

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный педагогический университет»
Институт математики, физики, информатики и технологий
Кафедра физики, технологии и методики обучения физики и технологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Использование самодельного оборудования на уроках физики в процессе формирования физических понятий

Выпускная квалификационная работа
допущена к защите зав. кафедрой:
Усольцев А. П., д.п.н., профессор

дата подпись

Исполнитель: Пятков Дмитрий
Вадимович

ФИ-1931

подпись

Руководитель: Абдулов Р.М.,
к.п.н., доцент

подпись

Екатеринбург, 2024 г

Оглавление

Оглавление	2
Введение	3
Глава 1. Основы формирования физических понятий у учащихся	6
1.1. Психолого-педагогические аспекты формирования понятий в курсе физики	6
1.2. Роль учебного физического эксперимента в формировании физических понятий.....	18
Глава 2. Учебный физический эксперимент при формировании понятий в разделе «Кинематика»	30
2.1. Роль и место кинематики в школьном курсе физики.....	30
2.2. Типовые экспериментальные установки для изучения законов кинематики.....	38
2.3. Методические рекомендации по использованию самодельного оборудования	48
2.4. Опытно-поисковая работа	60
Заключение	68
Список литературы	69

Введение

Актуальность. Одной из основных задач при обучении физике в средней общеобразовательной школе является формирование физических понятий, так как физические понятия, изучаемые в курсе физики, являются неотъемлемой составляющей системы понятий, которыми оперирует современная наука. Формирование этих понятий способствует познанию обучающимися физических явлений и закономерностей, развитию у них теоретического мышления. Кроме того, закладывается основа для успешного освоения дисциплин естественнонаучного цикла. Проблемой формирования физических понятий у учащихся занимались многие ученые и методисты (Пустильник И.Г., Усова А.В., Шамало Т.Н. и др.). В исследованиях рассматривались теоретические основы усвоения учащимися физических понятий при организации учебного процесса, предложены приемы, методы, средства и формы, позволяющие эффективно формировать физические и научные понятия у обучающихся.

Следует отметить, авторы работ сходятся во мнении, что одним из основных средств обучения при формировании физических понятий является учебный физический эксперимент (далее – УФЭ). Использование УФЭ в учебном процессе позволяет одновременно реализовать образовательные, развивающие и воспитательные функции обучения: успешно развивать у школьников наглядное представление о физических явлениях и процессах, выявлять свойства и взаимосвязь между физическими величинами, развивать умения осуществлять экспериментальную и исследовательскую работу. С помощью демонстрационных и лабораторных опытов учитель может управлять мыслительной деятельностью учащихся, начиная от создания чувственно-наглядных образов, например, автомобиль движется быстрее или медленнее, до формирования абстрактных физических понятий, таких как «скорость», «ускорение», «сила».

Применять школьный эксперимент для формирования физических понятий у учащихся необходимо с самого начала изучения физических явлений и

процессов. Одним из первых понятий, вводимых в курсе физике 7 класса, являются понятия из раздела «Кинематика». К этим понятиям можно отнести: равномерное прямолинейное движение, скорость, графики зависимости пути и скорости от времени, расчет пути и времени и др. После изучения этой темы у учащихся должно сложиться первоначальное представление о том, что все тела могут двигаться с разными скоростями, проходя при этом разные пути за одинаковое время, уметь работать с графиками пути и скорости, решать задачи на расчет пути и времени.

Одной из сложных задач для учителя, является демонстрация равномерного прямолинейного движения при использовании натурального эксперимента, позволяющего ввести вышеперечисленные понятия. Это может быть связана с отсутствием нужного оборудования, либо с технической сложностью использования существующих экспериментальных установок при изучении темы «Кинематика».

Для решения данной проблемы мы предлагаем использовать разработанное нами самодельное оборудование, которое можно применять при изучении темы «Кинематика»: прямолинейное равномерное и равноускоренное движение, баллистическое движение, относительность движения.

Цель работы – разработка методических рекомендаций по применению в учебном процессе созданных нами экспериментальных установок с целью формирования физических понятий по теме «Кинематика».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Изучить психолого-педагогические аспекты формирования понятий в курсе физики.
2. Определить роль учебного физического эксперимента в формировании научных и физических понятий.
3. Рассмотреть роль и место кинематики в школьном курсе физики.

4. Изучить типовые экспериментальные установки, применяемых для демонстрации механического движения.

5. Создать экспериментальные установки для изучения законов кинематики.

6. На основе созданных установок разработать и описать систему опытов с целью формирования понятий по теме «Кинематика».

Объектом исследования является процесс обучения физике в общеобразовательной школе.

Предметом исследования является использование самодельного оборудования для формирования физических понятий по теме «Кинематика».

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованной литературы.

Глава 1. Основы формирования физических понятий у учащихся

1.1. Психолого-педагогические аспекты формирования понятий в курсе физики

Усвоение научных понятий является одним из важнейших результатов обучения в современной школе. В структуре знаний понятиям принадлежит определяющая роль, ведь любой закон выражает связь между понятиями соответствующей области знания. Без усвоения понятий не может быть сознательного усвоения законов и теорий, что играет важную роль в формировании научной картины мира, научного мировоззрения, а также в решении разнообразных воспитательных задач. Но что же можно считать научным понятием? Для ответа на этот вопрос необходимо изучить его с лингвистической, психологической и философской точек зрения.

Согласно словарю лингвистических терминов Т.В. Жеребило, научное понятие - это результат теоретического познания, совокупность всех общих и существенных признаков класса предметов, которые известны науке на данном этапе ее развития; например, лексическое значение термина равно научному понятию [29].

В философии научное понятие представляет собой один из структурных основополагающих элементов научного аппарата, отражающий в существенных и отличительных признаках отдельный предмет или множество отдельных предметов [26].

Исследуя развитие понятий в детском возрасте, советский психолог, впервые связавший педагогику и психологию, исследователь особенностей детского развития, Л. С. Выготский отмечал, что научное понятие – это слова, которые ребёнок узнаёт в школе, термины, встроенные в систему знаний, связанные с другими терминами [21]. Сила научных понятий сказывается в той сфере, которая целиком определяется высшими свойствами понятий — осознанностью и произвольностью.

Более точно определение научного понятия было сформулировано в курсе «Основы научных исследований» разработанного Кондратьевым Л.М. в 2010 году [4]. Данное определение полноценно включает в себя все вышеперечисленные формулировки, что позволяет считать его обобщающим для данного термина, с опорой на которое будет выстроено дальнейшее рассуждение. По мнению автора, научное понятие – это понятие, отражающее научные знания о предмете или явлении, для определения которого применяются научные термины – слово или группа слов, в которых строго зафиксировано данное научное понятие.

И.Г. Пустильник в своей работе «Формирование у учащихся научных понятий» отмечает, что в курсе физики можно выделить следующие блоки понятий, отличающихся различной степенью общности и отвечающих образовательным задачам современной школы [10]:

1. Общенаучные понятия (например, «система», «взаимодействие», «материя», «движение», «пространство», «время» и др.) – формируются не одним конкретным, а совокупностью всех учебных предметов.

2. Методологические понятия (например, «эксперимент», «наблюдение», «гипотеза», «закон», «теория» и др.) – таким понятиям даются свои собственные толкования в каждом предмете, применяются свои специфические методы их формирования.

3. Собственно, физические понятия, состоящие из трёх крупных подсистем: структуры материи, её движения, взаимодействия её элементов. Также методически целесообразно выделить понятия о фундаментальных физических постоянных («скорость света», «элементарный заряд», «постоянная Авогадро» и др.), которые являются основой для раскрытия идей и выводов современной науки без привлечения специального математического аппарата. Такие понятия играют роль критериев применимости тех или иных теорий при переходе от одних масштабов действительности к другим и дают возможность осуществлять преемственность развития понятий в учебном процессе.

4. Прикладные понятия – отражают применение физических знаний в важнейших направлениях технического прогресса («механизация», «электрификация», «автоматизация» и др.)

Данная система понятий предполагает не только овладение определенной суммой знаний, но и развитие у учащихся научного склада мышления, познавательных интересов, умения решать познавательные и жизненные проблемы. В свою очередь само физическое понятие существует как мысль (знание), в которой отражаются общие существенные свойства (стороны) определенного класса физических объектов и явлений, существенные связи и отношения между ними. Исходя из этого определения, можно сделать вывод о том, что физическое понятие является разновидностью научного понятия, а, следовательно, будет иметь те же принципы и условия формирования.

В учебном познании понятия выполняют двойную роль, являясь и результатом, и инструментом исследования. В данной двойственной функции понятий проявляется противоречие между состоянием сформированности понятия и процессом его развития. Эта противоречивая природа понятий и предоставляет огромные возможности для интеллектуального развития учащихся при обучении.

Одной из основных особенностей физики, как естественнонаучной дисциплины и уникальностью как учебного предмета является преемственность понятий, а также сочетание теоретического и экспериментального методов исследования, что позволяет вовлекать учащихся в предметно-преобразующую деятельность, тем самым «примерять» знания и понятия к реальным вещам и процессам, порождая новые проблемы и вызывая необходимость и потребность их разрешения. Таким образом, мышление учащихся проявляется не только в словесных формулировках, но и в практических делах, в оперировании приборами, установками, различными материалами в их преобразовании.

Рассмотрим данную особенность на примере ключевого физического понятия в курсе электричество – электрический ток. При его изучении рассматривается вопрос о том, что основными характеристиками электрического тока являются:

- Мощность тока - отношение произведенной током работы ко времени, в течение которого была выполнена эта работа.
- Напряжение тока - величина, которая показывает, какую работу совершило электрическое поле при перемещении заряда от одной точки до другой.
- Сила тока - количество заряженных частиц, которые протекают через поперечное сечение проводника.
- Сопротивление тока - физическая величина, которая характеризует свойства проводника, препятствующие прохождению электрического тока.

Вычисление каждой из вышеперечисленных характеристик электрического тока можно продемонстрировать при помощи классического школьного демонстрационного оборудования, которое должно быть в каждом кабинете физики. В ходе проведения демонстрации и изучения данного ключевого понятия рождается система понятий, более подробно раскрывающая его. В эту систему входят такие понятия как: электрический заряд, электрон, протон, нейтрон, элементарный заряд, удельное сопротивление, поперечное сечение проводника, работа электрического тока, емкость и др. В дальнейшем рассмотрение данных понятий приведет к рождению новых более сложных понятий и т.д.

Учитывая вышеупомянутые особенности физики как науки А.В. Усова в своей работе «Условия успешного формирования у учащихся научных понятий» выделяет следующие педагогические условия, которые необходимо реализовать, для успешного формирования научных понятий [6]:

1. Знание учителем содержания формируемого понятия в современной науке, его место и роль в системе научных понятий данной области знания.
2. Понимание значения формирования данного понятия у учащихся (образовательное, воспитательное, мировоззренческое).

3. Знание верхнего уровня усвоения понятия к моменту окончания школы (или к моменту завершения изучения данного предмета), основных требований, которым должно удовлетворять усвоение понятия учащимися.

4. Определение основных этапов формирования понятия – «узловых точек» обогащения содержания понятия, ознакомления учащихся с новыми связями понятия с другими понятиями, расширение объема понятия.

5. Четкое определение понятийной базы, на которую должно опираться введение формируемого понятия.

6. Воспроизведение в памяти учащихся содержания этих понятий.

7. Определение требований к усвоению понятия на каждом этапе его формирования: какие существенные признаки понятия должны быть раскрыты, в какой мере должен быть раскрыт объем понятия.

8. Определение жизненного опыта учащихся, их «донаучных» представлений, на которые можно опираться при формировании данного понятия, если они не находятся в противоречии с содержанием формируемого понятия.

9. Выявление «донаучных» представлений, которые находятся в противоречии с содержанием формируемого понятия, раскрытие перед учащимися научной несостоятельности этих представлений.

10. Знание типичных ошибок в усвоении понятия, причины их возникновения и путей предупреждения этих ошибок при формировании данного понятия.

11. Выявление способов мотивированного введения понятия на основе анализа новых научных фактов, которые не могут быть объяснены с помощью ранее усвоенных понятий и законов; создание проблемных ситуаций, анализ которых приводит учащихся к выводу о недостаточности имеющейся понятийной базы для их объяснения и необходимости введения нового понятия.

12. Определение оптимального способа введения нового понятия:

- на основе теоретического анализа новых научных фактов;
- на основе демонстрационного эксперимента;

- на основе решения задач практического характера (экспериментальных задач);

- на основе создания проблемных ситуаций.

13. Ознакомление учащихся с правилами определения понятий. Наиболее распространенным способом определения понятий в естественных науках является определение через ближайший род и видовое отличие.

14. Введенное понятие должно «работать» при изучении последующего материала, то есть должно использоваться в процессе изучения при формировании новых понятий, в процессе решения задач.

15. При определении времени введения понятия необходимо учитывать связь с другими предметами.

16. Применение формируемых понятий в решении задач:

- по материалу изучаемой в данный момент темы;
- комплексных задач по теме целого раздела (включая материал предшествующих тем);
- задач по всему курсу;
- задач, требующих комплексного применения знаний по данному предмету и смежным дисциплинам.

Успех деятельности педагога по формированию у учащихся научных понятий может быть обеспечен в процессе формирования понятий, если будут выполнены все вышеперечисленные педагогические условия. И чем полнее они будут выполнены, тем более высокий уровень усвоения понятий будет достигнут. В своей работе А.В. Усова выделяет следующие уровни:

- Нулевой уровень – ученик оперирует термином, обозначающим понятие, но не может дать верное его определение и отграничить существенные признаки понятия от несущественных.
- Первый уровень – ученик может дать верное определение понятия, отграничить существенные признаки от несущественных, но не может отграничить

данное понятие от смежных, сходных по каким-либо признакам понятий. Отсюда появляются ошибки в оперировании понятиями при решении задач.

- Второй уровень – ученик даёт верное определение понятия, верно отграничивает существенные признаки от несущественных, но понятие еще не обобщено, оно ограничено примерами, на которые опирался учитель при формировании понятия.

- Третий (достаточно высокий) уровень – ученик дает верное определение понятия, верно отграничивает существенные признаки от несущественных, отграничивает данное понятие от других, сходных с ним по каким-либо признакам. Понятие обобщено и это позволяет ученику оперировать понятием в решении широкого круга задач в рамках данного предмета.

- Четвертый (высокий) уровень – ученик даёт верное определение понятия, усвоил полностью его объем, связи и отношения с другими понятиями курса, умеет оперировать понятием в решении широкого круга задач, в том числе задач межпредметного характера.

Для формирования представленных уровней усвоения, существует множество различных подходов. В данной работе будут рассмотрены некоторые из них:

1. Традиционный подход, определенный М.Н. Шардаковым и А.В. Усовой в своих трудах [12]. По мнению авторов, процесс формирования понятий должен состоять из следующих основных этапов:

- Конкретно-чувственное восприятие, сопровождаемое анализом.
- Сравнение, сопоставление наблюдаемых объектов, выделение из них общих существенных свойств (сторон).
- Абстрагирование (отделение существенного от несущественного).
- Определение понятия, синтез существенных признаков понятия.
- Уточнение и закрепление существенных признаков понятия.
- Установление связи данного понятия с другими.
- Применение понятия в решении задач учебного характера.

- Классификация понятий.
- Применение понятия в решении задач творческого характера.
- Обогащение понятия (выявление новых признаков).
- Вторичное (более полное) определение понятия.
- Опора на данное понятие при усвоении новых понятий.
- Установление новых связей и отношений данного понятия с другими (вновь сформированными понятиями курса).
- Новое обогащение понятия.

По мнению А. В. Усовой, эти этапы могут меняться местами или объединяться, не разграничиваясь во времени в зависимости от специфики и сложности понятия, а также от конкретной учебной ситуации и уровня развития учащихся. Замечание о том, что процесс формирования понятия не должен быть жестко алгоритмизирован, является очень важным, поскольку альтернативность и свобода выбора способов обучения стимулируют творческую активность учителя.

Помимо этого, А. В. Усова утверждает, что нет универсальных способов формирования понятий. В одних случаях целесообразно начинать изучение понятия с предметных действий, в других — с чувственного восприятия, в- третьих—с определения.

2. Поэтапное формирование умственных действий. Авторами данного подхода являются П.Я. Гальперин и Н.Ф. Талызина [22].

Основная идея метода заключается в преобразовании внешних материализованных действий во внутренний умственный план (интериоризация). При этом генетически исходной является внешняя предметно-чувственная деятельность, от которой произведены психические действия направленные на формирование понятия.

Данный подход включает в себя 4 основных этапа формирования понятия:

- Мотивационный этап – учащиеся совместно с учителем выявляют значимость и границы применимости будущего понятия.
- Материализованные действия с объектами (моделями).

- Определение в громкой речи (внешнее проговаривание).
- Формирование действия во внутреннем плане (внутренней речи) - на данном этапе происходит умственное оперирование понятием.

Такой путь образования понятий оказывается эффективным лишь в тех случаях, когда можно непосредственно и незамедлительно в процессе усвоения знаний применить их на практике. Преимущество предлагаемой методики заключается в жесткой технологии обучения, которая позволяет однозначно решить вопрос об усвоении знаний, но слабо влияет на развитие учащихся.

Важно отметить, что в данном методе необходимо пооперационно отрабатывать каждое действие и переходить к следующей операции только после отработки предыдущего действия. Данная необходимость порождает собой основную проблему данного метода – недостаток времени для усвоения понятия.

3. Методика формирования физических понятий на теоретическом уровне обобщения [28]. Была предложена академиками РАО Д.Б. Элькониным и В.В. Давыдовым.

Идея данного подхода заключается в переходах от абстрактного к конкретному и от общего к частному. В свою очередь, фундаментальной основой подхода является генетически исходная «клеточка» конкретного класса научных понятий. Опираясь на это, были сформулированы основные особенности данного подхода утверждающие, что понятия должны усваиваться путем рассмотрения предметно-материальных путей их происхождения, а усвоение генетически исходной клеточки класса понятий должно происходить прежде изучения конкретного понятия.

Формирование понятий происходит по следующим этапам:

- Предъявление учащимся генетической основы изучаемой группы понятий. На данном этапе учитель раскрывает перед школьниками причины, цели введения в физику изучаемой группы понятий, а также знакомит их с принципом и приемами конструирования понятий данного типа.

- Введение изучаемого понятия. Учитель вводит термин понятия и подводит данный термин под соответствующую группу понятий. Также происходит актуализация принципа конструирования понятий данного типа и показ становления понятия как нахождения конкретного приема реализации данного общего принципа.

- Конкретизация понятия. Учитель уточняет признаки понятия, указывая на вариативность несущественных признаков, а также совместно с учащимися определяет область применения данного понятия.

- Расширение содержания понятия. На данном этапе учитель совместно с учащимися определяют место понятия в системе понятий, устанавливают связь данного понятия с другими понятиями внутри теории и определяют его место и значение в соответствующей физической картине мира.

- Проверка усвоения содержания понятия. На данном этапе проводятся различные проверочные работы, по результатам которых учитель определяет степень усвоения учащимися того или иного понятия.

Ключевой проблемой данного подхода является незнание генетически исходной клеточки (принципа) образования различных классов понятий.

4. Пошаговое формирование физических понятий на основе методологии физики [10]. Данный подход предложен Е.Н. Долгих и Е.А. Корниловой и осуществляется на основе методологии физики в концепции эволюции физической картины мира.

Для того, чтобы успешно сформировать физическое понятие авторы предлагают проделать 11 следующих шагов:

- Получение учащимися первоначального представления о физическом понятии. Данный шаг подразумевает проведение демонстрации физических явлений, в которых отражено это понятие, выполнение фронтальных лабораторных опытов, иллюстрирующих изучаемое понятие и рассмотрение примеров из жизни, отражающих смысл изучаемого понятия.

- Определение физического понятия. В зависимости от особенностей изучаемого понятия учитель дает учащимся его словесное определение (формулировку), рассматривает физический смысл или описывает математическую модель понятия.

- Построение математической конструкции изучаемого понятия. Данный шаг предполагает запись математической модели рассматриваемого понятия в символьной форме и изучение единиц измерения понятия.

- Изучение становления понятия, истории его развития и техническое применение.

- Выделение внутрипредметных и межпредметных связей. Использование при формировании физических понятий внутрипредметных связей позволяет учителю углублять содержание понятия, опираясь на ранее изученный материал. Применение межпредметных связей способствует внедрению в физику знаний из других наук, что расширяет кругозор учащихся.

- Практическое применение изучаемого понятия. На данном шаге учащиеся применяют полученные знания об изучаемом понятии на практике: в процессе решения физических задач как качественных, так и количественных, выполнения фронтальных лабораторных работ и опытов, иллюстрирующих физические явления, в которых представлено рассматриваемое понятие.

- Определение границ применимости понятия.

- Методологический анализ содержания физического понятия. На данном шаге предполагается выделение философского, общенаучного и конкретно-научного содержания понятия.

- Систематизация полученных знаний. Одним из способов реализации методологического подхода к формированию физических понятий является использование на занятиях систематизирующих таблиц и схем, в которых физическое понятие рассматривается более полно.

- Обобщение полученных знаний. Реализовать обобщение полученных знаний на уроках физики можно, используя обобщающие таблицы и схемы, в

которых физические понятия рассматриваются в концепции эволюции физической картины мира. Конечной целью этого шага при формировании физических понятий является раскрытие, систематизация и обобщение закономерностей и свойств изучаемого понятия.

- **Рефлексия.** Данный шаг позволяет помочь учащимся проанализировать все предыдущие действия при формировании физических понятий и осознать результат выполненных действий, определить и сравнить изучаемое понятие с другими, насколько оно трудно в усвоении, какие трудности у них возникли в процессе изучения.

Данный подход позволяет уместить процесс усвоения понятия в один урок, следовательно, у преподавателя не возникнет недостатка времени. Несмотря на это, ключевой проблемой данного подхода будет являться невозможность замены или игнорирования того или иного шага, так как они представляют собой цельную конструкцию, нарушение которой не позволит сформировать у учащихся понятие в полной мере.

Стоит отметить, что все из вышеперечисленных подходов направлены на достижение основных целей обучения физике:

- усвоение основ физики как фундаментальной науки;
- формирование физической картины мира;
- усвоение основ физики как прикладной науки.

В свою очередь каждая из перечисленных выше целей обучения достигается в процессе преподавания физики, результатом которого является сформированная у учащихся система физических понятий.

Из всего вышесказанного следует вывод о том, что одной из основных задач при обучении физике в средней общеобразовательной школе является формирование физических понятий, так как именно они являются неотъемлимой составляющей системы понятий, которыми оперирует современная наука. Формирование данных понятий способствует познанию обучающимися физических явлений и закономерностей, развитию у них теоретического мышления. Кроме

того, закладывается основа для успешного освоения дисциплин естественнонаучного цикла. Само формирование понятий как процесс может быть осуществлено различными подходами, включающими в себя определенные методы обучения. Одним из таких методов является учебный физический эксперимент, роль которого будет более полно рассмотрена в следующем параграфе.

1.2. Роль учебного физического эксперимента в формировании физических понятий

Тема формирования физических понятий при помощи УФЭ поднимается во множестве работ известных ученых и методистов. Усова А.В., Пустильник И.Г., Шамало Т.Н., Каменецкий С.Е., Капица П.Л. и многие другие предлагают различные приемы, методы, средства и формы, которые могут обеспечить эффективное формирование физических понятий у обучающихся. При этом авторы особо выделяют УФЭ как ключевой метод обучения школьников в процессе формирования физических понятий.

А.И. Бугаев рассматривает УФЭ как источник знаний, метод обучения, вид наглядности и определяет его как воспроизведение на занятиях с помощью специальных приборов физического явления или процесса в условиях, наиболее удобных для наблюдения.

Использование УФЭ в учебном процессе позволяет одновременно реализовать образовательные, развивающие и воспитательные функции обучения: успешно развивать у школьников наглядное представление о физических явлениях и процессах, выявлять свойства и взаимосвязь между физическими величинами, развивать умения осуществлять экспериментальную и исследовательскую работу.

Каменецкий С.Е. в ходе изучения учебного физического эксперименты выделял следующие его виды [7]:

- Демонстрационный эксперимент, занимающий основное место в совокупности физического эксперимента, присутствуя практически на каждом уроке

в различных своих проявлениях. Учащиеся, следя за работой преподавателя и улавливая суть, мысленно повторяют этот эксперимент у себя в голове, тем самым приобретая первоначальные экспериментальные умения и навыки. С помощью демонстрационного эксперимента знакомятся с экспериментальным методом в физике, а привлекая учащихся к выполнению какой-либо части демонстраций учитель обучает их базовым экспериментальным умениям. С помощью демонстрационного эксперимента учитель руководит ходом мыслей обучающихся при изучении явлений и связей между ними.

Рассмотрим демонстрационный эксперимент «Электризация сыпучих тел», описанный Антипиным И.Г. в пособии для учителей «Экспериментальные задачи по физике в 6-7 классах» [3]. Для проведения данного эксперимента необходимо следующее оборудование: штатив универсальный, воронка стеклянная, электрометр с большим шаровым кондуктором, стакан с мелким сухим песком. Перед началом эксперимента электрометр устанавливают рядом со штативом. Над кондуктором электрометра на стойке штатива закрепляют кольцо, в которое помещают стеклянную воронку. Воронку закрепляют, таким образом, чтобы песок падающий из нее, попадал в полость кондуктора. В воронку насыпают мелкий песок, после чего наблюдают струю песка, падающую в электрометр, и медленное увеличение угла отклонения его стрелки.

Суть явления заключается в том, что сыплющиеся крупинки песка, трясь, об стенки стеклянной воронки при высыпании электризуются. Основываясь на этом, в ходе данного эксперимента, учащиеся знакомятся с новым для себя понятием – электризация.

- Фронтальная лабораторная работа, проводимая учащимися в процессе изучения материала, включённого в школьную программу. Под фронтальными лабораторными работами подразумевается одновременное выполнение учащимися одинаковых измерений на типовом оборудовании, под руководством учителя. Итогом такой работы является то, что учащиеся приобретают умения и навыки работы с оборудованием, проводят необходимые измерения и обработку

экспериментальных данных. Систематическое выполнение фронтальных лабораторных работ в курсе физики позволяет ознакомиться с основными методами измерений и способствует формированию экспериментальных умений и навыков. Помимо этого, выполнение таких лабораторных работ способствует углублению знаний учеников из определённых разделов физики и развитию логического мышления. Они имеют также важное воспитательное значение, поскольку дисциплинируют учеников, приучают их к самостоятельной работе, прививают навыки лабораторной культуры.

Отдельно следует отметить роль фронтальных лабораторных работ в процессе формирования физического понятия. В процессе выполнения данной работы у всех учащихся формируется понятие с одинаковым физическим наполнением.

Рассмотрим, к примеру, фронтальную лабораторную работу «Наблюдение сплошного и линейчатых спектров испускания», которая проводится в 9 классе [23]. Для проведения работы понадобятся: генератор «Спектр», спектральные трубки с водородом, криптоном, не оном, источник питания, соединительные провода, стеклянная пластинка со скошенными гранями, лампа с вертикальной нитью накала, призма прямого зрения.

Учащимся необходимо пронаблюдать через пластинку сплошной и линейчатый спектры, выделить основные цвета и записать их в наблюдаемой последовательности, сделать выводы об интенсивности линий спектров.

В ходе данной работы учащиеся выделяют основные отличительные признаки сплошного и линейчатого спектров, что является основой для дальнейшего формирования данных понятий.

Работы физического практикума, рассчитанные на завершающие стадии изучения темы или целого курса физики. В ходе работы, учащиеся заранее проводят работу с теоретическим материалом по теме практикума, опираясь на рекомендации, обозначенные педагогом. В основном работа с теоретическим ма-

териалом включает в себя: выделение существенных признаков изучаемых законов, понятий и явлений, определение границ применимости для изучаемых законов и понятий, а также установление связей между компонентами (явления, понятия, законы и др.) изучаемой темы и такими же компонентами, ранее изученных тем. В процессе работы в физических лабораториях, обучающиеся имеют возможность не только экспериментально проверить действие физических законов, но и приобрести навыки работы с лабораторным оборудованием, научиться обрабатывать результаты измерений и критически их оценивать.

Основными целями проведения практикума являются:

1. Повторение, углубление, расширения и обобщения полученных знаний из разных тем курса физики.
2. Развитие и совершенствование у учащихся экспериментальных умений путем использования более сложного оборудования, при решении задач, связанных с экспериментом.
3. Развитие у учащихся познавательной самостоятельности и как следствие критического мышления.

Следует отметить, что в процессе проведения работ физического практикума, учащиеся корректируют, дополняют и уточняют понятия, сформулированные при подготовке к работе.

Рассмотрим физический практикум «Определение фокусного расстояния собирающей и рассеивающей линз». Для выполнения работ данного практикума учащимся необходимы: измерительная лента, батарея аккумуляторов, лампочка на подставке, выключатель, провода соединительные, экран белый с щелью, линза двояковыпуклая, линза двояковогнутая.

Перед началом работы над заданиями практикума учащимся необходимо ознакомиться с теоретическими сведениями о реальных оптических системах, в которых содержится несколько преломляющих, сферических поверхностей. Также учащиеся знакомятся с понятием «линза», видами линз и их характеристиками. После изучения теоретического материала учащиеся приступают к

практической части, в которой им необходимо собрать установку по инструкции и провести ряд измерений. После этого, полученные результаты анализируются и на основании этого анализа делаются необходимые выводы.

Данный практикум позволяет завершить этап формирования у учащихся таких понятий как: линза, собирающая линза, рассеивающая линза, фокусное расстояние.

- Экспериментальные задачи – физические задачи, постановка и решение которых непосредственно связаны с экспериментом: с различными измерениями, воспроизведением физических явлений, наблюдениями за физическими процессами. Следовательно, данный вид задач в отличие от текстовых требует больше времени на подготовку и решение, а также наличия у учителя и учащихся навыков в постановке эксперимента. Из числа основных достоинств экспериментальных задач можно отметить следующие:

1. Также, как и любой другой вид УФЭ, экспериментальные задачи в значительной степени способствуют повышению познавательной активности учащихся на уроках, развитию логического мышления, учат анализировать изучаемые явления, опираясь на теоретические знания и практические навыки, полученные на уроках физики.

2. Экспериментальные задачи помогают в борьбе с формализмом в знаниях учащихся. В процессе решения таких задач, учащиеся на конкретных примерах убеждаются в том, что их школьные знания вполне применимы к решению практических вопросов и описанию физических явлений, происходящих в природе. Таким образом, изученные ранее понятия, положения и законы приобретают реальный смысл.

3. Экспериментальные задачи позволяют учащимся ознакомиться с особенностями эксперимента, как метода научного познания и подготавливает их к ведению научных наблюдений.

4. Последовательное решение экспериментальных задач в процессе обучения способствует формированию у учащихся научного мировоззрения и ключевых физических понятий, а также развитию диалектического и физического мышления.

5. Решая экспериментальные задачи, ученики убеждаются в достоверности и объективности полученных знаний, в том, что ценность для человека представляют только те знания, которые проверены практически.

6. Самостоятельное решение учениками экспериментальных задач способствует активному приобретению умений и навыков исследовательского характера, развитию творческих способностей.

7. Экспериментальные задачи дают возможность изучать свойства тел и явлений природы с целью развития познавательных способностей учащихся.

8. Разбор экспериментальных задач воспитывает у учеников критический подход к результатам измерений, привычку обращать внимание на условия, при которых проводится эксперимент.

9. Экспериментальные задачи способствуют совершенствованию умений по решению расчетных задач.

Рассмотрим экспериментальную задачу, в которой учащимся необходимо определить давление, которое каждый из них оказывает на пол. Для того чтобы решить данную задачу учащимся необходимы: листок бумаги в клетку, карандаш, весы (если не знают свой вес).

Для решения данной задачи учащимся необходимо обвести контур своих стоп и высчитать их площадь. После этого, зная свой вес и площадь опоры вычисляется давление. В ходе решения экспериментальной задачи, учащиеся определяют практическую значимость такой физической величины как давление, что позволяет осуществить более полное усвоение данного понятия.

- Внеклассные физические опыты и домашние лабораторные работы. Данные работы также считаются одним из видов физического эксперимента. Пользуясь большой популярностью среди учащихся, они требуют соблюдения

определённых правил по их проведению во внеклассных условиях. Так как опыт проводится учеником дома самостоятельно без непосредственного контроля учителя, то в опыте не должно быть никаких химических веществ и предметов, имеющих угрозу для здоровья ребенка и его домашнего окружения. Опыт не должен требовать от ученика каких-либо существенных материальных затрат, при проведении опыта должны использоваться предметы и вещества, которые есть практически в каждом доме: посуда, банки, бутылки, вода, соль и так далее. Выполняемый дома школьниками эксперимент должен быть простым по выполнению и оборудованию, но, в то же время, являться ценным в деле изучения и понимания физики в детском возрасте, быть интересным по содержанию. Так как учитель не имеет возможности непосредственно контролировать выполняемый учащимися дома опыт, то результаты опыта должны быть соответствующим образом оформлены (примерно так, как это делается при выполнении фронтальных лабораторных работ). Результаты опыта, проведенного учениками дома, следует обязательно обсудить и проанализировать на уроке. Работы учащихся не должны быть слепым подражанием установившимся шаблонам, они должны заключать в себе широчайшее проявление собственной инициативы, творчества, исканий нового. Основным плюсом проведения домашних лабораторных работ является то, что учащийся начинает улавливать суть поставленной перед ним задачи, размышлять над решением проблем, которые возникают во время проведения работы, повышается интерес к физике и технике.

В процессе обучения физике данный вид УФЭ выполняет следующие роли:

1. Внеклассные эксперименты и домашние лабораторные работы дополняют и расширяют классный учебный эксперимент, тем самым расширяя и дополняя материал, изученный на уроке.

2. Внеклассные эксперименты и домашние лабораторные работы способствуют первичному формированию научных понятий на уровне узнавания.

3. Внеклассные эксперименты и домашние лабораторные работы способствуют развитию познавательного интереса, конструкторских навыков и физического мышления.

4. Внеклассные эксперименты и домашние лабораторные работы акцентируют внимание учащихся на связи теоретических знаний по физике с их практической направленностью.

5. Внеклассные эксперименты и домашние лабораторные работы стимулируют учащихся к исследовательской работе и самостоятельной творческой деятельности.

Рассмотрим один из домашних экспериментов, который был предложен Сорокой Д.С. и Шевчуком Е.П. в своем методическом пособии «Домашние эксперименты по физике для 7-9 классов» [13]. Эксперимент «Определение выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело» направлен на более углубленное формирование такого понятия, как сила Архимеда путем обозначения его практической значимости. Для выполнения данного эксперимента учащемуся необходимо следующее оборудование: мерная кружка с водой, картофелина или другое массивное тело. В ходе проведения работы учащемуся необходимо с помощью мерной кружки определить объём вытесненной жидкости телом, после чего по формуле рассчитать архимедову силу.

Для того, чтобы определить роль и место школьного физического эксперимента в формировании понятий, проанализируем основные функции эксперимента. Все конкретные понятия непосредственно связаны с образами представлений. Поэтому для успешного овладения ими необходима опора на чувственные образы. Существенную роль играют образы при формировании и изучении абстрактных понятий, так как любое сложное понятие состоит из более простых понятий, связанных с реальными предметами, явлениями, процессами. Изучение понятий в отрыве от чувственных образов, особенно на ранних стадиях формирования понятий, приводит к тому, что мышление сводится к оперированию понятиями, обособленными от предметов реального мира. Все это, в свою очередь,

приводит к формированию поверхностного, неотчетливого мышления и формальному заучиванию материала. Исходя из этого можно отметить, что процесс формирования представлений должен являться неотъемлемой частью процесса формирования понятий.

Само познание не заключается в создании абстрактных понятий, а имеет своей целью объяснение явлений реального мира и получение возможности использования их на практике. Для того, чтобы учащиеся овладели физическими понятиями на уровне практического применения, глубже проникли в сущность явления, в процессе обучения необходимо создавать такие ситуации, при которых ученики могли бы овладеть методами познания: восхождением от конкретно-чувственного к абстрактному, восхождением от абстрактного к конкретно-мысленному и восхождением в целом. Именно такой подход в полной мере может обеспечить развитие диалектического мышления обучающихся и их интеллекта в общем.

Т.Н. Шамало считает, что процесс формирования физических понятий наиболее успешен в том случае, если УФЭ будет выполнять взаимосвязанные функции [14]. Функциональная модель УФЭ состоит из трех основных элементов-функций:

1. Формирование чувственно-наглядных образов, которые служат материалом для образования представлений о физических явлениях.

Учащиеся еще до изучения определенного понятия располагают некоторым набором чувственно-наглядных образов, приобретенных ими из жизненной практики и в процессе предшествующего обучения. Этот чувственный опыт носит либо бессистемный характер (жизненный опыт), либо недостаточен. Эксперимент должен обогатить чувственные знания учащихся, способствовать созданию системы наглядных образов и развивать их образное мышление.

Эксперимент, который выполняет первую функцию, может быть представлен в виде демонстрационного эксперимента, фронтальных опытов и лабораторных работ. В этом случае он служит для создания образов восприятия, которые,

в свою очередь, являются материалом для формирования физических представлений. Эксперимент должен быть таким, чтобы наиболее выразительно выступала сущность явления, а несущественные детали, побочные явления должны быть сведены до минимума путем затемнения, компенсации и др.

2. Моделирование реальных (материальных) условий для организации предметной репродуктивной познавательной деятельности школьников с целью усвоения понятия и овладения им. В этих случаях экспериментальные условия позволяют школьникам осознать необходимость и теоретическую значимость введенного понятия, уяснить его связи с другими понятиями, изученными ранее.

В данном случае эксперимент может быть представлен в виде экспериментальных задач, фронтальных опытов и лабораторных работ. При его выполнении учащиеся проводят различные умственные операции — сравнение, анализ, синтез и другие, что приводит к овладению понятием. Таким образом, цель постановки данного эксперимента — закрепление знаний при дальнейшем их углублении.

Эксперимент, выполняющий вторую функцию, может быть менее ярким, чем эксперимент первой функции. Его следует поставить так, чтобы основное явление сопровождалось некоторыми ранее изученными явлениями. Однако такая интегративность не должна полностью уравнивать значимость всех в той или иной степени наблюдаемых явлений. У одного из них рекомендуется обеспечить большую выразительность.

3. Моделирование практических проблемных ситуаций, которые дают возможность учащимся применить имеющиеся знания в незнакомых условиях, что требует осуществления творческой деятельности.

Эксперимент может выполнять третью функцию в виде творческих экспериментальных задач и работ физического практикума. Этот эксперимент должен быть максимально (насколько позволяет дидактический принцип доступности) приближен к реальным практическим ситуациям. Выполнение таких заданий приводит к познанию конкретного в полном его богатстве, формирует ценные

практические умения, создает представление о сложности реального мира. При выполнении такого вида экспериментальных заданий учащиеся уже должны иметь систему сформированных на некотором уровне понятий, обладать довольно развитым мышлением. Решение конкретных практических заданий предоставит возможность использовать свои знания в форме понятий и тем самым повысить уровень их усвоения. При этом учащиеся по - новому оценивают значение каждого понятия и его место в системе физических понятий.

При подборе данных работ следует обратить внимание на то, чтобы в них сущность явления перекрывалась, маскировалась побочными явлениями и факторами. Учащиеся в своей работе должны актуализировать именно те знания, которые необходимы в данной ситуации, научиться отличать существенное от несущественного, уметь по возможности устранить эти несущественные побочные явления или учесть их, добиться решения поставленной задачи наиболее эффективными методами и таким образом познать конкретное явление в его целостности.

Чтобы данный эксперимент выполнил свою функцию, учителю следует использовать его систематически с учетом возрастных особенностей и уровня развития учащихся, и при этом важно реализовать принцип возрастающей сложности. Необходимо предусмотреть и те приемы, которые нужно применить, если учащийся не сможет выполнить задания (комплекс наводящих вопросов, возможные подсказки и др.).

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что именно от усвоения системы научных понятий на основе эксперимента зависит качество усвоения предмета в целом. Формирование знаний на основе эксперимента имеет важное значение в усвоении основных элементов понятия: его содержания, объема, существенных связей и отношений данного понятия с другими понятиями системы, а также овладение умением оперировать ими при решении раз-

нообразных задач познавательного и практического характера. При этом, результат большинства уроков по физике зависит от того, насколько грамотно подобран, подготовлен и осуществлен эксперимент во время занятий.

Глава 2. Учебный физический эксперимент при формировании понятий в разделе «Кинематика»

2.1. Роль и место кинематики в школьном курсе физики

Весь школьный курс физики структурирован вокруг четырёх фундаментальных физических теорий: классической механики, молекулярно-кинетической теории, электродинамики и квантовой теории. Теоретическое ядро школьного курса физики воплощает четыре указанные фундаментальные теории, специально адаптированные для школьного курса. В своем учебном пособии «Теоретическая механика. Кинематика.» Акимов В.А. отмечает: «Данное разделение позволяет выделить в курсе физики генеральные направления в виде учебно-методических линий и затем формировать весь материал вокруг этих линий. Такая генерализация учебного материала позволяет обеспечивать формирование у учащихся адекватных представлений о структуре современной физики, а также реализацию теоретического способа обучения». В свою очередь, генерализация учебного материала направлена на обеспечение качественного усвоения системы знаний, являющихся научной базой общего политехнического образования, на обеспечение эффективности учебного процесса и глубокого и цельного восприятия определённой области знаний, а также на формирование и развитие творческого, научно-теоретического способа мышления [1].

Кинематика – это раздел классической механики, изучающий математическое описание движения идеализированных тел (материальная точка, абсолютно твердое тело, идеальная жидкость), без рассмотрения причин этого движения (массы, сил и т.д.) [19].

Кинематика изучается в 7 и 9 классах средней школы и в 10 - 11 классах старшей школы. В ходе изучения данного раздела, учащиеся решают задачи, выполняют лабораторные работы и практикумы, а также пишут контрольные работы. Важно отметить, что некоторые темы повторяются в каждом классе, при этом по своему содержанию они не дублируют ранее изученный материал, а углубляют его и расширяют границы применимости полученных знаний.

В школьном курсе кинематики рассматриваются 5 основных моделей движения, отличающихся видом траектории и характером движения вдоль этой траектории [2]:

- равномерное по прямой;
- равноускоренное/равнозамедленное по прямой;
- равномерное по окружности;
- равноускоренное/равнозамедленное по параболе;
- гармонические колебания по прямой.

Опираясь на эти модели изучение кинематики в школьном курсе физики можно разделить на несколько основных блоков:

1. Механическое движение и его виды. В данном блоке рассматривается вопрос о том, что в природе существуют несколько видов механического движения различающихся по:

- характеру движения (поступательное, вращательное, колебательное);
- виду траектории (прямолинейное, криволинейное);
- скорости (равномерное, неравномерное);
- ускорению (равноускоренное, равнозамедленное).

Основные понятия данного блока: механическое движение, материальная точка, система отсчета, радиус-вектор, траектория, перемещение, путь, скорость, средняя скорость, мгновенная скорость.

2. Равномерное прямолинейное движение (РПД). При изучении данного блока внимание учащихся обращается на то что при РПД скорость тела остается постоянной в течении всего времени движения. Находится скорость как отношение перемещения к промежутку времени, за которое это перемещение произошло:

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t}, \quad \vec{v} = const. \quad (1)$$

Основные понятия данного блока: поступательное движение, равномерное движение, равномерное прямолинейное движение.

Учащимся демонстрируются графики проекции скорости и перемещения при равномерном прямолинейном движении (рис. 1).

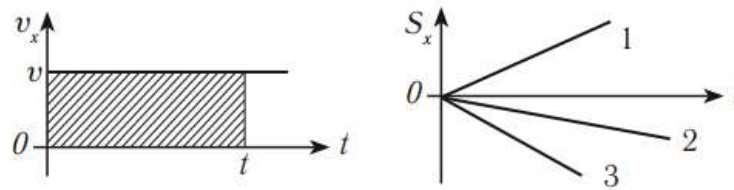


Рис. 1. Графики проекции скорости и перемещения при РПД

По графику зависимости скорости от времени, также можно определить перемещение за время t . Для этого необходимо определить площадь фигуры под графиком.

По итогу учащиеся совместно с преподавателем выводят уравнение РПД:

$$x = x_0 + v_x t. \quad (2)$$

3. Равноускоренное/равнозамедленное прямолинейное движение [22].

При изучении данного блока внимание учащихся обращается на то, что тело движется с постоянным ускорением. В свою очередь скорость при движении может как увеличиваться, так и уменьшаться. Скорость тела в проекции на ось x при равноускоренном/равнозамедленном движении рассчитывается по формуле:

$$v = v_{0x} \pm a_x t, \quad (3)$$

где $a > 0$, при равноускоренном движении и $a < 0$, при равнозамедленном движении.

Основные понятия данного блока: ускорение, нормальное ускорение, тангенциальное ускорение, равноускоренное прямолинейное движение, равнозамедленное прямолинейное движение.

Учащимся демонстрируются графики проекции ускорения и скорости (рис. 2).

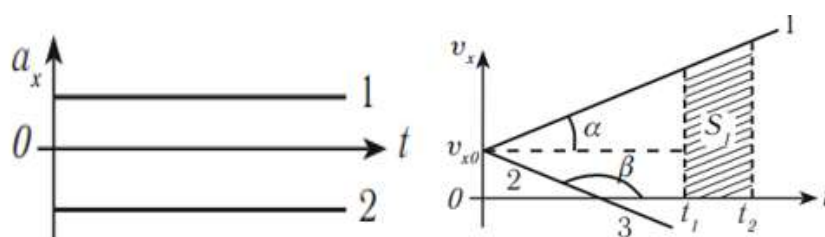


Рис. 2. Графики проекции ускорения и скорости

По графику зависимости скорости от времени можно определить перемещение, пройденное телом за промежуток времени $t_2 - t_1$. Для этого необходимо определить площадь фигуры под графиком (заштрихованной фигуры). В конце, учащиеся совместно с учителем выводят уравнение координаты тела при равнопеременном движении:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}. \quad (4)$$

4. Относительность механического движения. В данном блоке рассматриваются ситуации, при которых анализируется то, как меняется скорость и перемещение нескольких тел, относительно друг друга. При этом рассматривается движение тел как в одинаковом, так и в противоположном направлениях [22].

Основные понятия данного блока: относительность движения, относительная скорость.

Учащиеся совместно с учителем в ходе изучения нового материала, путем проведения демонстрационных опытов формулируют два значимых правила:

- Правило сложения перемещений - перемещение тела относительно неподвижной системы отсчета равно векторной сумме перемещения тела относительно подвижной системы отсчета и перемещения подвижной системы отсчета относительно неподвижной системы отсчета:

$$\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2, \quad (5)$$

где S — перемещение тела относительно неподвижной системы отсчета;

S_1 — перемещение тела относительно подвижной системы отсчета;

S_2 — перемещение подвижной системы отсчета относительно неподвижной системы отсчета.

- Правило сложения скоростей - скорость тела относительно неподвижной системы отсчета равна векторной сумме скорости тела относительно подвижной системы отсчета и скорости подвижной системы отсчета относительно неподвижной системы отсчета:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2, \quad (6)$$

где v — скорость тела относительно неподвижной системы отсчета;
 v_1 — скорость тела относительно подвижной системы отсчета;
 v_2 — скорость подвижной системы отсчета относительно неподвижной системы отсчета.

Важно помнить, чтобы определить скорость одного тела относительно другого, надо мысленно остановить то тело, которое мы принимаем за тело отсчета, а к скорости оставшегося тела прибавить скорость остановленного, изменив направление его скорости на противоположное.

5. Свободное падение. В данном разделе рассматриваются три основных вида движения, в которых наличие ускорения свободного падения играет значимую роль [9]:

- Движение тела по вертикали – рассматриваются случаи, когда тело падает с начальной скоростью и без нее, а также движение тела вверх.
- Движение тела, брошенного горизонтально - можно представить, как суперпозицию равномерного движения по горизонтали со скоростью $v_0 = v_{0x}$ и равноускоренного движения по вертикали с ускорением свободного падения g и без начальной скорости $v_{0y} = 0$ (рис. 3).

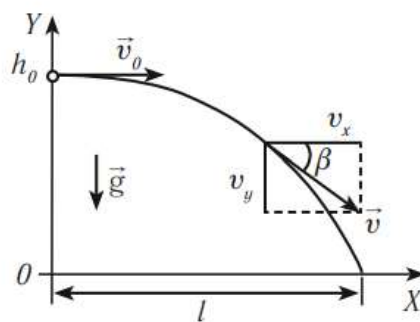


Рис. 3. Движение тела, брошенного горизонтально

- Движение тела, брошенного под углом к горизонту (баллистическое движение) - можно представить, как суперпозицию равномерного движения по горизонтали и равноускоренного движения по вертикали с ускорением свободного падения (рис. 4).

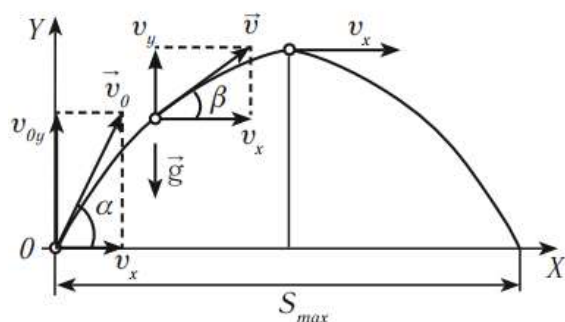


Рис. 4. Движение тела, брошенного под углом к горизонту

Основные понятия данного блока: свободное падение, ускорение свободного падения, баллистическое движение.

6. Равномерное движение по окружности. Простейший вид криволинейного движения. Траектория движения – окружность. Вектор скорости направлен по касательной к окружности. Модуль скорости тела с течением времени не изменяется, а ее направление при движении по окружности в каждой точке изменяется, поэтому движение по окружности – это движение с ускорением (рис. 5).

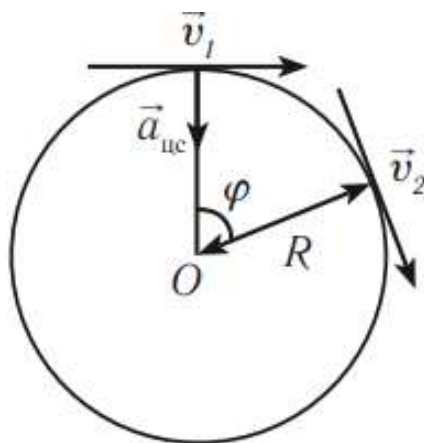


Рис. 5. Равномерное движение тела по окружности

Важно отметить, что при равномерном движении тела по окружности точки, лежащие на радиусе, движутся с одинаковой угловой скоростью, т. к. радиус за одинаковое время поворачивается на одинаковый угол. А вот линейная скорость разных точек радиуса различна в зависимости от того, насколько близко или далеко от центра они располагаются

Основные понятия данного блока: криволинейное движение, вращательное движение, центростремительное ускорение, период вращения, частота вращения, линейная скорость, угловая скорость [17].

7. Гармонические колебания по прямой. В данном блоке рассматривается ситуация, в которой на тело, находящееся в движении, действует возвращающая сила, стремящаяся вернуть его в состояние равновесия.

Основные понятия данного блока: свободные колебания, вынужденные колебания, гармонические колебания, резонанс, колебательная система, амплитуда колебания, математический маятник, пружинный маятник.

Учащимся демонстрируется график зависимости смещения от времени, по которому определяются амплитуда, период и частота колебаний (рис. 6).

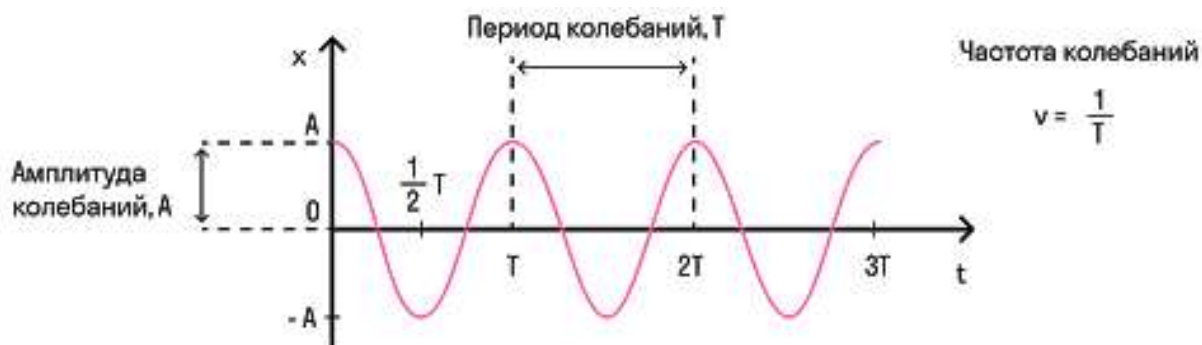


Рис. 6. График зависимости смещения от времени

Как итог, учащиеся вместе с преподавателем выводят уравнение гармонических колебаний:

$$x = x_{\max} \cos(2\pi\nu t). \quad (7)$$

Помимо этого, в данном блоке рассматриваются отличия между двумя видами маятников и записываются уравнения периода колебаний для математического и пружинного маятника.

Все вышеперечисленные блоки связаны между собой таким образом, что понятия, вводимые в одном блоке, являются основой для введения понятий другого блока. Взаимосвязь определений школьного курса кинематики представлена на схеме (рис. 7).

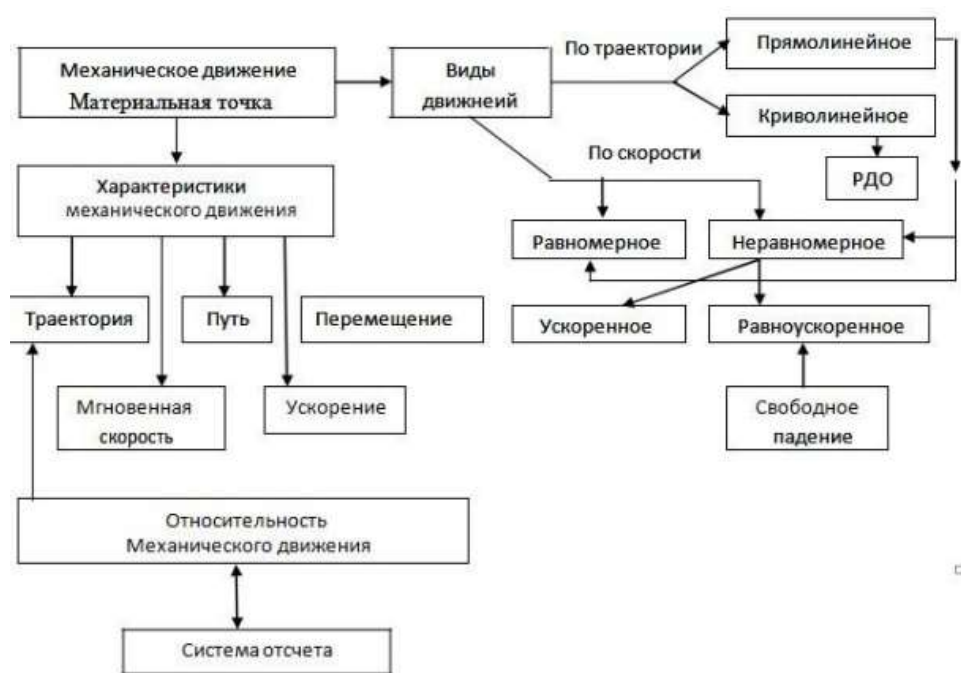


Рис. 7. Взаимосвязь определений школьного курса кинематики

Обобщая все вышесказанное можно сделать вывод о том, что кинематика является ключевым разделом физики, ведь изученные в нем понятия являются основой для дальнейшего формирования понятий из других разделов. Например, такое понятие как ускорение, позволяет в дальнейшем перейти на изучение второго закона Ньютона, который гласит, что в инерциальной системе отсчета ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил и обратно пропорционально массе этого тела. Соответственно, данный закон знакомит нас с еще одним важным физическим понятием – сила. В свою очередь, изучив понятие силы, учащиеся продолжают изучение физики, знакомясь с разновидностями сил, а также с такими понятиями как работа и мощность.

Аналогично понятия скорости и ускорения свободного падения порождают собой такие понятия как кинетическая и потенциальная энергия. От того насколько полно будут сформированы данные понятия будет зависеть, в дальнейшем, уровень усвоения такого раздела физики как «Молекулярная физика», в котором энергия является одной из важных характеристик идеального газа. Помимо этого, скорость является ключевым понятием в изучении закона сохранения импульса, а также такого раздела физики как «Теория относительности»,

ведь данная физическая величина содержится практически во всех формулах, относящихся к этому разделу.

Как уже было сказано ранее, для того чтобы успешно формировать физические понятия необходимо использовать УФЭ. В следующем параграфе речь пойдет о том, каким типовым оборудованием для изучения законов кинематики может располагать общеобразовательная школа.

2.2. Типовые экспериментальные установки для изучения законов кинематики

Демонстрационные опыты составляют значительную часть всего школьного физического эксперимента. Под демонстрациями в физике понимают такие показы физических явлений и связей между ними, которые предназначены для одновременного восприятия учащимися всего класса. В большинстве случаев такие показы осуществляются учителем.

Цели и задачи демонстраций могут быть различны. Одни демонстрации предназначаются для того, чтобы создать первоначальные представления о физических явлениях, другие – для формирования понятий, третьи служат для более углубленного изучения явлений с установлением функциональных зависимостей между физическими величинами [26].

Рассмотрим экспериментальные установки, предложенные методистами и практикующими учителями, для изучения прямолинейного движения [5]:

1. «Желоб Галилея», со скатывающимся внутри него шариком (рис. 8).

Демонстрируемое явление: равномерное прямолинейное движение.

Цель демонстрации: показать, что при равномерном движении тело в любые равные промежутки времени перемещается на равные расстояния.

Формируемые понятия: равномерное прямолинейное движение, скорость.

Оборудование: «Желоб Галилея» с нанесенной разметкой, шарик, секундомер.

Ход работы:

- установить желоб под определенным углом, который был высчитан заранее экспериментальным путём, а шарик установить на верхний край этого желоба;
- отпустить шарик, не придавая ему ускорения;
- с помощью секундомера, фиксировать время прохождения шариком равных участков пути;
- сравнить полученные результаты времени прохождения, сделать вывод о равномерности движения шарика, сформулировать определение РПД.

Недостатки установки: трудность с выставлением нужного угла для осуществления равномерного движения, невозможность демонстрации движения с различными скоростями.

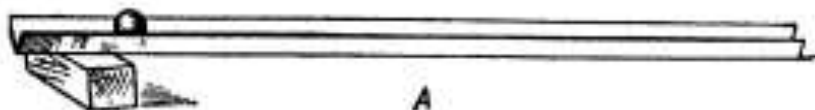


Рис. 8. «Желоб Галилея», со скатывающимся внутри него шариком

2. Движущаяся тележка с установленной на ней капельницей (рис. 9).

Демонстрируемое явление: равномерное прямолинейное движение.

Цель демонстрации: показать, что при равномерном движении тело в любые равные промежутки времени перемещается на равные расстояния.

Формируемые понятия: равномерное прямолинейное движение, скорость.

Оборудование: доска демонстрационная с винтом для компенсации трения, движущаяся тележка, капельница с подкрашенной жидкостью, штатив или любая другая подставка, бумага

Ход работы:

- с помощью штатива или подставки придать доске необходимый наклон, при котором тележка будет двигаться равномерно;
- рядом с доской разложить бумагу, на которую будут падать капли;
- тележку с капельницей разместить на верхнем крае доски;

- отпустить тележку, не придавая ей ускорения;
- пронаблюдать за движением тележки, предварительно открыв кран капельницы;
- измерить расстояние между каплями на бумаге;
- сделать вывод о равномерности движения тележки с капельницей.

Важно отметить, что использование секундомера в данном опыте не требуется по причине того, что капли из стакана выпадают через одинаковые промежутки времени.

Недостатки установки: трудность с выставлением нужного угла для осуществления равномерного движения, засорение крана, невозможность демонстрации движения с различными скоростями.



Рис. 9. Движущаяся тележка с установленной на ней капельницей

3. Система «Желобов Галилея», со скатывающимся внутри железным шариком (рис. 10).

Демонстрируемое явление: равноускоренное и равнозамедленное прямолинейное движение.

Цель демонстрации: помочь учащимся увидеть основные закономерности равноускоренного и равнозамедленного движения на опыте и тем самым создать экспериментальный базис для изучения этих видов движения.

Формируемые понятия: ускорение, равноускоренное движение, равнозамедленное движение.

Оборудование: «Желоб Галилея» с нанесенной на него разметкой – 2 штуки, металлический шарик, секундомер.

Ход работы:

- придать желобам одинаковый наклон, при котором движение шарика было бы неравномерным;
- совместить желоба нижними краями;
- пустить металлический шарик с верхнего края одного из желобов;
- засечь время прохождения каждого промежутка секундомером;
- сравнить результаты и сделать вывод о том, как двигался шарик в каждом из желобов.

Придавая различный наклон желобу, тело, спускаемое с него, начинает двигаться с ускорением. Составив вместе два желоба показывают, как равноускоренное (с горки), так и равнозамедленное (в горку) движение.

Недостатки установки: низкий уровень наглядности.



Рис. 10. Система «Желобов Галилея»

4. Заводная детская машинка (рис. 11).

Демонстрируемое явление: равноускоренное, равнозамедленное и равномерное прямолинейное движение.

Цель демонстрации: помочь учащимся увидеть основные закономерности равноускоренного и равнозамедленного движения на опыте и тем самым создать экспериментальный базис для изучения этих видов движения. Показать учащимся возможность перехода из неравномерного в равномерное движение.

Формируемые понятия: равномерное прямолинейное движение, ускорение, равноускоренное движение, равнозамедленное движение, средняя скорость.

Оборудование: заводная детская машинка, линейка демонстрационная, секундомер.

Ход работы:

- завести пружину машинки таким образом, чтобы игрушка, пройдя все расстояние по столу остановилось у его конца;

- запустить машинку и засекать секундомером время прохождения каждого участка пути, отмеченного на демонстрационной линейке;
- проанализировать результаты, показанные секундомером и сделать вывод о том, на каких участках движения наблюдалось равноускоренное, равномерное и равнозамедленное прямолинейное движение.

В этом опыте результаты времени на секундомере наглядно покажут ускоренное вначале, равномерное в середине и замедленное в конце движение игрушки. Данную демонстрацию можно сопровождать видеосъемкой или подключением цифровой лаборатории, с помощью которых можно будет более точно отследить как менялась скорость движения машинки. Результат данного опыта следует использовать для формирования понятий о средней скорости.

Недостатки установки: низкий уровень наглядности, высокий уровень износа механизма.



Рис. 11. Демонстрация прямолинейного движения с помощью заводной машинки

5. Прибор для демонстрации законов механики (ПДЗМ).

Демонстрируемое явление: равноускоренное и равнозамедленное прямолинейное движение.

Цель демонстрации: помочь учащимся увидеть основные закономерности равноускоренного и равнозамедленного движения на опыте и тем самым создать экспериментальный базис для изучения этих видов движения.

Формируемые понятия: ускорение, равноускоренное движение, равнозамедленное движение.

Оборудование: ПДЗМ, секундомер.

Ход работы:

- монорельсу ПДЗМ придать наклон с помощью ступенчатой подставки, входящей в комплект прибора;

- каретку оснастить пружиной с буфером и соединить его с включенным электромагнитом;
- выключить выпрямитель и наблюдать движение каретки вверх в результате взаимодействия с пружиной и обратное ее перемещение вниз;
- через равные расстояния с помощью секундомера засекать время прохождения;
- сравнить полученные значения времени, сделать вывод о том, в какой момент времени каретка движется равнозамедленно, а в какой равноускоренно;

Благодаря плоской пружине можно наблюдать многократное равнопеременное движение каретки по наклонному монорельсу.

Недостатки установки: низкий уровень наглядности, трудоемкая сборка, громоздкость конструкции.

Устройство данного прибора представлено на рисунке 12.

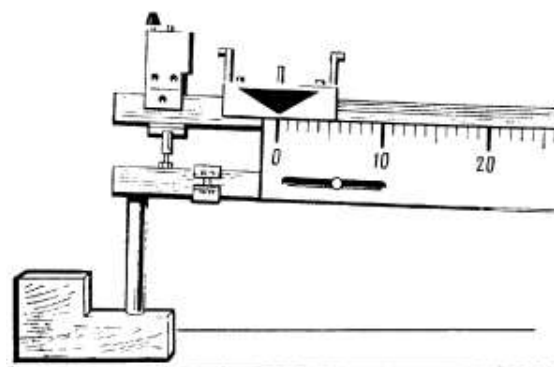


Рис. 12. Прибор для демонстрации законов механики (ПДЗМ)

6. Машина Атвуда.

Демонстрируемое явление: равноускоренное прямолинейное движение.

Цель демонстрации: помочь учащимся увидеть основные закономерности равноускоренного движения на опыте и тем самым создать экспериментальный базис для изучения этих видов движения.

Формируемые понятия: ускорение, равноускоренное движение.

Оборудование: машина Атвуда, набор грузиков, секундомер.

Ход работы:

- собрать машину Атвуда, как показано на рисунке;

- на правый груз положить перегрузок массой 2 грамма;
- вывести правый груз на начало шкалы;
- отпустить систему грузов;
- с помощью секундомера, фиксировать время прохождения системой грузов равных участков пути;
- сравнить полученные результаты, сделать вывод о том, что система грузов движется равноускорено.

Недостатки установки: трудоемкая сборка, громоздкость конструкции.

Внешний вид устройства представлен на рисунке 13.

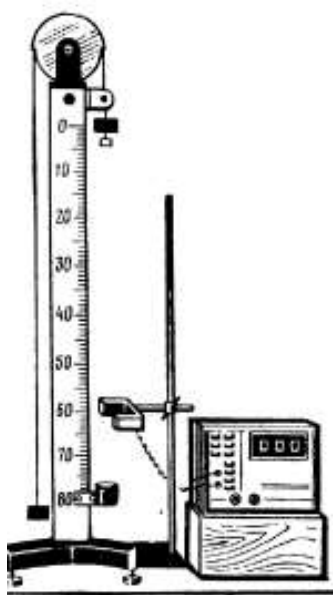


Рис. 13. Машина Атвуда

7. Прибор Халдея (рис. 14).

Демонстрируемое явление: равноускоренное прямолинейное движение.

Цель опыта: помочь учащимся увидеть основные закономерности равноускоренного движения на опыте и тем самым создать экспериментальный базис для изучения этих видов движения.

Формируемые понятия: ускорение, равноускоренное движение.

Оборудование: прибор Халдея, набор грузиков, штатив.

Ход работы:

- закрепить прибор Халдея на штативе;

- к движущейся ленте прикрепить бумажную полоску и грузы равные по массе;
- обмакнуть кисточку на маятнике в чернила;
- на один из грузов положить перегрузки;
- сравнить полученные на бумаге участки пути, сделать вывод о том, что система двигалась равноускоренно.

Особенность прибора Халдея заключается в том, что ускорение определяется с помощью меток на движущейся ленте, которые делает при своём колебании маятник кисточкой, расположенной на его конце. Наличие маятника позволяет осуществлять демонстрации без использования секундомера, т.к. отметки на бумаге появляются через равные промежутки времени.

Недостатки установки: высокий уровень износа деталей, трудоемкая сборка, громоздкость конструкции.

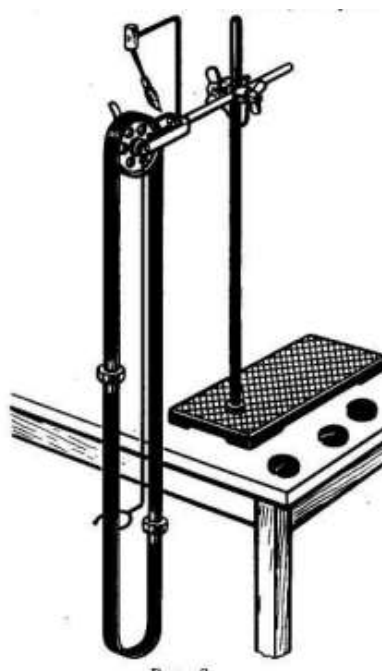


Рис. 14. – Прибор Халдея

8. Трубка Ньютона (рис. 15).

Демонстрируемое явление: равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение.

Цель опыта: экспериментально доказать, что в отсутствие сопротивления воздуха все тела независимо от их массы падают с одинаковым ускорением.

Формируемые понятия: свободное падение, ускорение свободного падения, равноускоренное движение.

Оборудование: трубка Ньютона, насос Комовского, демонстрационный манометр, железный шарик, пробка, перышко.

Ход работы:

- у трубки Ньютона открыть кран и, держа ее в вертикальном положении краном вверх быстро перевернуть ее несколько раз;
- сделать вывод о том, что тела падают с разным ускорением, объяснить почему;
- соединить трубку шлангом через демонстрационный манометр с насосом Комовского и откачать воздух;
- когда стрелка манометра установится на нуле, закрыть кран трубки Ньютона;
- снять резиновый шланг и снова перевернуть трубку 2-3 раза;
- сделать вывод о том, что после откачки воздуха тела стали падать с одинаковым ускорением, так как отсутствует сопротивление воздуха.

Для того чтобы опыт был более наглядным, необходимо проводить его в максимальной близости к учащимся и на темном фоне.

Недостатки установки: низкий уровень наглядности, громоздкость конструкции, высокий уровень износа соединительных элементов.

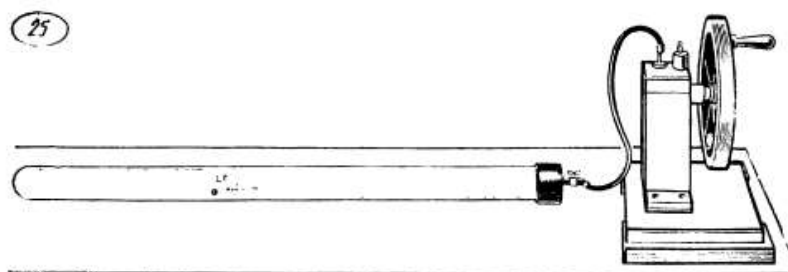


Рис. 15. Трубка Ньютона

9. Диск вращения, в комплекте с цифровым фотоаппаратом [9].

Цель демонстрации: выявить закономерности вращательного движения, определить угловое ускорение.

Формируемые понятия: вращательное движение, угловое ускорение, мгновенная скорость.

Оборудование: диск вращения, флажок, пластилин, фотоаппарат со штативом, ПК, программа VirtualDub-MPEG2.

Ход работы:

- собрать установку в соответствии с рисунком, установить диск вращения на столе, закрепить на краю флажок с помощью пластилина;
- установить фотоаппарат на штативе напротив экспериментальной установки, так чтобы на экране камеры был виден диск вращения и флажок;
- раскрутить диск вращения и записать на видео его движение до полной остановки;
- перенести информацию с фотоаппарата на компьютер;
- в программе VirtualDub-MPEG2 определить время полного оборота диска и вычислить мгновенную скорость;
- по полученным данным построить график зависимости угловой скорости от времени;
- из графика определить угловое ускорение.

Недостатки установки: требует дополнительного оборудования и программного обеспечения, которые не имеются в кабинет физики. В частности, необходим цифровой фотоаппарат.

Внешний вид устройства представлен на рисунке 16.

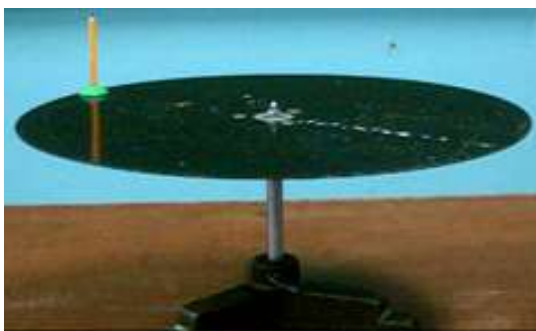


Рис. 16. Диск вращения

Таким образом, сравнение различных экспериментальных установок по демонстрации механического движения показал, что:

- большинство установок устарели и в настоящий момент не выпускаются промышленностью;
- подготовка к этим опытам требует значительных временных затрат, также дополнительного оборудования, которое не имеется в кабинете физики;
- некоторые обладают низкой наглядностью, и учитель не в полной мере сможет раскрыть такие понятия как «скорость», «прямолинейное равномерное движение», «прямолинейное равноускоренное движение» и др.

Основываясь на анализе возможностей вышеперечисленных демонстрационных установок, появилась необходимость в создании комплекса самодельных приборов, позволяющего раскрыть возможности учебного физического эксперимента по формированию физических понятий по теме «Кинематика».

2.3. Методические рекомендации по использованию самодельного оборудования

Мы предлагаем использовать при изучении кинематических явления и закономерности разработанное нами самодельное оборудование.

1. *Демонстрационный редуктор.* Данное устройство представляет собой механизм, служащий для передачи и преобразования вращательного момента, а также угловых скоростей. Простейшее устройство редуктора, это зацепление из шестерни и зубчатого колеса. Крутящий момент передается через непосредственный контакт зубьев – элементов детали. Они движутся с одинаковой линейной скоростью, но разной угловой. Количество вращений шестерни и колеса за единицу времени разное, зависит от диаметров деталей и количества зубьев. Редуктор легко крепится к доске при помощи магнитной основы, что увеличивает площадь обзора учащимися. Внешний вид установки представлен на рисунке 17.

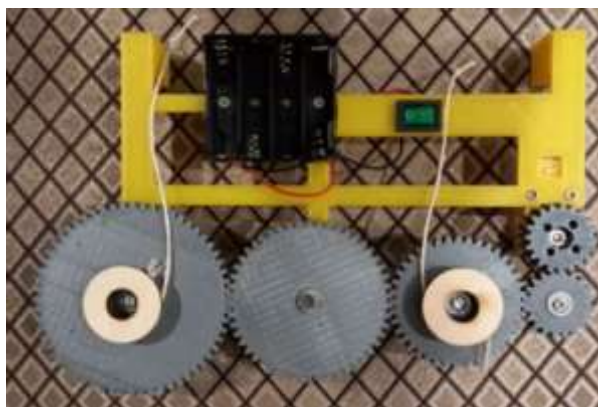


Рис. 17. Внешний вид демонстрационного редуктора

Помимо самого редуктора с помощью лазерного гравера были изготовлены дополнительные компоненты:

- направляющие, для движения грузов – представляют собой жёлоба из фанеры с нанесённой разметкой, как на линейке (рис. 18). Сделано это для того, чтобы было удобно засекаать расстояние, пройденное грузиком, а сам грузик испытывал минимальные колебания при движении;



Рис. 18. Набор направляющих для движения грузов

- неподвижные блоки, для осуществления перпендикулярного движения «друг относительно друга» (рис. 19).



Рис. 19. Набор неподвижных блоков

Методическая ценность прибора заключается в том, что он позволяет ввести для учащихся такие понятия как: скорость, равномерное прямолинейное движение, относительность движения, относительная скорость двух тел, движущихся в одинаковом и противоположных направлениях.

2. *Баллистический пистолет.* Данное устройство состоит из трех основных частей: непосредственно направляющей части, головная части с пусковым механизмом и указателя угла вылета снаряда. Принцип работы данного устройства сводится к тому, что снаряду передается импульс за счет кинетической энергии сжатия пружины. Внешний вид баллистического пистолета на рисунке 20.

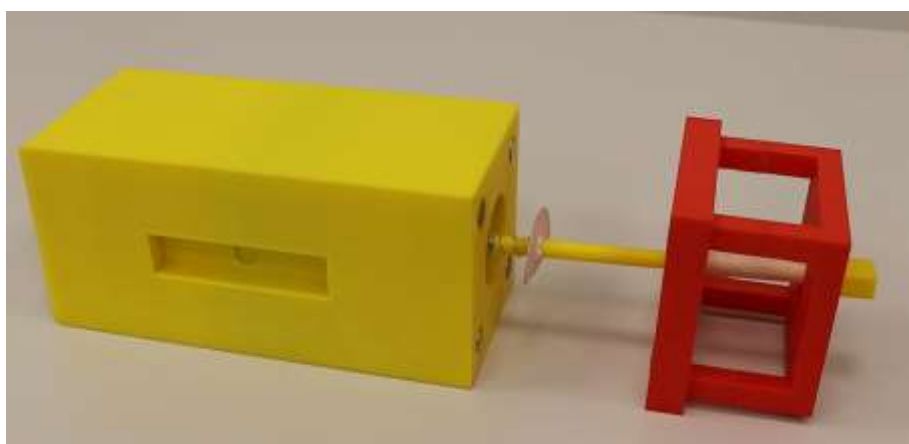


Рис. 20. Внешний вид баллистического пистолета

Баллистический пистолет собран по принципу взаимозаменяемости деталей, вышедших из строя. Все основные части соединены между собой при помощи магнитов, что позволяет в срочном порядке отремонтировать прибор, не утилизируя его. Также данный прибор может крепиться к учебной магнитной доске.

Методическая ценность баллистического пистолета заключается в том, что он позволяет ввести для учащихся такие понятия как: баллистическое движение, свободное падение, ускорение свободного падения.

3. *Прибор для демонстрации равноускоренного движения.* Данное устройство является первым, у которого есть программное обеспечение на базе Arduino,

позволяющее выбирать режимы работы для данного устройства, а также осуществлять обратную связь через рабочий экран. Внешний вид прибора для демонстрации равноускоренного движения представлен на рисунке 21.

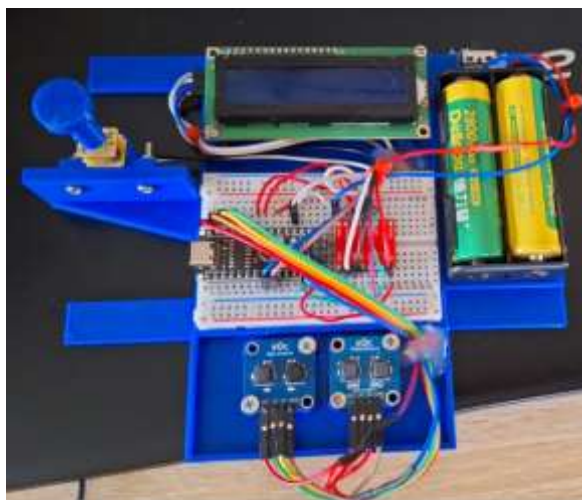


Рис. 21. Внешний вид прибора для демонстрации равноускоренного движения

Принцип работы данного устройства заключается в том, что на двигатель постоянно передается варьирующийся по времени ШИМ-сигнал, который заставляет его вращаться равномерно или с постоянным ускорением. Отличительной особенностью прибора является то, что во время проведения демонстрации учитель может своевременно вносить изменения в программу, меняя шаг для ускорения или время работы двигателя. Также данный прибор может крепиться к учебной магнитной доске.

Методическая ценность данного прибора заключается в том, что он позволяет ввести для учащихся такие понятия как: скорость, равномерное прямолинейное движение, ускорение, равноускоренное движение.

Стоит отметить что все приборы были изготовлены посредством 3D-печати. Материалом для изготовления послужил PLA пластик, который отличается своей прочностью и экономичностью. Разработка 3D-моделей была произведена с помощью отечественного программного обеспечения – КОМПАС 3D. Данная программа содержит набор библиотек, позволяющих создавать чертежи деталей механических передач, зная их основные параметры. А также позволяет генерировать 3D-модель на основе произведенного чертежа.

Разработанные нами самодельные приборы, имеют преимущество над вышеупомянутыми типовыми установками по следующим критериям:

- Компактность – каждая из самодельных установок имеет минимальные размеры и не занимает места на демонстрационном столе за счет того, что крепится магнитами к школьной доске.
- Простота в использовании – для работы с данным оборудованием требуется совершать всего лишь 1-2 простых действия (выбор программы, запуск, настройка расположения на доске).
- Наглядность - за счет того, что все приборы крепятся на доску, то практически полностью исключается вероятность того, что некоторые ученики в классе не увидят проводимый эксперимент.
- Экономичность и ремонтпригодность – все, разработанные нами, самодельные установки изготовлены посредством 3D-печати. Данный способ создания приборов является общедоступным, так как практически во всех школах уже появились 3D-принтеры со всеми необходимыми комплектующими, а также позволяет легко заменять вышедшие из строя детали.
- Многофункциональность – данный критерий является одним из важнейших, так как основной целью разработки самодельных устройств являлась необходимость того, чтобы один прибор позволял осуществлять сразу несколько демонстраций, а также позволял формировать большее количество понятий.

Далее приведем методические рекомендации с использованием экспериментальных установок, которые описаны выше.

1. Движение двух тел с разными скоростями.

Цель демонстрации: познакомить учащихся с новой физической величиной – скоростью.

Оборудование: демонстрационный редуктор, грузики равной массы, цифровой метроном.

Ход эксперимента:

- закрепить прибор на магнитной доске;

- подвесить к разным шестерням два одинаковых грузика на нитях равной длины;
- вызвать помощника, который будет отмечать расстояния, пройденные вторым грузиком;
- включить метроном и запустить прибор;
- на каждый удар метронома, маркером на доске отмечать расстояние, пройденное грузиками (3-4 измерения);
- выключить прибор и метроном;
- проанализировать полученные результаты;
- сделать вывод о том, что за равные промежутки времени, грузики проходят разное расстояние, т.к. они двигаются с разной скоростью;
- ввести понятие скорости.

Внешний вид демонстрации представлен на рисунке 22.

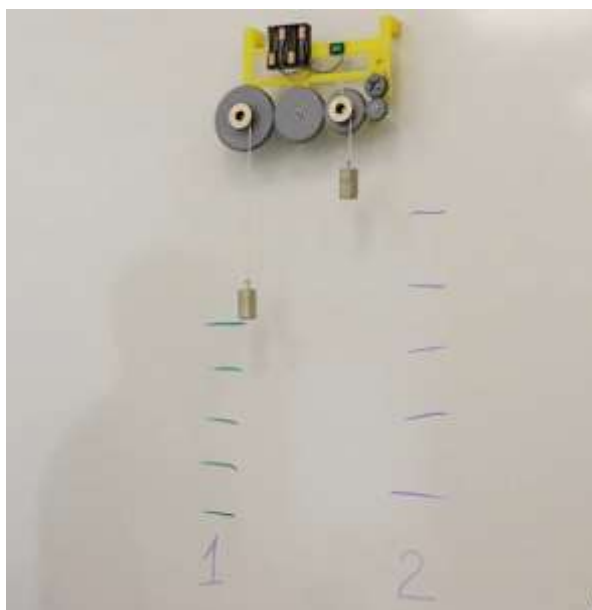


Рис. 22. Демонстрация движения тел с разными скоростями

2. Равномерное прямолинейное движение тела.

Цель демонстрации: познакомить учащихся с одним из основных видов движения – равномерным прямолинейным движением.

Оборудование: самодельный прибор по изучению законов кинематики, грузик, цифровой метроном, линейка.

Ход работы:

- закрепить прибор на магнитной доске;
- к одной из шестерней подвесить на нитке грузик;
- включить метроном и запустить прибор;
- на каждый удар метронома, маркером на доске отмечать расстояние, пройденное грузиком (3-4 измерения);
- выключить прибор и метроном;
- измерить расстояния, пройденные грузиком;
- проанализировать полученные результаты, сделать вывод о том, что за равные промежутки времени, грузик проходит равные расстояния, т.к. движется с постоянной скоростью (равномерно);
- ввести понятие равномерного прямолинейного движения.

Внешний вид демонстрации представлен на рисунке 23.

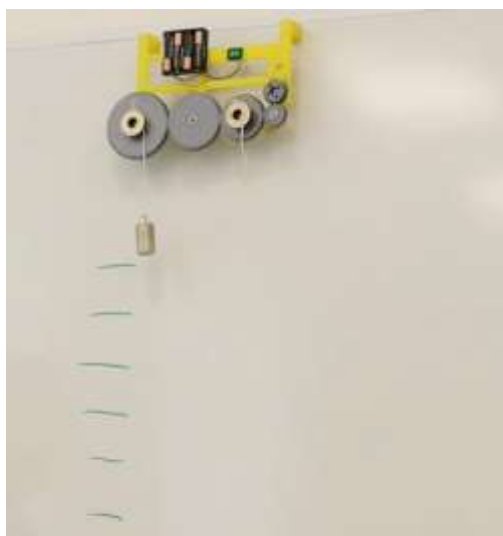


Рис. 23. Демонстрация равномерного прямолинейного движения

3. Определение относительной скорости двух тел, движущихся в одном направлении.

Цель демонстрации: сформировать понятия относительности движения и относительной скорости, экспериментальным путем показать, как рассчитывается относительная скорость двух тел, движущихся в одном направлении.

Оборудование: самодельный прибор по изучению законов кинематики, грузики равной массы, направляющие – 2 шт.

Ход работы:

- закрепить прибор на магнитной доске;
- подвесить к разным шестерням два одинаковых грузика таким образом, чтобы они двигались в одном направлении с разными скоростями;
- грузики поместить в направляющие таким образом, чтобы они стартовали с одного положения;
- запустить прибор;
- когда быстродвижущееся тело обгонит медленнодвижущееся тело, выключить прибор;
- произвести расчеты для нахождения относительной скорости движения тел.

Внешний вид демонстрации и необходимые расчёты представлены на рисунке 24.

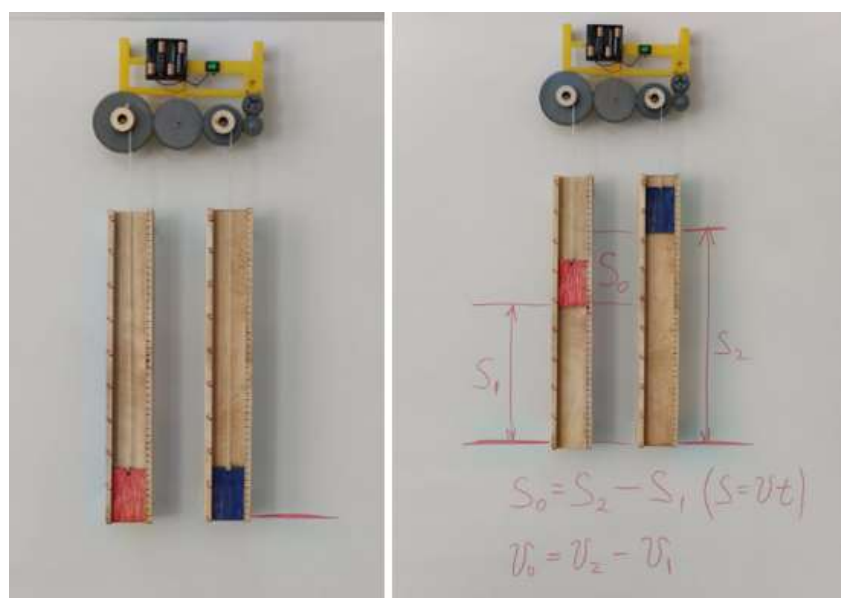


Рис. 24. Относительное движение тел в одном направлении

4. Определение относительной скорости двух тел, движущихся в противоположных направлениях.

Цель демонстрации: сформировать понятия относительности движения и относительной скорости, экспериментальным путем показать, как рассчитывается относительная скорость двух тел, движущихся в противоположных направлениях.

Оборудование: демонстрационный редуктор, грузики равной массы, направляющие – 2 штуки.

Ход работы:

- закрепить прибор на магнитной доске;
- подвесить к разным шестерням два одинаковых грузика таким образом, чтобы они двигались в противоположных направлениях с разными скоростями;
- грузики поместить в направляющие таким образом, чтобы они стартовали с одного положения;
- запустить редуктор;
- когда между грузиками будет хорошо видно расстояние около, выключить редуктор;
- произвести расчеты для нахождения относительной скорости движения тел.

Внешний вид демонстрации и необходимые расчёты представлены на рисунке 25.

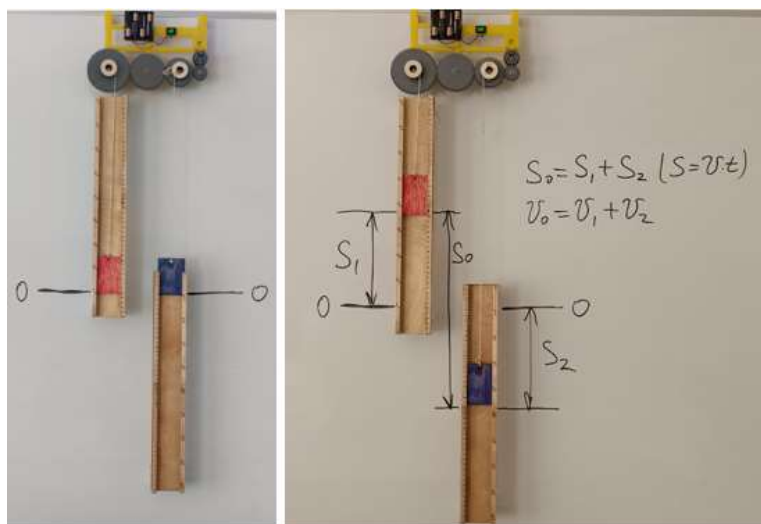


Рис. 25. Относительное движение тел в противоположных направлениях

5. Определение относительной скорости двух тел, движущихся перпендикулярно друг другу.

Цель демонстрации: сформировать понятия относительности движения и относительной скорости, экспериментальным путем показать, как рассчитывается относительная скорость двух тел, движущихся перпендикулярно.

Оборудование: демонстрационный редуктор, грузики равной массы, направляющие – 2 штуки, магнитная доска.

Ход работы:

- закрепить прибор на магнитной доске;
- подвесить к разным шестерням два одинаковых грузика таким образом, чтобы они двигались в противоположных направлениях с разными скоростями;
- грузики поместить в направляющие таким образом, чтобы они двигались друг от друга перпендикулярно друг другу (использовать неподвижные блоки);
- запустить редуктор;
- когда между грузиками будет хорошо видно расстояние около, выключить редуктор;
- произвести расчеты для нахождения относительной скорости движения тел.

Внешний вид демонстрации и необходимые расчёты представлены на рисунке 26.

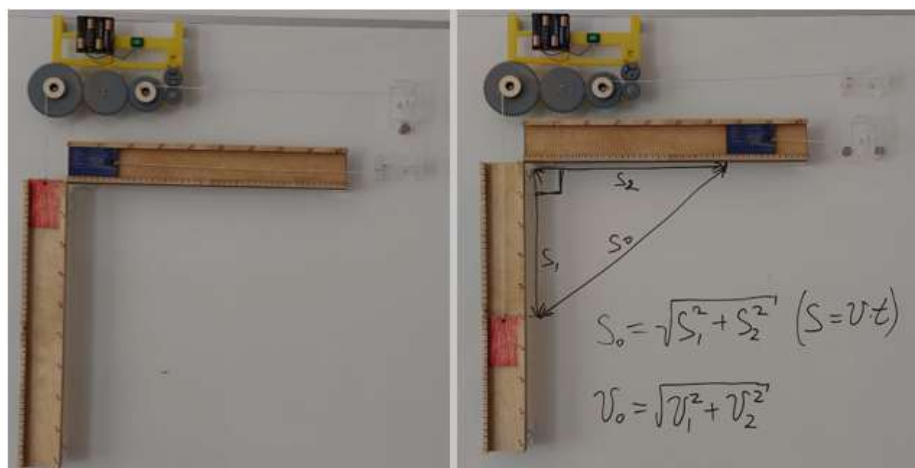


Рис. 26. Относительное движение тел перпендикулярно друг другу

6. Исследование зависимости дальности полета снаряда от угла запуска.

Цель демонстрации: сформировать понятие баллистического движения, доказать; доказать, что максимальная дальность полета снаряда наблюдается при угле в 45° .

Оборудование: баллистический пистолет, шарик для пинг-понга, магнитная доска, цифровой фотоаппарат, программа VirtualDub-MPEG2, магнитные линейки.

Ход работы:

- закрепить прибор на магнитной доске;
- закрепить магнитные линейки;
- включить цифровой фотоаппарат;
- выставить угол запуска снаряда 30^0 и произвести выстрел;
- увеличивая угол запуска до 45^0 и 60^0 произвести еще два выстрела;
- перенести информацию с фотоаппарата на компьютер;
- в программе VirtualDub-MPEG2 определить дальность полета снаряда при каждом из углов запуска;
- по полученным данным сделать вывод о зависимости дальности полета снаряда от угла запуска.

Внешний вид демонстрации представлен на рисунке 27.

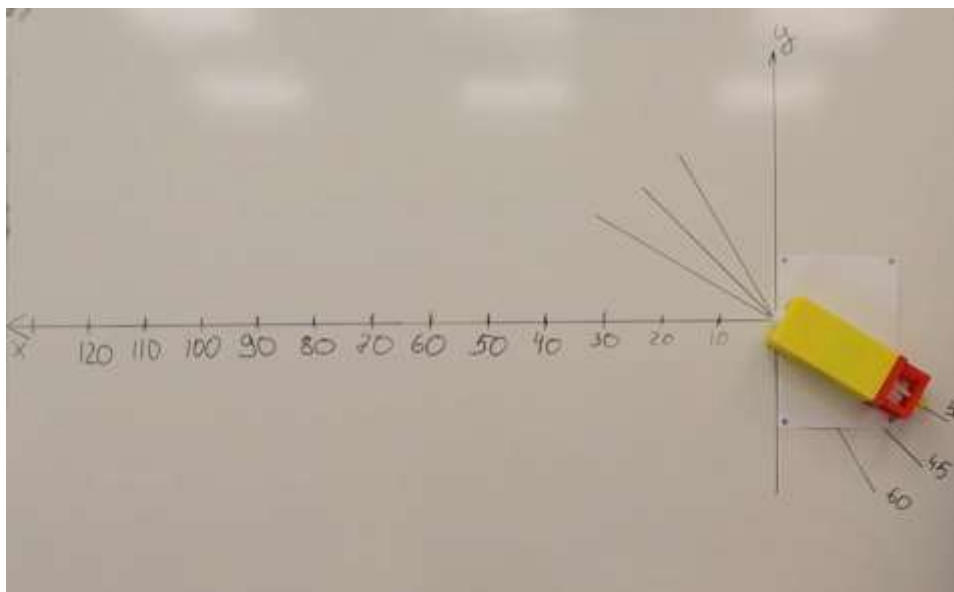


Рис. 27. Зависимость дальности полета от угла запуска

7. Исследование зависимости дальности полета снаряда от начальной скорости.

Цель демонстрации: сформировать понятие баллистического движения, доказать, доказать, что дальность полета зависит от начальной скорости.

Оборудование: баллистический пистолет, шарик для пинг-понга, магнитная доска, цифровой фотоаппарат, программа VirtualDub-MPEG2, магнитные линейки.

Ход работы:

- закрепить прибор на магнитной доске;
- закрепить магнитные линейки;
- включить цифровой фотоаппарат;
- выставить произвольный угол запуска снаряда;
- с помощью пускового механизма сжать пружину до значения 1 и произвести выстрел;
- сжимая пружину до значений 2 и 3 произвести еще два выстрела;
- перенести информацию с фотоаппарата на компьютер;
- в программе VirtualDub-MPEG2 определить дальность полета снаряда при каждом из значений сжатия пружины;
- по полученным данным сделать вывод о зависимости дальности полета снаряда от начальной скорости.

8. Равноускоренное прямолинейное движение тела.

Цель демонстрации: познакомить учащихся с одним из основных видов движения – равноускоренным прямолинейным движением, сформировать понятие «ускорение».

Оборудование: прибор для демонстрации равноускоренного движения, грузик, цифровой метроном, линейка.

Ход работы:

- закрепить прибор на магнитной доске;
- подвесить к валу двигателя грузик;
- выбрать режим работы двигателя с ускорением;
- включить метроном и запустить прибор;
- на каждый удар метронома, маркером на доске отмечать расстояние, пройденное грузиком (3-4 измерения);

- измерить расстояния, пройденные грузиком;
- проанализировать полученные результаты, сделать вывод о том, что за равные промежутки времени, грузик проходит разные расстояния, длина которых каждый раз увеличивается на одно и то же значение, т.к. движется с постоянным ускорением (равноускоренно);
- ввести понятие равноускоренного прямолинейного движения.

Внешний вид демонстрации представлен на рисунке 28.

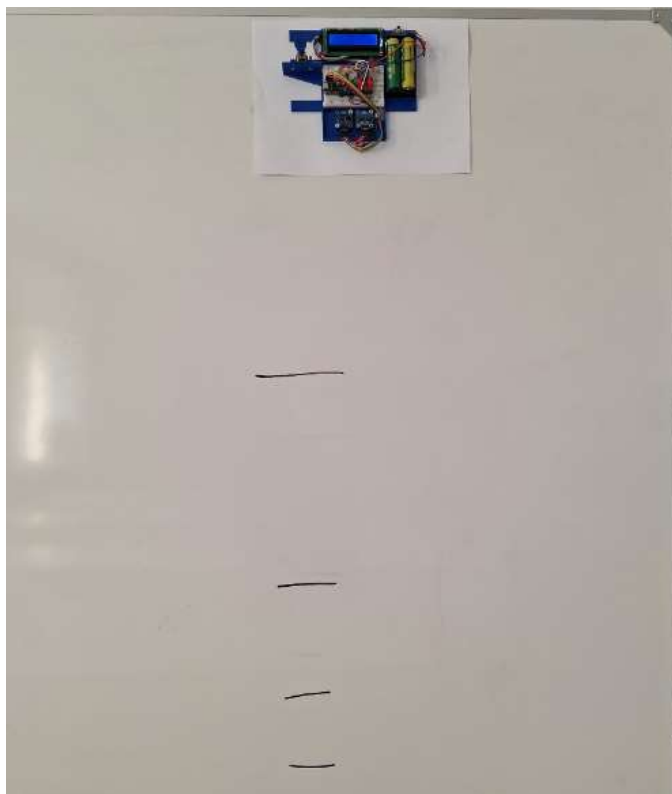


Рис. 28. Равноускоренное движение тела

2.4. Опытно-поисковая работа

В ходе педагогического исследования осуществлялась экспериментальная проверка эффективности, предложенной нами методики использования самодельного оборудования для проведения УФЭ в процессе формирования физических понятий.

Экспериментальная работа проводилась в школах разного типа (общеобразовательных и профильных) при поддержке и участии учителей, имеющих разный стаж работы (от 2 до 25 лет) и разные категории (от не имеющих категории до имеющих высшую категорию).

Педагогический эксперимент включает в себя три основных этапа:

- Констатирующий этап;
- Формирующий этап;
- Контрольно-оценочный этап.

Выбор школ для проведения педагогического эксперимента определялся желанием учителей участвовать в этом исследовании и наличием в школах соответствующей материальной базы (таблица 1).

Таблица 1 – Список экспертов, проводивших оценку.

№	Наименование учебного заведения	ФИО учителя	Квалификационная категория
1	МОУ СОШ №7, г. Качканар	Мельникова Наталья Михайловна	Высшая
2	Екатеринбургское Суворовское Военное училище	Бабухина Татьяна Александровна	Высшая
3	Радиотехникум, г. Екатеринбург	Сердюк Наталья Петровна	Высшая
4	МАОУ СОШ №142, г. Екатеринбург	Чернова Марина Юрьевна	Высшая
5	МАОУ СОШ №52, г. Екатеринбург	Баглаев Данил Леонидович	Первая
6	Лицей №173, г. Екатеринбург	Болле Татьяна Викторовна	Высшая

Педагогический эксперимент заключался в решении следующих задач:

1. Выявить готовность учителей физики к использованию в учебном процессе самодельного оборудования.

2. Разработать и обосновать методику использования самодельного оборудования при проведении УФЭ в процессе формирования физических понятий.

3. Определить эффективность методики использования самодельного оборудования при проведении УФЭ в процессе формирования физических понятий.

- Во время **констатирующего** этапа был проведен теоретический анализ проблемы на основе изучения научной, учебно-методической литературы и результатов педагогических исследований в области использования УФЭ как средства обучения в процессе формирования физических понятий.

Проведено анкетирование учителей школ Екатеринбурга и Свердловской области с целью определения актуальности исследования и выявления особенностей проблемы использования самодельного оборудования при проведении УФЭ в процессе формирования физических понятий.

Для достижения цели констатирующего этапа были поставлены следующие задачи:

Задачи констатирующего этапа эксперимента:

1. Проанализировать, имеют ли учителя возможность использовать УФЭ для формирования физических понятий.
2. Рассмотреть условия для использования УФЭ в процессе формирования физических понятий.

Методы, используемые при решении данных задач:

- изучение и анализ библиографических источников по теме исследования;
- изучение и анализ нормативных документов, регламентирующих образование в области физики (образовательные стандарты, учебные программы по физике для основной школы);
- анкетирование учителей.

При проведении этого этапа эксперимента было задействовано 46 учителей физики.

Для достижения целей этого этапа педагогического исследования учителям была предложена анкета:

1. Имеются ли в образовательной организации, в которой Вы работаете, оборудование для проведения УФЭ?
 - Да, в достаточном количестве;
 - Да, в малом количестве;
 - Нет
2. Имеется ли у Вас опыт использования УФЭ в процессе формирования физических понятий?

- Да
- Нет, то какие основные ПРИЧИНЫ этого (Поставьте галочку напротив или подчеркните):

- оборудование, используемое образовательной организацией, не позволяет проводить УФЭ с целью формирования физических понятий;

- не хватает времени для изучения и освоения методики применения УФЭ для формирования понятий;

- недостаточно информации по работе с используемым оборудованием;

- другое _____

3. Встречали ли Вы в научно-методической литературе информацию о применении УФЭ в процессе формирования физических понятий?

- Да, пользуюсь ими;

- Да, но не пользуюсь ими;

- Нет

4. Применяете ли Вы педагогические технологии, методы, формы и средства обучения, позволяющие формировать физические понятия?

- Да;

- Нет

5. Можно ли заменить используемое оборудование на самодельное и использовать его для проведения УФЭ в процессе формирования физических понятий?

- Нет;

- Да (если да, то о каких самодельных установках вы знаете?)

6. Использовали бы вы методические рекомендации по проведению УФЭ с помощью самодельных физических установок?

- Нет;

- Да

По результатам опроса были сделаны следующие выводы:

1. Большинство учителей физики осведомлены о возможности использования УФЭ в процессе формирования физических понятий, а также располагают малым количеством оборудования для этого. При этом, данное оборудование представляется сложным в использовании, в связи с отсутствием методических рекомендаций.

2. Большинство учителей физики применяют педагогические технологии, методы, формы и средства обучения, позволяющие формировать физические понятия

3. Большинство учителей физики считают возможным использование замены типового оборудования на самодельное и использование его для проведения УФЭ в процессе формирования физических понятий.

Таким образом, на констатирующем этапе были выявлены следующие проблемы:

1) недостаточность и сложность используемого оборудования для проведения УФЭ;

2) необходимость разработки методики использования самодельного оборудования при проведении УФЭ в процессе формирования физических понятий.

- С целью разработки эффективной методики использования самодельного оборудования при проведении УФЭ в процессе формирования физических понятий был проведен второй этап педагогического эксперимента – *формирующий*.

Задачи формирующего этапа эксперимента:

1. Разработать методические приемы по формированию у учащихся физических понятий в процессе проведения УФЭ с использованием самодельного оборудования.

2. Определить эффективность предложенных лабораторных работ.

Методы, используемые при решении данных задач:

- экспертная оценка;

- методы математической статистики.

В процессе формирующего эксперимента была организована работа по реализации методики использования самодельного оборудования при проведении УФЭ в процессе формирования физических понятий.

Для определения эффективности методики использования самодельного оборудования при проведении УФЭ в процессе формирования физических понятий был применен метод экспертной оценки.

Цель экспертизы – оценить дидактические возможности предложенных демонстраций для формирования у учащихся физических понятий.

Метод экспертных оценок включает организацию экспертизы, формулировку ее цели, разработку содержания опросного листа, подбор рабочих групп экспертов, проведение опроса экспертов, анализ и обработку полученных результатов.

Для проведения независимой экспертизы эффективности, разработанной нами методики, были приглашены специалисты в области обучения физике: учителя физики средних общеобразовательных школ и гимназий (таблица 1).

Каждый член экспертной комиссии заполнил индивидуальный протокол экспертизы (рис. 29), оценивая по 4-х бальной шкале методическую ценность предложенных лабораторных работ для формирования познавательного интереса учащихся.

Индивидуальный протокол экспертизы № 1								
ФИО _____								
Результаты экспертизы методической ценности демонстраций, проведенных с использованием самодельного оборудования, с целью формирования физических понятий								
Критерий оценивания	Демонстрации, проведенные с использованием самодельного оборудования							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Методическая ценность демонстраций с применением самодельного оборудования в процессе формирования физических понятий								

Рис. 29. Протокол экспертизы члена экспертной комиссии

По формуле (8) нами рассчитывался коэффициент результата экспертизы $\langle K \rangle$ по соответствующей лабораторной работе, как среднее арифметическое индивидуальных коэффициентов экспертизы эффективности демонстраций с использованием самодельного оборудования для формирования физических понятий:

$$\langle K \rangle = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6}{6} \quad (8)$$

где $K_1, K_2, \dots, K_6$ – коэффициент результата экспертизы эффективности демонстраций с использованием самодельного оборудования (баллы), поставленный соответствующим экспертом.

Дисперсия индивидуальных коэффициентов экспертизы демонстраций (ΔK) определялась как отклонение индивидуального коэффициента экспертизы от средней арифметической индивидуальных коэффициентов экспертизы (например, $\Delta K = \langle K \rangle - K_1$). Аналогично формуле (8) рассчитывалась дисперсия коэффициента экспертизы демонстраций.

Полученные в процессе экспертной оценки результаты расшифровываются следующим образом:

- 1) от 0 до 1 – демонстрация не имеет методической ценности, не позволяет формировать физические понятия и ее лучше не использовать в учебном процессе;
- 2) от 1 до 2 – демонстрацию можно использовать в обучении, но при этом она не позволяет эффективно формировать физические понятия;
- 3) от 2 до 3 – демонстрацию можно рекомендовать к использованию в учебном процессе и в том числе для формирования физических понятий.
- 4) от 3 до 4 – демонстрацию целесообразно использовать в учебном процессе для формирования физических понятий.

Результаты экспертной оценки методической ценности демонстраций, проводимых с использованием самодельного оборудования в процессе формирования физических понятий с учетом дисперсии индивидуальных коэффициентов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициент методической ценности демонстраций

Коэффициент	Номер демонстрации с использованием самодельного оборудования							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<K> ± ΔK	3,67	3,33	3,67	3,67	3,83	3,17	3,17	4,00
	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0

Таким образом, экспертная оценка предложенных демонстраций с использованием самодельного оборудования показала их методическую и дидактическую ценность в процессе формирования физических понятий.

Заключение

Для достижения поставленной цели в рамках выпускной квалификационной работы были сформулированы задачи, при решении которых были сделаны следующие выводы:

1. «Кинематика» является одним из первых изучаемых разделов в школе, в котором вводятся ключевые понятия, являющиеся базой для дальнейшего изучения физики.

2. Среди типового демонстрационного оборудования, выделяется большое число экспериментальных установок для изучения законов прямолинейного движения. Но несмотря на все многообразие большинство из них устарели или обладают низкой наглядностью при формировании физических понятий по теме «Кинематика».

3. Самодельные приборы разработанный нами позволяют, по мнению экспертов, эффективно формировать физические понятия по теме «Кинематика». С их помощью можно ввести такие понятия как «перемещение», «скорость», «ускорение», «относительность движения», продемонстрировать прямолинейное равномерное и равноускоренное движение, баллистическое движение тела.

4. Разработанные методические рекомендации по применению самодельного оборудования при обучении физике позволяют обогатить методическую библиотеку учителя физики. Эксперты рекомендуют к обязательному внедрению этих самодельных установок в учебный процесс.

Список литературы

1. Акимов В.А., Теоретическая механика. Кинематика. [Текст]: Учебное пособие / В.А. Акимов, О.Н. Скляр, А.А. Федута. - М.: ИНФРА-М, 2012 – 635 с.
2. Андреева, Л. Е. Механические явления [Текст]: учебное пособие / Л.Е. Андреева, А. А. Шаповалов. – Барнаул: Изд-во БГПУ, 2004 – 144 с.
3. Антипин И.Г. Экспериментальные задачи по физике в 6-7 классах. - 1-е изд. - М.: Просвещение, 1974. - 127 с.
4. Выготский Л.С Мышление и речь. - 5-е изд. - М.: "Лабиринт", 1999. - 352 с.
5. Галанин, Д. Д., Павша, А. В., Сахаров, Д. И. Физический эксперимент в школе: Том 2. Механика. [Текст] / Д. Д. Галанин, А. В. Павша, Д. И. Сахаров — 2-е изд. — М.: Государственное учебно-педагогическое издание, 1935 — 356 с.
6. Домашние эксперименты по физике для 7-9 классов. Методические указания / Сорока Д.С., Шевчук Е.П. - Усть-Каменогорск: Издательство ВКГУ им. С. Аманжолова, 2017.
7. Каменецкий С.Е. Теория и методика обучения физики в школе. Частные вопросы – издательство «Академия» 2000 год.
8. Кириков, М.В. Лаборатория учебного демонстрационного эксперимента по физике: учебное пособие / М.В. Кириков, А.М. Шитова; Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2009 – 108 с.
9. Методика использования цифрового фотоаппарата в учебном физическом эксперименте [Текст]: метод. рекомендации для студентов и преподавателей / Р.М. Абдулов; Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2010. – 48 с.
10. Пустильник И.Г. «Формирование у учащихся научных понятий»: автореф. дис. д-ра пед. наук: 13.00.01, 13.00.02. - Екатеринбург, 1997. - 58 с.
11. Сахаров Ю.Е., Воронина Т.В. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента: Методическое пособие. – Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2009. –с.

12. Усова А.В. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся научных понятий: Учеб. пособие к спецкурсу. - 1-е изд. - Челябинск: Челябинский гос. пед. ин-т, 1986. - 352 с.
13. Усова А.В. Условия успешного формирования у учащихся научных понятий // Наука и школа. - 2006. - №3. - С. 57-59.
14. Шамало Т.Н. Учебный эксперимент в процессе формирования физических понятий. - 1-е изд. - М.: Просвещение, 1986. - 96 с.
15. Шахмаев, Н. М., Шилов, В. Ф. Физический эксперимент в средней школе: Механика. Молекулярная физика. Электродинамика. [Текст] / Н. М. Шахмаев, В. Ф. Шилов — 1-е изд. — М.: Просвещение, 1989 — 255 с.
16. Винокурова, А. А. Научно-методический анализ раздела "Механика" / А. А. Винокурова. — Текст: электронный // ИНФОУРОК: [сайт]. — URL: <https://infourok.ru/nauchnometodicheskiiy-analiz-razdela-mehanika-avtor-vinokurova-aa-3251809.html> (дата обращения: 02.04.2024).
17. Готовимся к уроку "Кинематика". — Текст: электронный // Официальный сайт АНО ДО Центра "Логос", г. Глазов: [сайт]. — URL: http://nikafizika.narod.ru/69_0.html (дата обращения: 11.03.2024).
18. Кинематика как раздел механики. — Текст: электронный // FizMat.by: [сайт]. — URL: <http://fizmat.by/kursy/kinematika/otnositelnost> (дата обращения: 11.11.2023).
19. Кинематика. — Текст: электронный // Википедия: [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кинематика> (дата обращения: 18.12.2023).
20. Кинематика. — Текст: электронный // Физика для чайников: [сайт]. — URL: <https://fizi4ka.ru/egje-2018-po-fizike/kinematika.html> (дата обращения: 17.01.2024).
21. Кондратюк Л.М. курс лекций «Основы научных исследований» // Студопедия URL: https://studopedia.su/11_108996_ponyatie.html (дата обращения: 06.10.2023).

22. Концепция поэтапного формирования умственных действий // Сидоров С.В. Сайт педагога-исследователя URL: <https://si-sv.com/publ/14-1-0-172> (дата обращения: 12.10.2023).

23. Лабораторная работа "Наблюдение сплошного и линейчатых спектров испускания" // Инфоурок URL: <https://infourok.ru/laboratornaya-rabota-klassnablyudenie-sploshnogo-i-lineychatih-spektrov-ispuskaniya-1065215.html?ysclid=lxhey9dqvb466348472> (дата обращения: 15.11.2023).

24. Ларионов, В. С. Формирование знаний школьников о структуре физической теории / В. С. Ларионов. — Текст: электронный // Открытый урок. Первое сентября: [сайт]. — URL: <https://urok.1sept.ru/articles/513175> (дата обращения: 3.03.2024).

25. Луцай, Е.В. ДОМАШНИЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ / Е.В. Луцай // Вестник Псковского государственного университета. Серия Естественные и физико-математические науки. — 2014. — № 4. — С. 165-168. — ISSN 2227-5193. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/293088> (дата обращения: 14.03.2024).

26. Научный аппарат философского знания // StudRef URL: https://studref.com/450041/filosofiya/sistema_nauchnyh_ponyatiy?ysclid=lxhd258yqt172875533 (дата обращения: 04.10.2023).

27. Павлова, М.С. РОЛЬ УЧЕБНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ДОСТИЖЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ЦЕЛЕЙ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ / М.С. Павлова, А.П. Усольцев // Педагогический журнал Башкортостана. — 2011. — № 4 (35). — С. 126-132. — ISSN 1817-3292. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/295804> (дата обращения: 16.06.2024).

28. Система развивающего обучения Эльконина–Давыдова // Фоксфорд URL: <https://externat.foxford.ru/polezno-znat/razvivayushchaya-sistema-ehlkonina-davydova?ysclid=lxhegy89r4510615739> (дата обращения: 12.10.2023).

29. Словарь лингвистических терминов Т.В. Жеребило // Академик URL: https://lingvistics_dictionary.academic.ru/ (дата обращения: 04.10.2023).

30. Формирование физических понятий на основе методологии физики // Открытый урок. Первое сентября URL: <https://urok.1sept.ru/articles/211718?ysclid=lxhejk74u7935186159> (дата обращения: 12.10.2023).

31. Хазиева, Р. Т. Теоретические и экспериментальные методы научных исследований: учебное пособие / Р. Т. Хазиева, П. И. Васильев, Р. Р. Афлятунов. — Уфа: УГНТУ, 2022. — 82 с. — ISBN 978-5-7831-2229-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/396662> (дата обращения: 12.03.2024).

32. Школьный физический эксперимент. Демонстрационные опыты: учебно-методическое пособие / составители Н. Б. Федорова [и др.]. — Рязань: РГУ имени С. А. Есенина, 2017. — 180 с. — ISBN 978-5-906987-19-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/164514> (дата обращения: 13.03.2024).