

УДК 53:37.016

Синявина А.А., Иманкулова З.*Московский государственный областной университет***ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ФИЗИКЕ КАК ОДНО ИЗ СРЕДСТВ
ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ И ТВОРЧЕСКИХ
СПОСОБНОСТЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ**

Аннотация. В статье проанализированы некоторые психологические концепции развития интеллектуальных и творческих способностей обучающихся. Отражено их использование при изучении курса физики средней школы. Представлены примеры исследовательских заданий при изучении постоянного тока в курсе физики средней школы, направленных на формирование интеллектуальных и творческих способностей обучающихся. Приведена классификация исследовательских заданий, включающая теоретическое исследование, экспериментальное исследование, знакомство с техническими объектами. Представлены варианты выполнения заданий и методические рекомендации к ним.

Ключевые слова: интеллектуальные и творческие способности, исследовательские задания, теоретическое исследование, экспериментальное исследование, способы деятельности, планируемые результаты обучения.

A. Sinyavina, Z. Imankulova*Moscow State Regional University***RESEARCH JOBS IN PHYSICS AS ONE OF THE MEANS OF FORMATION OF
INTELLECTUAL AND CREATIVE ABILITIES OF STUDENTS
SECONDARY SCHOOL**

Abstract. The paper analyzes some of the psychological concepts of the development of intellectual and creative abilities of students and outlines their use in the study of the physics courses in high school. Examples of research tasks in the study of the 'direct current' in physics courses in high school, aimed at the development of intellectual and creative abilities of students, are presented. The research tasks, including theoretical research, experimental research, and familiarity with technical objects, are classified. The ways of performing tasks and guidelines to them are presented.

Key words: intellectual and creative abilities, research assignments, theoretical research, experimental research, methods, activities, planned learning outcomes.

В современном мире характерной особенностью становления и развития личности, способной реализоваться в быстро изменяющихся

условиях, является творческий подход к выполнению любой деятельности. Федеральный государственный стандарт среднего общего образования выдвигает требования к формированию интеллектуальных и творческих способностей обучающихся, проявляющихся в достижении личностных, метапредметных и предметных результатов обучения при изучении физики. Сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, а также готовность и способности к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности характерны для личностных достижений. Определение цели деятельности, реализация планов её достижения относится к метапредметным достижениям. Развитие индивидуальных способностей обучающихся через освоение систем знаний фундаментальных физических теорий и способов действий осуществляется в виде предметных результатов [1; 2].

Особенности формирования интеллектуальных и творческих способностей обучающихся раннего юношеского возраста раскрыты в разных психологических концепциях. Например, концепция Пиаже трактует интеллект в широком смысле как глобальную, интегральную биопсихическую особенность человека, характеризующую его возможные адаптации. Она заключается в способности решать новые мыслительные задачи без проб и переносить найденные способы на другие ситуации. В узком смысле интеллект представляет общее название познавательных способностей. Модели интеллекта, представленные в психологической науке, содержат различные составляющие, например, модель интеллекта Дж. Гилфорда. Она включает 15 свойств личности, которые оцениваются по трём измерениям: содержанию, операциям и результату. В психологии различают несколько видов интеллекта. К ним относятся, например, академический, вербальный, общий, практический, рассудочный, эмоциональный. Так, общий интеллект предполагает умственную способность, влияющую на выполнение любой деятельности, проявляющуюся в скорости и точности решения мыслительных задач [3; 4].

Творческое начало присуще всем видам деятельности, в том числе и учебной. Анализируя различные психологические концепции развития

интеллекта и творческой одарённости, учителя-исследователи применяют их в своей практической деятельности, например, при разработке авторских методик, учебных программ, учебно-методических комплектов по физике, т. е. в организации и проведении учебного процесса по физике. Одним из средств развития интеллектуальных и творческих способностей являются индивидуальные задания исследовательского характера по физике в средней школе, которые представляют собой особый вид содержания учебного материала. Индивидуальные задания подразумевают самостоятельную, творческую работу. Любое исследование начинается с выяснения и анализа проблемы, которую необходимо разрешить. Выполняя исследовательское задание, школьники учатся выдвигать гипотезы и предлагать способы их проверки, планировать учебную деятельность, искать нестандартные решения задачи [5].

При изучении авторского курса физики средней школы разработана система заданий, направленных на исследование явлений, связей между величинами, конструирование объектов, в частности физических приборов, контроль сформированности знаний и умений. Раскрываются этапы исследовательского процесса при изучении физики, т. е. учебного исследования: цель, объект, формы выражения научного знания на двух уровнях – эмпирическом и теоретическом, общие формы выражения для них, основные общие методы познания, а также оценка, самооценка и интерпретация результатов исследования. Система заданий направлена на их выполнение при углублённом изучении предмета. Технология их выполнения объединяет уровни познания, творческий цикл, методы познания в виде действий и деятельности и является их системообразующим фактором. Система творческих заданий представлена следующими рубриками: сведения из истории развития физики, экспериментальное исследование, теоретическое исследование, измерение физической величины, знакомство с техническими объектами. Так, задания, связанные с историей развития физики, посвящены анализу фрагментов из работ классиков физики, определению физических величин, анализу задач, решённых физиками. Экспериментальные исследования предполагают по описанию нескольких опытов установить

свойство объектов, эмпирическую закономерность, объяснить результаты опыта. Задания, направленные на ознакомление с техническими объектами, позволяют выяснить конструкцию и действие установок и приборов, с их помощью – методы установления зависимостей между величинами. Теоретические исследования направлены на определение физических величин, овладение теоретическим методом для вывода неизвестных формул, анализ графиков и уравнений. Задания, связанные с измерением физической величины, предполагают учёт максимальной абсолютной или относительной погрешности измерений.

Технология выполнения подобных заданий позволяет организовать учебный процесс по физике через усвоение методов познания, действия, характерных для исследования. Такой способ освоения содержания курса физики позволяет одновременно формировать интеллектуальные, творческие способности и мотивацию к обучению. Обучающиеся на любом этапе этого процесса могут объективно оценить свои возможности и перспективы в исследовательской деятельности по физике [6–8].

Рассмотрим на примере изучения законов постоянного тока некоторые примеры заданий, содержащихся в учебнике физики средней школы и ориентированных на процесс творчества.

Теоретическое исследование

Однородный металлический проводник длиной Δl и площадью поперечного сечения S ограничен сечением 1 и 2 (рис. 1). Концентрация свободных электронов равна n , сила тока в проводнике — I . Используя формулу определения силы тока и формулу определения общего заряда этих электронов $q = enS\Delta l$, покажите, что модуль скорости дрейфа электронов в проводнике $v = \frac{I}{enS}$.

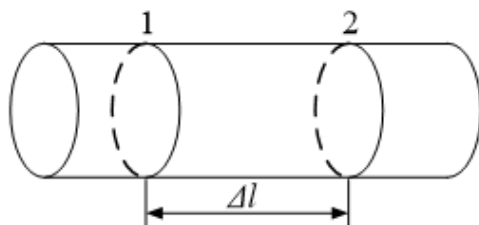


Рис. 1

Вариант выполнения задания предполагает формулировку *гипотезы исследования*: если использовать формулу определения силы тока $I = \frac{q}{\Delta t}$, формулу определения общего заряда электронов $q = enS\Delta l$ и найти время $t = \frac{\Delta l}{v}$, за которое все частицы, заключённые в выделенном объёме, пройдут через поперечное сечение 2 со скоростью дрейфа, то в результате преобразований можно найти модуль скорости дрейфа по формуле: $v = \frac{I}{enS}$.

Этапы выполнения исследования:

1. Согласно определению, сила тока равна отношению заряда q , переносимого через поперечное сечение проводника за промежуток времени Δt , к этому промежутку:

$$I = \frac{q}{\Delta t}$$

2. Найдём время Δt , за которое все частицы, заключённые в выделенном объёме, пройдут через поперечное сечение 2 со скоростью дрейфа v : $\Delta t = \frac{\Delta l}{v}$.

3. Подставим в формулу силы тока выражения для заряда электронов и времени:

$$I = \frac{q}{\Delta t} = \frac{enS\Delta l}{\frac{\Delta l}{v}} = \frac{enS\Delta l v}{\Delta l} = enSv.$$

4. Из полученной формулы следует, что скорость дрейфа электронов равна $v = \frac{I}{enS}$.

Для выполнения задания школьникам необходимо изучить содержание учебного материала об электронной проводимости металлов,

проанализировать связи между физическими величинами, характеризующими электрический ток в металлах.

Теоретическое исследование

Для объяснения действия источника тока применяют гидродинамическую аналогию между электрическим током в цепи и потоком воды, протекающей в замкнутой системе труб (рис. 2).

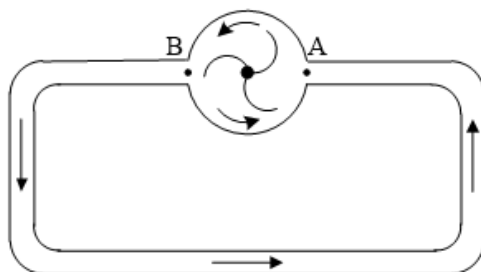


Рис. 2

Перекачивание воды в системе осуществляется благодаря насосу. Вода течёт вследствие разности давлений в точках А и В.

Используя эту аналогию, объясните роль сторонних сил, действующих в источнике тока.

Вариант выполнения задания

Гипотеза исследования: если использовать метод аналогии между электрическим током в замкнутой электрической цепи и потоком воды, протекающей в замкнутой системе труб, то можно объяснить роль сторонних сил, действующих в источнике тока.

Этапы выполнения исследования:

Течение жидкости, движущейся из точки В вниз под действием силы тяжести, сопровождается потерями энергии на трение. Для циркуляции жидкости, протекающей в замкнутой системе труб, необходим насос, сообщаящий жидкости дополнительную скорость. Сторонней силой в этом

случае является сила давления на воду вращающейся крыльчатки насоса вследствие разности давлений в токах А и В.

С помощью сторонних сил электрические заряды внутри источника тока движутся от катода к аноду против действующих на них кулоновских сил. Работа сторонних сил вдоль замкнутого контура должна быть отличной от нуля. В процессе совершения работы этими силами заряженные частицы приобретают внутри источника энергию и затем отдают ее проводникам электрической цепи.

Вывод: роль сторонних сил в источнике тока аналогична роли насоса для перекачивания жидкости.

Выполнение задания направлено на ознакомление обучающихся с методом аналогии при изучении физики. Подобные задания позволяют формировать определенную систему действий, например, выдвигать гипотезы при исследовании физических явлений и процессов, моделировать физические явления и процессы, объяснять различия между теоретическими и материальными моделями.

Экспериментальное исследование

Мультиметр — физический прибор для измерения силы тока, напряжения и сопротивления. С его помощью проведите экспериментальное исследование простейшей электрической цепи, содержащей источник тока (батарейку), лампочку на подставке, проводники.

Нарисуйте схему цепи.

Оцените силу тока в цепи и напряжение на зажимах лампочки.

Предложите способы измерения силы тока в цепи.

Вариант выполнения задания

Цель исследования – 1) оценить силу тока в спроектированной электрической цепи; 2) измерить напряжение на зажимах лампочки.

Средства измерения и материалы: источник тока (батарейка), электрическая лампа, ключ, мультиметр, действующий в режимах амперметра и вольтметра, соединительные провода.

Гипотеза исследования

Если последовательно собрать электрическую цепь, состоящую из источника тока, ключа, электрической лампы, соединительных проводов, мультиметра, действующего в режиме амперметра, то можно измерить силу тока в цепи.

Если разомкнуть электрическую цепь, перевести мультиметр в режим вольтметра, подключив его к зажимам лампочки, и снова замкнуть электрическую цепь, то можно измерить напряжение на зажимах лампочки.

Порядок выполнения исследования

Схема электрической цепи, состоящая из последовательно соединённых источника тока (батарейки), ключа, электрической лампы, мультиметра, действующего в режиме амперметра (рис. 3).

С помощью мультиметра, действующего в режиме амперметра, можно оценить силу тока в электрической цепи.

3. Видоизменим электрическую цепь, включив мультиметр в режиме вольтметра (рис. 4).

4. Измерим напряжение на зажимах лампочки.

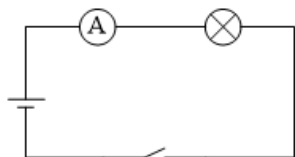


Рис. 3

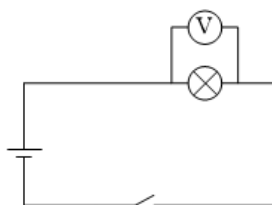


Рис. 4

В ходе экспериментального исследования обучающиеся планируют свою деятельность, обосновывая и определяя цель исследования, его объект, формулируя гипотезу и предлагая порядок проведения исследования. Осознанное и направленное конструирование простейших электрических схем и их исследование позволяют формировать безопасные приёмы работы с электрическими приборами и установками.

Знакомство с техническими объектами

Электрическую цепь, схема которой изображена на рис. 5, называют *мостиком Уитстона*. Резисторы R_1 , R_2 , R_3 и R_4 с сопротивлениями R_1 , R_2 , R_3 и R_4 — плечи мостика. Мостиковую схему используют для измерения одного из неизвестных сопротивлений, входящих в плечи мостика, например R_1 . Найдите, при каком соотношении сопротивлений ток через резистор R_5 не протекает.

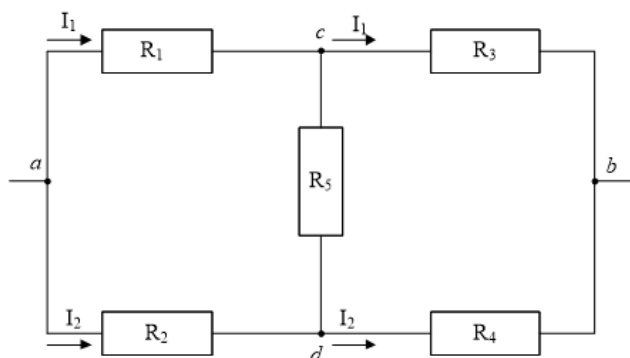


Рис. 5

Указание. Если через резистор R_5 ток не протекает, то сила тока в резисторах R_1 и R_3 одинакова и равна I_1 . Соответственно, сила тока в резисторах R_2 и R_4 будет равна I_2 . Отсутствие тока между точками c и d означает, что их потенциалы $\varphi_c = \varphi_d$. Следовательно, будут равны друг другу и разности потенциалов:

$$U_{ac} = U_{ad}; \quad U_{cb} = U_{db}, \quad (1)$$

так как $\varphi_a - \varphi_c = \varphi_a - \varphi_d$; $\varphi_c - \varphi_b = \varphi_d - \varphi_b$.

Используя закон Ома для участка цепи, можно записать:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2; \quad (2)$$

$$I_1 R_3 = I_2 R_4 \quad (3)$$

а) Разделите почленно равенство (2) на равенство (3) и сделайте вывод, при каком соотношении сопротивлений ток через резистор R_5 не протекает.

б) Выразите из полученного соотношения сопротивление одного из резисторов, например R_1 .

*Вариант выполнения задания**Гипотеза исследования*

Используя указания к выполнению задания и преобразуя ряд формул, можно найти соотношение сопротивлений, при котором ток через резистор R_5 не протекает, а из полученного соотношения можно выразить сопротивление одного из резисторов.

Порядок выполнения исследования:

а) Разделив почленно равенство (2) на равенство (3), получим:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_2}{R_4} \quad (4)$$

или

$$R_1 R_4 = R_2 R_3. \quad (5)$$

Вывод: электрический ток через резистор R_5 не протекает, если произведения сопротивлений противоположных плеч мостика равны друг другу.

б) Выразим из полученного соотношения (5) сопротивление одного из резисторов, например R_1 . Оно равно $R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4}$.

В учебнике физики [6] мостик Уитстона рассматривается только в виде задания. Выполнение представленного задания связано с тем, что обучающимся необходимо самостоятельно ознакомиться с этим устройством. В тексте задания используется термин «плечи мостика», который им необходимо применить с помощью метода аналогии, конкретизировать, а следовательно, более глубоко изучить это техническое устройство и затем провести ряд преобразований для нахождения одного из неизвестных сопротивлений. Выполнение подобных заданий мотивирует обучающихся на изучение технических устройств – практических приложений физических законов, на творческую и инновационную деятельность.

Как видно, каждое исследовательское задание содержит проблему, которую необходимо разрешить относительно начальных условий, а затем следует конкретизировать гипотезу относительно представленных условий исследования. Теоретические исследования связаны с доказательством тех или иных утверждений, выводом формул. При их выполнении у обучающихся

формируются элементы знаний, связанные с единой концептуальной системой – физической теорией, которая входит в состав физической картины мира. Технология выполнения экспериментальных исследований предполагает следующий план действий обучающихся: мысленное конструирование объекта исследования – схемы электрической цепи, сборка цепи (выбор ее элементов), рассмотрение свойств исследуемого физического явления, наблюдение за ходом эксперимента, запись результатов, формулирование выводов. Такая последовательность действий обучающихся при выполнении заданий аналогична деятельности научного исследователя.

Ознакомление с техническими объектами предполагает изучение их назначения, конструкции, примеров практического использования.

Представленные задания позволяют усилить теоретическую составляющую содержания курса и способствуют приобретению опыта учебно-исследовательской деятельности обучающихся. Они направлены на развитие интеллектуальных и творческих способностей обучающихся с учётом их профессиональных намерений и интересов.

Примерами основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий) при изучении законов постоянного тока на углублённом уровне являются: понимание смысла и запись формул определения основных физических величин, характеризующих постоянный ток; вывод и анализ формулы определения модуля скорости дрейфа электронов в проводнике; объяснение условий существования постоянного тока; измерение силы тока с помощью амперметра и напряжения с помощью вольтметра с учётом максимальной абсолютной погрешности измерения; объяснение роли сторонних сил; сборка и испытание электрических цепей с разным соединением проводников и расчёт их параметров; исследование электрической цепи – мостика Уитстона.

Таким образом, выполнение исследовательских заданий при изучении курса физики в средней школе направлено на приобретение опыта разнообразной учебно-познавательной деятельности, поиска, анализа и обработки информации физического содержания, эффективного и безопасного использования различных технических устройств.

Систематическое выполнение подобных заданий при изучении всего курса физики средней школы способствует формированию интеллектуальных и творческих способностей обучающихся.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Рузавин Г.И. Методология научного познания: Учеб. пособ. для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. С. 287.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования.[электронный ресурс]. 2014. URL: <http://standart.edu.ru/> (дата обращения: 15.11.14).
3. Гамезо М.В., Герасимова В.С., Машурцева Д.А., Орлова Л.М. Общая психология: Учеб. метод. пособ. / Под общ. Ред. М.В. Гамезо. М.: Ось-89, 2007. С. 352.
4. Крайг Г. Психология развития. СПб.: Питер, 2000. С. 992.
5. Савенков А.И. Психология детской одарённости. М.: Генезис, 2010. С. 440.
6. Хижнякова Л.С., Синявина А.А. Физика: 8 класс: учеб. для учащихся общеобр. орг-ций. М.: Вентана-Граф, 2011. 224 с.
7. Физика: 11 класс: базовый и углублённый уровни: учеб. для учащихся общеобр. орг-ций / Л.С. Хижнякова, А.А. Синявина, С.А. Холина и др. М.: Вентана-Граф, 2014. С. 408.
8. Физика: программы: 7–9 классы, 10–11 классы / Л.С. Хижнякова, А.А. Синявина, В.В. Кудрявцев и др. М.: Вентана-Граф, 2014. С. 288.