: 10.13187/Zhmnpp.2015.3.41
www.ejournal18.com



UDC 530.145 (07)

Studying the Experience of Rutherford Methods of Cooperative Learning in the Course of Senior School

Sergii I. Tereshchuk

Uman State Pedagogical University named after Pavlo Tychyna, Ukraine
Ph.D. (Pedagogical), Associate Professor
20300, Lenin's Iskra st., 21-D, ap. 65, Uman
E-mail: s.i.tereschuk@gmail.com

Abstract

The paper considers the methodological features of teaching of information on atom structure (Rutherford experiment) by implementing of interactive methods of cooperative learning. We show how these methods can be successfully applied to Physics lessons in high school. The author's method of combining the aforementioned methods for forming of scientific concepts of the atomic structure theory was provided.

Keywords: science methodology; interactive methods of teaching; research Rutherford, high school.

Введение

Важной составляющей методики обучения квантовой физики, в частности изучение строения атома, является освещение исторических фактов и соответствующих результатов опытов, приведших к построению современной теории атома. Какие преимущества такого обучения?

Изучение фундаментальных физических экспериментов и опытов, на основе которых было открыто сложное строение атома, позволяет ознакомить учащихся с научными фактами, которые образуют эмпирический базис теории строения вещества.

Вместе с тем, изучение фундаментальных опытов и осуществлённых на их основе открытий строения вещества, создаёт условия, при которых учащиеся смогут взглянуть на результаты экспериментов глазами их первооткрывателей, проследить за ходом рассуждений, постичь логику и научные подходы к познанию природы. Понятно, что полученные в результате такой учебной деятельности сведения о фундаментальных опытах, эмпирические понятия и законы, должны быть поданы в адекватной учебному процессу форме и по логике и последовательности изложения соответствовать структуре теории строения вещества, согласно действующей программы.

Материалы и методы

Данное исследование базируется на научных трудах, посвящённых вопросам преподавания теории строения атома в курсе физики старшей школы. Также материалами данного исследования являются технологии развития критического мышления, основанные на интерактивных методах кооперативного обучения.

Обсуждение

Какие возникают препятствия, при применении указанного подхода к изучению сведений о строении атома?

Во-первых, методическая особенность их преподавания заключается в том, что из-за сложности экспериментального оборудования опыты с атомной физики не всегда могут быть воспроизведены в условиях школьной лаборатории. Во-вторых, ознакомление учащихся с историческими и научными фактами, результатами экспериментов, новыми (для учащихся) научными открытиями учёных-физиков, организованное только как чтение соответствующих фрагментов текста, нивелирует эвристическую составляющую идей, положенных в основу этих открытий. Использование активных методов обучения (в классическом, традиционном понимании [1]), например, таких как эвристическая беседа, рассказ, объяснение и т.д., также не будет вполне эффективным. Последнее утверждение базируется на результатах наблюдений за учебным процессом, беседах с учителями и учениками [2]. Эти исследования показали, что:

- обсуждение учениками идей и фактов, о которых они узнали из рассказа учителя или после прочитанного фрагмента текста по заранее подготовленным вопросам, заметно активизирует их учебную деятельность, однако они остаются на уровне восприятия и усвоения информации, которую им подают, в тоже время остаются без внимания аспекты активизации мышления высокого уровня (сравнительный анализ, обобщение, критическое отношение к услышанному и прочитанному и т.д.);

- даже если учитель методически грамотно организует демонстрацию компьютерной модели исследовательской установки, привлекает учеников к активному обсуждению новых фактов и понятий, мотивация этой познавательной деятельности остаётся низкой;

- методы обучения, призванные повысить учебную активность учащихся, все же направлены на усвоение знаний. Без внимания учителя остаются важные ключевые компетенции – учебная (умение учиться) и социальная (способность жить в социуме, учитывая интересы и потребности различных групп, умение сотрудничать с различными партнёрами и т.д.).

Относительно социальной компетенции необходимо подчеркнуть следующее. В последнее время, когда развитие информационных и интернет-технологий все больше преобладают в социальной среде, а умение сотрудничать все чаще признается как жизненно необходимый навык для продуктивной работы по определённой специальности, становится очевидным тот факт, что не так важно обладать знаниями, как умением их использовать для личностного роста и развития, сохранения своего здоровья, развития карьеры и т.д. в демократическом обществе.

Как совместить процесс формирования компетенции сотрудничества и ознакомление с эмпирической базой современной теории атома? Несмотря на обилие вариантов решения данной проблемы, нами было сделано предположение, что это возможно благодаря кооперативному обучению. Как показали дальнейшие исследования, данное предположение в целом оказалось верным. Именно методы кооперативного обучения позволяют ученикам овладевать навыками межличностного общения. Это возможно, когда ученики работают в малых группах, а учитель направляет этот процесс, опираясь на интерактивные методы кооперативного обучения. В то же время это позволяет преодолеть указанные выше трудности: повысить мотивацию обучения и способствовать воспитанию учащихся через коллектив; повысить самооценку учеников путём общения в малых группах с людьми противоположного пола и из разных социальных групп, различной учебной успеваемости и т.д.; привлечение учащихся к мышлению высокого (творческого) уровня, отвечающего за обработку информации и идей, научных фактов, когда нужно предложить собственную интерпретацию рассматриваемых вопросов, критически осмыслить предложения партнёров по группе и прийти к общему мнению, чтобы решить учебную проблему.

Ниже изложен сценарий урока по применению методов кооперативного обучения на примере изучения сведений об опыте Резерфорда. Приведённые ниже диалоги учителя и учеников – возможный вариант развития событий на уроке, однако учителю не следует забывать основной мысли, которая должна постоянно звучать в течение всего урока и отражать его дидактическую цель. Диалоги могут быть не точно такими, как описаны ниже,

но направленность на ключевые моменты и выводы должны оставаться неизменными. Это достигается путём отбора учителем тех ответов и предложений учащихся, опираясь на которые, можно придерживаться главной цели урока.

1. Актуализация. Урок начинают со структурированного обзора – короткого вступительного рассказа учителя, призванного направить мысли учеников в нужном направлении для актуализации их знаний о строении атома.

Учитель. Электризация тел, электрический ток в металлах и полупроводниках, в вакууме, в газах и электролитах – все эти электрические явления убедительно свидетельствуют о существовании электрически заряженных частиц, входящих в состав атомов. В 1897 был экспериментально открыт электрон – частица с элементарным электрическим зарядом, которая является составной частью атома. Исследование оптических спектров химических элементов убедили учёных в том, что атомам каждого химического элемента свойственно собственное излучение. Это свидетельствовало о том, что атомы каждого вида имеют свою внутреннюю структуру.

Таким образом, в состав атома входят положительно и отрицательно заряженные частицы. В целом атом нейтрален. Масса электронов в несколько тысяч раз меньше массы атомов. В течение минуты подумайте, каким может быть строение атома? Затем повернитесь к своему партнёру – ученику, который сидит за одной партой с вами, - и обменяйтесь своими ответами.

Через минуту учитель приглашает к ответу учеников из трёх пар.

Пара 1. Мы думаем, что поскольку атом нейтрален, то количество положительно и отрицательно заряженных частиц должна быть одинаковой.

Учитель. Действительно, в нейтральном атоме количество электронов и протонов одинаково. Например, атом водорода - это положительно заряженный шар радиусом около 10^{-10} м в котором находится электрон. В более сложных атомах есть несколько электронов, поэтому количество положительно заряженных частиц (протонов) тоже больше. Итак, можем утверждать, что в нейтральном атоме количество негативно и положительно заряженных частиц должна быть одинаковой. Хорошо, а что можно сказать о распределении массы между этими частицами? Как распределена масса в атоме? На что больше приходится масса – на положительно заряженную или отрицательную часть атома? Иначе говоря, каким знаком заряжена основная масса в атоме – положительным или отрицательным знаком?

В течение минуты подумайте, а затем повернитесь к своему партнёру – ученику, который сидит рядом с вами, - и поделитесь своими ответами.

Пара 2. Поскольку масса электрона в несколько тысяч раз меньше массы атома, то в нейтральном атоме основная его масса должна приходиться на положительно заряженную часть.

Учитель. Вполне логично. Если основная масса атома заряжена положительно, значит следует выяснить, как распределён положительный заряд по объёму атома. Если удастся это объяснить, то в конечном итоге будет понятным его строение.

Ключевой момент. Учёным необходимо было исследовать распределение массы в атоме. Эту задачу можно было решить только одним способом – выяснить, как распределён положительный заряд в объёме атома. В то же время, атомные спектры – важные экспериментальные факты, которые называют ключом к познанию строения атома [3, с. 46]. Учителю следует учесть, что анализ этих фактов скорее приводит к пониманию законов движения составных частей атома, чем понимание его строения и структуры [4, с. 30]. Так, в соответствии с классическими представлениями атом мог бы излучать монохроматическую волну, что позволяет наблюдать спектральную линию. Тогда необходимо предположить, что электрон в атоме гармонично колеблется под действием квазиупругой силы $F = -kx$, где x – отклонение электрона от положения равновесия. Именно исходя из таких соображений была разработана модель атома Томсонов: первую модель атома предложил В. Томсон (Кельвин), но в дальнейшем довольно подробно развил её Дж.-Дж. Томсон, предположив уровневое расположение электронов (впоследствии эту идею использовал Н. Бор).

Учитель. В начале XX в. было известно несколько моделей атома, которые по-разному рассматривали распределение положительного заряда в объёме атома. Английский физик Дж.-Дж. Томсон в 1903 году предложил модель атома, по которой атом представляли как

равномерно заряженную положительным электричеством сферу, внутри которой «вкраплены» электроны (кекс с изюмом).

Итак, на данном этапе развития теории строения атома появились следующие вопросы: какова структура атома? какие частицы входят в его состав, как они размещены в атоме? какова природа сил, удерживающих эти частицы внутри атома? как распределена масса в атоме и действительно ли основная его масса заряжена положительно? Повернитесь к ученику сидящему рядом с вами. Вспомните три четыре известные вам факты, которые вы знаете о строении атома, - то, в чем вы более-менее уверены. Не ограничивайте себя только теми, которые мы только что вспомнили. Обговорите эти факты и выберите те, которые вам кажутся наиболее убедительными.

Учитель чертит таблицу «Что знаем? - Что хотим узнать — Что узнали?» на доске:

Что знаем?	Что хотим узнать?	Что узнали?
------------	-------------------	-------------

Далее учитель просит пары учеников назвать любые факты, которые они выбрали, - из того, что им известно о строении атома (модели атома), и записывает их в таблицу в графе «Что знаем?».

Что знаем?	Что хотим узнать?	Что узнали?
------------	-------------------	-------------

Атом в целом нейтрален.
 Масса всех электронов в 1000 раз меньше массы атома.
 Модель атома Томсона: размер атома 10^{-10} м, положительно заряженная сфера, в которой вкраплены электроны; когда атом возбуждён, электроны колеблются, если же находятся в невозбужденном состоянии - не двигаются.

Во время беседы, учитель спрашивает учеников о том, в чем они не уверены, и помогает им превратить их сомнения в вопрос, записывая их в таблицу в графу «О чем хотим узнать?». Ученики вместе с учителем заполняют таблицу:

Что знаем?	Что хотим узнать?	Что узнали?
------------	-------------------	-------------

<p>Атом в целом нейтрален. Масса всех электронов в 1000 раз меньше массы атома. Модель атома Томсона: размер атома 10^{-10} м, положительно заряженная сфера, в котором вкраплены электроны; когда атом возбуждён, электроны колеблются, если же находятся в невозбужденном состоянии - не двигаются.</p>	<p>Действительно ли вся масса атома положительно заряженная? Как структурно расположена положительно заряженная масса атома? Почему атом нейтрален и устойчив? Почему атом излучает и поглощает энергию, химически взаимодействует с другими атомами, а его свойства периодически повторяются?</p>	
--	--	--

Для ответа на все вопросы, которые занесены в таблицу, приступают к изучению опыта Резерфорда.

2. Построение знаний.

Изучение нового учебного материала – это та часть урока, когда ученики «проводят исследования» и конструируют новые знания о строении атома. На данном этапе урока использовали несколько методов и один из них – «Чтение с маркировкой текста». Суть метода заключается в том, что ученики читали текст и искали в нем определённые факты. У них было указание обозначить специальными символами (отметками) те места в тексте, где речь шла о том, что они искали.

Перед тем как применять метод чтения с маркировкой текста, ученикам демонстрировали компьютерную модель опыта Резерфорда и объясняли принципиальное устройство экспериментальной установки. Для того, чтобы обработать результаты этих опытов применяли указанный выше метод.

Учитель. Все вы имеете экземпляры текста из статьи Э. Резерфорда «Рассеяние α - и β -частиц веществом и строение атома» [4, с. 160-163].

Каждый раз, когда вам встретится отрывок, в котором говорится о результатах опыта Резерфорда, на полях ставите отметку +. Когда вам встретится отрывок, в котором описывается модель атома Томсона, на полях ставьте отметку Т. Каждый раз, когда вам встретится отрывок в котором описаны взаимодействия заряженных частиц, которые происходят по закону Кулона, на полях ставьте отметку К. Наконец, когда вы встретите сведения об углах, на которые отклонялись α -частицы, на полях ставьте отметку α .

Ниже приведён отрывок из текста, который предоставлялся ученикам для работы.

Из статьи Э. Резерфорда «Рассеяние α - и β - частиц веществом и строение атома» [5, с. 160]

Обычно предполагалось, что рассеяние пучка α - или β -лучей при прохождении через тонкую пластинку вещества есть результат наложения многочисленных малых рассеяний при прохождении атомов вещества. Однако наблюдения, проведённые Гейгером и Марсденом по рассеянию α -лучей, показали, что некоторое количество α -частиц при однократном столкновении испытывает отклонение на угол, больший 90° . Они обнаружили, например, что небольшая часть падающих α -частиц, примерно 1 из 20000, поворачивается в среднем на 90° при прохождении сквозь слой золотой фольги толщиной 0,00004 см, что эквивалентно тормозной способности α -частицы в 1,6 мм воздуха. Гейгер позднее показал, что наиболее вероятный угол отклонения пучка α -частиц, проходящих сквозь золотую фольгу указанной толщины, составляет около $0,87^\circ$. Простой расчёт, основанный на теории вероятности показывает, что вероятность отклонения α -частицы на 90° исчезающе мала. К тому же, как будет видно из дальнейшего, угловое распределение α -частиц при больших отклонениях не подчиняется вероятностному закону, если считать, что такие большие отклонения есть результат большого числа малых отклонений. По-видимому, разумнее предположить, что отклонения на большой угол обусловлены однократным атомным столкновением, так как вероятность такого же повторного столкновения в большинстве случаев чрезвычайно мала. Простой расчёт показывает, что в атоме должно существовать сильное электрическое поле, чтобы при однократном столкновении создавалось столь большое отклонение.

3. Закрепление изученного материала. Это часть урока, когда ученики обдумывают то, что они узнали, применяют эти идеи и переосмысливают все то, что они знали до урока, в контексте изученного. На представленном здесь уроке, повторение нового учебного материала осуществлялось в ходе завершения заполнения таблицы «Что знаем — Что хотим узнать — Что узнали» и «Решение физической задачи в парах».

Учитель. А сейчас посмотрим, о чем мы узнали из отрывка статьи Резерфорда. Сначала мне интересно услышать, смогли вы найти ответы на вопросы, которые мы занесли в таблицу. Пожалуйста, объединитесь в пары, прочитайте вопрос из колонки «Хотим узнать» и посмотрите, нашли ли вы ответы на них. Я даю вам на это две минуты.

Через две минуты учитель просит учеников начать отвечать.

Ученик 1. Действительно, основная масса атома приходится на его положительно заряженную часть.

Учитель. Тогда ответ на первый вопрос - «Да», и он записывает это в таблицу в колонку «Что узнали». Но надо ещё выяснить как расположена эта часть массы в атоме.

Ученик 2. В статье идёт речь о том, что положительный заряд, распределенный по всему объёму атома, не может создать такое интенсивное электрическое поле, которое могло бы отбросить α -частицу назад.

Учитель. Но в той части статьи, которую вы прочитали, нет этому обоснования. Возникает вопрос: может ли атом, имеющий размеры порядка 10^{-10} м, отбросить α -частицу, которая движется с огромной скоростью $1,9 \cdot 10^7$ м/с и имеет положительный заряд? Учитель записывает эти величины на доске.

Ученик 3. Я думаю, что может. Ведь кулоновская сила способна остановить α -частицу.

Ученик 4. Пожалуй ответить на этот вопрос невозможно, поскольку мы не знаем, что будет больше – энергия α -частицы или энергия поля, образованного положительно заряженным атомом.

Учитель. Для того, чтобы ответить на этот вопрос, давайте решим задачу методом «Решение задач в парах».

Далее учитель объясняет суть предлагаемого метода. Ученикам предлагают решить задачу:

Задача. Каким должен быть заряд шара q диаметром 10^{-10} м (размер атома), чтобы отбросить α -частицу назад? [6, с.319]

Учитель. В течение 2–3 мин разрешите задачу, а затем вернитесь к своему партнёру – ученику, который сидит рядом с вами, - и поделитесь своими ответами. Вам необходимо прийти к общему мнению и сделать вывод, о количестве электронов которые должны компенсировать положительный заряд q в нейтральном атоме.

При решении задачи вам необходимо учесть, что скорость α -частицы $v = 1,9 \cdot 10^7$ м/с . Также примите к сведению, что потенциальная энергия поля заряженного атома

$E = \frac{q \cdot q_\alpha}{\pi \epsilon_0 R}$ должна равняться кинетической энергии α -частицы.

Через 5-7 минут учитель спрашивает пару учеников, к какому общему мнению они пришли, решив задачу.

$$\frac{q \cdot q_\alpha}{\pi \epsilon_0 R} = \frac{m_\alpha v_\alpha^2}{2}$$

Пара 3. Применив формулу мы получили, что заряд атома, способный остановить α -частицу, равен $q \approx 5 \cdot 10^{-14}$ Кл (учитель записывает этот результат на доске, предварительно удостоверившись, что все получили такой же ответ).

Пара 4. Разделив полученный ответ на элементарный заряд электрона, получаем 320 000 элементарных зарядов. Но ведь это невозможно, поскольку нейтральный атом должен был бы содержать столько же электронов.

Учитель. Значит наши расчёты показывают, что атом имеет избыточный заряд? Как вы думаете? Иначе говоря, для того, чтобы объяснить результаты опытов Резерфорда, необходимо предположить, что положительный заряд атома, распределенный по его объёму, должен значительно превышать то значение, которое есть на самом деле. Возможен другой вариант: заряд атома значительно меньше, но объем по которому он распределён, также значительно меньше. Какой вариант предпочтительней? Обговорите эти предположения в парах на протяжении 2 минут и дайте ответ.

Пара 5. Либо мы ошиблись в расчётах, либо наши исходные предпосылки неверны. Возможно размер атома меньше?

Пара 6. Если заряд атома меньше, почему размер атома должен быть меньше?

Пара 7. Потому что сила Кулона с которой взаимодействуют α -частица и заряженная

$$F = \frac{q \cdot q_\alpha}{4 \pi \epsilon_0 R^2}$$

область атома обратно пропорциональна расстоянию: , и чем меньше радиус R заряженной области атома при неизменном заряде q , тем больше кулоновская сила отталкивания.

Учитель. Совершенно верно. Учитывая малую массу и заряд электрона, Резерфорд предположил, что α -частицы рассеиваются массивной положительно заряжено частью

атома. Это и есть ядро атома. Подсчитывая число α -частиц, рассеянных на различные углы, Резерфорд смог оценить размеры ядра – 10^{-14} - 10^{-15} м (у разных ядер диаметры различны). Теперь исчезает противоречие с большим числом электронов: уменьшение радиуса заряженного шара (ядра) в 10^4 раз означает, что заряд ядра $q_{\text{я}}$ (и число электронов в атоме ядра), согласно приведённой выше формуле, должен быть меньше во столько же раз. На этом урок завершён.

Заключение

Методы которые использованы для кооперативного обучения, были следующими: структурированный обзор; знаем — хотим узнать — узнали; чтение с маркировкой текста; решение физических задач в парах. Комбинация этих методов, как показывает наше исследование, наиболее эффективно способствует изучению сложных научных понятий теории строения атома в старшей школе.

Примечания:

1. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теорет. основы: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец. М.: Просвещение, 1981. 288 с.
2. Терещук С.І. Логіка і структура змісту методичної системи вивчення квантової фізики у старшій школі // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 33: збірник наукових праць / за ред. проф. В.Д. Сиротюка. К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. С. 170-181.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. М.: Наука, 1979, т. 3. 304 с.
4. Бугаев А.И. Изучение атомной и ядерной физики в школе. Пособие для учителей. К.: Рад. школа. 1982. 158 с.
5. Хрестоматия по физике: Учеб. пособие для учащихся / Сост.: А.С. Енохович, О.Ф. Кабардин, Ю.А. Коварский и др.; под ред. Б.И. Спасского. М.: Просвещение, 1982. 223 с.
6. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы. Ч. 2 / В.П. Орехов, А.В. Усова, С.Е. Каменецкий и др.; Под ред. В.П. Орехова, А.В. Усовой. М.: Просвещение, 1980. 351 с.

References

1. Bugaev A.I. Metodika prepodavaniya fiziki v sredney shkole: Teoret. osnovy: Ucheb. posobie dlya studentov ped. in-tov po fiz.-mat. spets. M.: Prosveshchenie, 1981. 288 s.
2. Tereshchuk S.I. Lohika i struktura zmistu metodychnoyi systemy vyvchennya kvantovoyi fizyky u starshiy shkoli // Naukovyy chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova. Seriya # 5. Pedagogichni nauky: realiyi ta perspektyvy. Vypusk 33: zbirnyk naukovykh prats' / za red. prof. V.D. Syrotyuka. K.: Vyd-vo NPU imeni M.P. Drahomanova, 2012. S. 170-181.
3. Savel'ev I.V. Kurs obshchey fiziki. M.: Nauka, 1979, t. 3. 304 s.
4. Bugaev A.I. Izuchenie atomnoy i yadernoy fiziki v shkole. Posobie dlya uchiteley. K.: Rad. shkola. 1982. 158 s.
5. Khrestomatiya po fizike: Ucheb. posobie dlya uchashchikhsya / Sost.: A.S. Enokhovich, O.F. Kabardin, Yu.A. Kovarskiy i dr.; pod red. B.I. Spasskogo. M.: Prosveshchenie, 1982. 223 s.
6. Metodika prepodavaniya fiziki v 8-10 klassakh sredney shkoly. Ch. 2 / V.P. Orekhov, A.V. Usova, S.E. Kamenetskiy i dr.; Pod red. V.P. Orekhova, A.V. Usovoy. M.: Prosveshchenie, 1980. 351 s.

УДК 530.145 (07)

Изучение опыта Резерфорда методами кооперативного обучения в курсе физики старшей школы

Сергей Иванович Терещук

Уманский государственный педагогический университет
имени Павла Тычины, Украина

Кандидат педагогических наук, доцент
20300, ул. Ленинской Искры, 21-Д, кв. 65, Умань
E-mail: s.i.tereschuk@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены методические особенности преподавания сведений о строении атома (опыт Резерфорда) путём внедрения интерактивных методов кооперативного обучения. Показано, как указанные методы можно успешно применять на уроках физики в старшей школе. Представлена авторская методика комбинирования указанных методов для формирования научных понятий по теории строения атома.

Ключевые слова: интерактивные методы обучения; кооперативное обучение; опыт Резерфорда; старшая школа.