

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Рекомендации

Роль демонстрационного эксперимента в преподавании как школьной, так и вузовской физики исключительно велика. Положение о главенствующей роли эксперимента в школьном курсе физики заложено и в нормативных документах. Так, еще при формировании направленности, основных идей, отборе содержания образования современного курса физики средней общеобразовательной школы программная комиссия исходила из того, что «физика должна преподаваться в средней школе как естественнонаучная дисциплина. Поэтому курс физики должен изучаться на экспериментальной основе. Повышение научного уровня курса физики предусматривает усиление его экспериментального характера. При введении основных научных понятий, формулировке законов, как правило, используется эксперимент. При дедуктивном методе изложения учебного материала эксперимент завершает изложение материала. Он подтверждает правильность исходных гипотез и моделей, а также следствий из дедуктивного вывода».

В действующей программе по физике для средней общеобразовательной школы также отмечается, что «физический эксперимент является органической частью школьного курса физики, важным методом обучения».

О роли демонстрационного эксперимента в преподавании физики косвенно свидетельствует и большое количество книг, и брошюр, посвященных ему, отдельная рубрика в журнале «Физика в школе», журнал «Учебная физика», сборники научных статей «Проблемы учебного физического эксперимента».

Вопрос отбора содержания демонстрационного эксперимента как для курсов физики средней и высшей школы, так и для курса методики преподавания физики является вопросом первостепенной важности и поэтому он поднимается многими исследователями этой проблемы.

А.В. Усова и А.А. Бобров считают, что содержанием учебного эксперимента является: а) изучение явлений, особенностей их протекания в определенных условиях; б) изучение причинно-следственных связей между явлениями; в) изучение функциональной зависимости между величинами, характеризующими явления и свойства тел; г) изучение и сравнение свойств вещества в различных состояниях; д) проверка справедливости законов, сформулированных на основе опытов, демонстрируемых учителем, или в результате логических умозаключений, опирающихся на общетеоретические положения или метод индукции; е) определение констант; ж) изучение устройства и испытание приборов. При этом они указывают, что все указанные виды эксперимента имеют непосредственное отношение к формированию понятий.

Т.Н. Шамало, анализируя эксперимент с точки зрения его роли в процессе формирования физических понятий, указывает, что критерии отбора эксперимента, прежде всего, определяются функциями эксперимента в данной учебной ситуации. Таких функций она выделяет две. Первая заключается в создании чувственно-наглядных образов, которые являются материалом для дальнейшего обобщения. Вторая состоит в создании практических проблемных ситуаций, при которых уча-

щиеся могли бы осуществить более или менее самостоятельно процесс восхождения от абстрактного к конкретному.

Далее, с учетом функций эксперимента в определенной учебной ситуации и его участия в процессе формирования понятий, он делится на две группы.

К первой группе относится эксперимент, служащий для создания образов восприятия, которые, в свою очередь, служат материалом для формирования обобщенных образов представлений.

Ко второй группе относится эксперимент, который максимально приближен к реальным практическим ситуациям.

Форма проведения эксперимента, как отмечает Т.Н. Шамало, должна находиться в прямой связи с дидактической целью урока и его логической структурой.

Она выделяет четыре дидактические формы постановки физического эксперимента, который проводится с целью формирования понятий: исследовательскую, иллюстративную, репрезентативную (или комбинированную), фантологическую (или мысленный эксперимент).

В.Я. Синенко полагает, что основаниями для отбора школьного физического эксперимента являются: 1) учебно-воспитательные задачи, которые стоят перед учителем на данном этапе обучения физике; 2) требование оптимальности содержания учебного эксперимента; уровень оснащённости кабинета физики; 3) уровень профессионально-методических навыков учителя в области школьного физического эксперимента.

Таким образом, **каждый эксперимент следует рассматривать с полифункциональных позиций и при его проектировании, по возможности, планировать достижения целого комплекса целей.**

Ориентируясь на положение о том, что отбор содержания эксперимента определяется логической структурой учебного материала, можно определить наиболее значимые виды демонстрационного эксперимента и последовательность их постановки в учебном процессе.

В основе **качественного аспекта изучения физических явлений** лежит эксперимент, позволяющий ученикам провести наблюдение явлений (процессов, состояний) и зафиксировать их отдельные стороны в виде некоторой совокупности фактов. Количество и подбор опытов должны быть такими, чтобы на их основе в случае необходимости можно было провести классификацию зафиксированных фактов, сделать обобщения и определить условия протекания явлений.

Количественный аспект изучения явлений предусматривает два вида демонстрационных опытов: опыты по введению величин, характеризующих рассматриваемые процессы и состояния и опыты по установлению зависимости между величинами. При этом на этапе постановки задачи возможен дополнительный эксперимент проблемного характера, позволяющий вычленить сущность изучаемой проблемы.

Сущностный аспект описания явления предполагает повторную постановку наиболее характерных опытов, с которых начиналось изучение явления, или опытов, аналогичных им. Здесь же возможна постановка опытов, дающих результаты, не согласующиеся с уже имеющимися данными. Цель этих опытов заключается в созда-

нии проблемной ситуации и постановке на ее основе познавательной задачи, подлежащей решению.

Далее следуют демонстрации различного рода моделей. Следует отметить, что потребность в демонстрации моделей часто возникает и на других этапах изучения явления.

И, наконец, эксперименты, направленные на проверку логических следствий, выстроенных на основе выдвинутых гипотез и разработанных моделей.

Прикладной аспект изучения явлений предполагает демонстрацию различных приборов, механизмов, машин и их работы, а также эффектов, лежащих в основе технологических процессов и самих процессов.

В настоящее время, обучаясь в школе у учителей, не имеющих достаточной экспериментальной подготовки, студенты попадают в вуз с искаженными представлениями о роли эксперимента в преподавании предмета, сами обращают на эту подготовку слабое внимание, а затем идут в школу и выпускают из нее учеников с соответствующим своему уровню предметной и методологической подготовки.

Настоящее пособие предназначено для организации самостоятельной работы учителя по методике и технике школьного физического демонстрационного эксперимента.

Выполняя работы, учителя готовят описания демонстраций с использованием установок и сопроводительные тексты, которые должен произносить учитель, представляя ученикам соответствующие демонстрации. Содержание текстов и их стиль отражают специфику различных опытов.

Каждый отдельный опыт должен получить несколько оценок, которые фиксируются в перечне опытов каждого студента и закрепляются подписью преподавателя.

Оценки в разных случаях и на разных этапах учебного процесса ставит либо преподаватель, либо студенты группы, либо студент выставляет оценки сам себе. Фрагмент такого перечня имеет вид:

Название демонстрационного опыта	Позиции для оценки опытов						Подпись учителя	
	Э	Т	Ф	Р	О	М		П
Явление невесомости								
Действие жидкости на погруженное в нее тело								

Ниже приведена **краткая расшифровка основных позиций для оценки выполнения демонстрационных опытов.**

1. Эстетика (Э).

Порядок на демонстрационном столе и вокруг него, отсутствие на нем незадействованных в демонстрации предметов, расположение приборов на демонстрационном столе, подбор экранов и подсветок, цветовая гамма элементов установки, внешний вид демонстратора и манера его поведения при постановке опыта, аккуратность записей при фиксации результатов опыта.

2. Техника демонстрирования (Т).

Обоснованность и правильность подбора элементов демонстрационной установки, видимость демонстрационной установки и каждого ее принципиально важного

элемента из любой возможной точки предполагаемого класса, выразительность демонстрируемого эффекта, отсутствие побочных эффектов, быстрота и четкость проведения опыта, положение демонстратора относительно демонстрационного стола, установки и зрителей.

3. Физические эффекты (Ф).

Наличие ожидаемого физического эффекта, соответствие результатов опыта теории, отсутствие подгонки результатов.

4. Сопроводительная речь (Р).

Своевременное произнесение текста, сопровождающего демонстрируемое явление, грамотность и эмоциональность речи, логическая завершенность произносимого текста, соответствие текста ходу и результатам опыта.

5. Объяснение (О).

Знание устройства и принципа действия приборов, используемых в демонстрационной установке, понимание физической сущности демонстрируемых эффектов и умение четко и правильно их толковать.

6. Методика демонстрации (М).

Верное определение вида демонстрации, соотнесение вида демонстрации с логической структурой учебного материала, дидактическими целями, представление демонстрации в рамках заранее предусмотренного метода обучения, организация активной познавательной деятельности аудитории, для которой демонстрируется опыт.

7. Порядок на рабочем месте (П).

Использование демонстрационного стола только по его прямому назначению, поддержание порядка на демонстрационном столе и в местах хранения оборудования в ходе подготовки, проведения и по завершению демонстрации, умение систематизировать имеющееся оборудование.

Приведем основные требования к проведению демонстрационных опытов:

1. Демонстрационные установки должны содержать минимально необходимое количество элементов.

2. Если имеется возможность исключить из установки какие-то детали, не нарушая при этом ее работоспособности и идеи опыта, такой возможностью следует воспользоваться.

3. Используемые приборы, элементы установок должны быть опознаваемы предполагаемыми зрителями, сопроводительный текст к демонстрациям должен соответствовать уровню их подготовки.

4. В смене и развитии демонстрационных установок должна быть преемственность.

5. Демонстрационная установка в целом и каждый ее существенный элемент должны быть видимыми с любого места аудитории, на котором может в принципе находиться зритель.

6. Демонстрационные установки должны быть красивыми.

7. Демонстрируемые эффекты должны быть выразительными.

8. Демонстрационные опыты должны быть кратковременными.

9. Демонстрационные опыты должны отвечать принципу научности.

10. Каждый демонстрируемый опыт следует соотносить с логикой учебного материала, для которого предназначен этот опыт.

Материально-техническая база кабинета физики.

Система школьного демонстрационного эксперимента в настоящее время претерпевает изменение в направлении модернизации приборной базы по двум основным направлениям: 1) оснащение кабинетов физики тематическими комплектами, закрывающими серию экспериментов по теме или блоку; 2) изменение системы регистрации данных эксперимента в сторону активного использования цифровых датчиков и компьютерных измерительных систем. Положительные и отрицательные стороны таких инноваций, на наш взгляд, носят субъективный характер. Объективен лишь тот факт, что неосведомленность о возможностях и специфике работы современного демонстрационного оборудования исключает возможность профессионального роста учителя физики, его компетентности в сфере современных технологий в школьном демонстрационном эксперименте.

Приведем краткий обзор тематических комплектов по курсу механики.

1. Комплект «Механика поступательного движения».

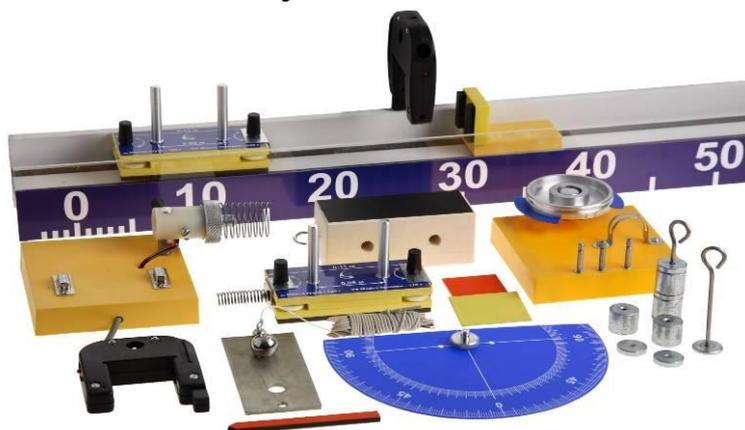


Рис. 1. Элементарная база комплекта «Механика поступательного движения»

В состав комплекта входят следующие элементы (рис. 1): скамья длиной 1,2 м транспортер с отвесом; ограничитель движения; пусковое устройство; фотодатчики; две тележки с магнитными лентами снизу и отверстиями для флажков сверху; блок, грузы с изменяемой массой; два металлических квадрата; металлические шарики; специальный деревянный брусок с крючком для демонстрации силы трения; блок для сопряжения с ПЭВМ и специальная плата, к которой подключается магнитный пускатель и фотодатчики.

Скамья 1,2 м, снабжена специальными магнитными лентами для крепления к вертикальной ровной металлической поверхности. Для ориентирования скамьи относительно горизонта служат укрепленные в ее середине отвес и транспортер. Скамья имеет два рабочих желоба, один из которых тоже снабжен магнитными лентами. Вдоль желобов движутся тележки. Для того чтобы уменьшить их трение о боковые поверхности желоба, на них укреплены горизонтальные симметрические колесики. По краям скамьи имеются отверстия для крепления ограничителя. Второй рабочий

желоб используется в качестве трибометра (устройство для изучения и измерения силы трения). Фотодатчики, пусковое устройство, блок, а также плата с разъемом крепятся на металлической поверхности выше и ниже скамьи. Комплект используется совместно с компьютером или цифровым секундомером.



(а)



(б)

Рис. 2. Фрагменты работы комплекта «Механика поступательного движения»: (а) – движение системы в поле силы тяжести, (б) – столкновение тел различной массы

2. Комплект «Вращательное движение».



Рис. 3. Элементная база комплекта «Механика поступательного движения»

В состав комплекта входят следующие элементы (рис. 3): основание; узел привода с датчиком частоты вращения; рама; груз 0,2 кг с подвесом; груз 0,4 кг с подвесом; сигнальное устройство; шар с нитью и держателем; шар стальной; ловушка; кювета; трубка, изогнутая с воронкой и клипсой; пружина с фиксатором; скоба из проволоки; кабель измерительный; блок управления; болт с гайкой для крепления рамы.

Все установки для проведения демонстрационных экспериментов собираются на базе рамы из алюминиевого профиля, смонтированной на вращающемся диске. Для удобства крепления съемных элементов к раме используются специальные болты с гайками. Вращение рамы обеспечивает электродвигатель постоянного тока, питание которого осуществляется от блока управления. Для передачи вращения от двигателя к раме используется ременная передача, а частота вращения рамы контролируется с помощью встроенного датчика.



Рис. 4. Фрагменты работы комплекта «Вращательное движение»:

- (а) – возникновение центробежной силы;
 (б) – равновесие системы вращающихся тел; (в) – вращение жидкости

3. Комплект «Статика».

В состав комплекта входят следующие элементы: динамометры (5 Н) на магнитных держателях; магнитные держатели с трубками на концах; блоки; грузы (50 г); пластина неправильной формы (50 г) с отверстиями; рычаг-линейка; угольник для измерения плеч; пружина; отвес; нить с петлями на концах; нить с петлями на концах и в середине; руководство по эксплуатации.

Центральное отверстие пластины расположено в центре ее масс. Динамометры на магнитных держателях закреплены так, что могут свободно поворачиваться. У динамометров предусмотрен винт установки нуля. В зависимости от положения динамометра необходимо устанавливать ноль перед каждым опытом. Для проведения демонстраций необходима магнитная доска.



Рис. 5. Элементарная база комплекта «Статика»

4. Комплект «Волновая ванна».

В состав комплекта входят следующие элементы: стробоскоп, штанга, регулятор амплитуды колебаний вибратора, вибрирующая пластина, зажимной винт, насадки к вибратору для генерирования волн, вибратор, регулятор частоты вибрации, кювета, корпус, зеркало, экран, блок питания, фиксирующий винт, паз для установки высоты вибратора.

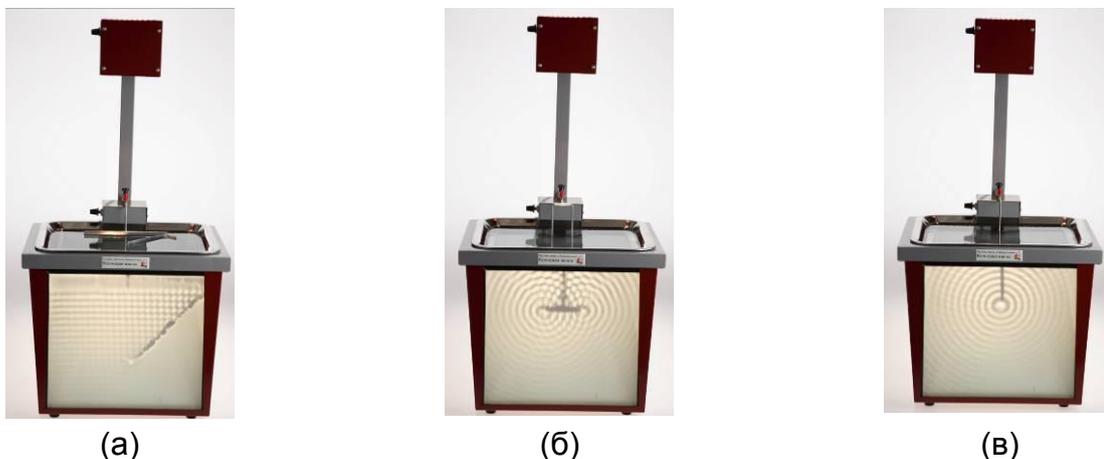


Рис. 6. Фрагменты работы комплекта «Волновая ванна»:
(а) – отражение плоской волны; (б) – интерференция двух круговых волн;
(в) – волны на поверхности воды

5. Комплект «Звуковые волны».

В состав комплекта входят следующие элементы: датчик звука; платформа для установки датчика; трубка-указка; динамик; платформа для подключения датчиков; платформа для подключения динамиков; кабель запуска; экран; линейка (0-50 см); линейка (50-0 см).

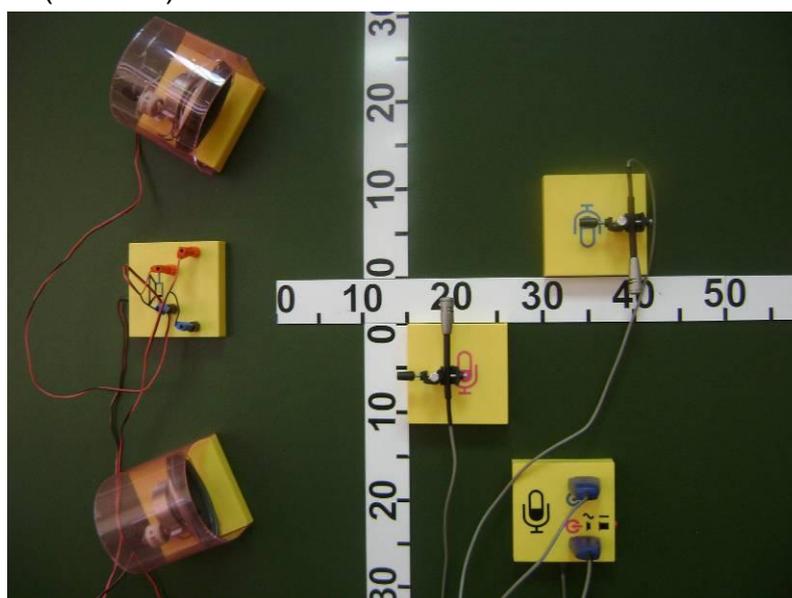


Рис. 7. Элементная база комплекта «Звуковые волны»

Большинство экспериментов проводится на свободной поверхности классной доски. Платформы для установки элементов набора и платформы для подключения динамиков и датчиков имеют магниты, что обеспечивает возможность монтажа установок в вертикальной плоскости.

Для того чтобы избежать влияния звуковых колебаний, осуществляется датчиками на основе пьезоэлектрических микрофонов, которые подключаются к компьютерному измерительному блоку через платформу для подключения датчиков. Для питания динамиков используется функциональный генератор. Для проведения ряда опытов дополнительно требуются камертоны и экран.

Описанные выше комплекты в большинстве экспериментов используют в качестве измерителей компьютерный измерительный блок или электронный секундомер.



Компьютерный измерительный блок. Блок подключается к компьютеру через последовательный порт и с его помощью можно измерять интервалы времени от 0,1 мс по 2-м каналам и управлять одним электронным переключателем.

Компьютерный измерительный блок служит промежуточным согласующим устройством между датчиками экспериментальных установок и компьютером. Вместе с компьютерным измерительным блоком поставляется программа «L-micro» для работы с сигналом, поступающим от фотодатчиков. Программа представляет собой набор подпрограмм, каждая из которых предназначена для показа одного демонстрационного опыта. При проведении демонстраций по разделу «Механика» компьютерный блок управляет работой оптоэлектрических датчиков и пускового устройства (электромагнита) в соответствии со сценариями демонстраций.

Рассмотрим основные принципы работы с компьютерным блоком.

1. Регистрация отдельных временных интервалов.

Для запуска работы измерительной системы осуществляется включение конкретного сценария программы. Окно программы имеет 3 основные области: диаграмма работы датчиков (1), окно цифровой индикации промежутков времени (2), панель управления работой программы (3).

Нажатие кнопки «пуск» запускает отсчет времени, что визуализируется красным лучом на диаграмме работы датчика. Перекрытие оптоэлектрического датчика визуализируется пиком на диаграмме. Ширина пика иллюстрирует длительность закрытого состояния датчика. *(В ряде экспериментов программа чувствительна к порту подключения датчика на пусковом устройстве, поэтому при отсутствии срабатывания датчика попробуйте сменить разъем подключения датчика.)* В окне цифровой индикации отображаются промежутки времени, фиксируемые программой, **согласно выбранному сценарию**. Кнопки управления программой позволяют в рамках сценария сохранять результаты измерений, проводить автоматическое занесение данных в таблицу, наносить экспериментальные точки на координатную плоскость и аппроксимировать данные. Существенным недостатком является невозможность экспорта данных во внешние приложения и их последующую, управляемую пользователем, обработку.

В основе обработки результатов эксперимента в программе заложена идея линеаризации графика функциональной зависимости между физическими величинами.

2. Регистрация последовательного ряда временных интервалов.

В ряде сценариев реализуется фиксация последовательных интервалов включения и выключения оптоэлектрического датчика. Длительность импульсов «открытого» или «закрытого» датчика визуализирована на диаграмме, а цифровая индикация промежутков времени доступна для просмотра с помощью опции прокрутки. Обработка результатов эксперимента также определяется сценарием измерений.



Цифровой секундомер запускается электромагнитными импульсами или в ручном режиме. Разъемы оптоэлектрических датчиков подключают к 9-штырьковым гнездам универсального разъема, а штекер пускового устройства подсоединяют к гнездам в центре платы. Разъем на другом конце кабеля, идущего от универсального разъема, присоединяют к цифровому секундомеру, а два однополюсных штекера подключают к источнику тока, который находится в цепи электромагнита пускового устройства. Секундомер имеет три разъема, два из которых (верхние) служат для непосредственного подключения оптоэлектрических датчиков к секундомеру, а третий – для подключения кабеля, идущего от универсального разъема. Режим работы секундомера, необходимый при проведении эксперимента, указывается в описании каждого опыта. (При включении его блока электропитания в сеть автоматически устанавливается режим «Т1».) Напряжение на пусковое устройство подается при нажатии кнопки «Сброс», запуск – кнопкой «Пуск».

Представленные выше комплекты, несмотря на всю свою привлекательность, не обеспечивают возможности проведения всех обязательных демонстраций курса механики основной и старшей школы. В **таблице 1** представлено дополнительное оборудование, обеспечивающее весь спектр демонстрационных экспериментов по механике.

1. Прибор для демонстрации невесомости (прибор Любимова). Корпус прибора представляет два пластмассовых полушария молочного цвета диаметром 150 мм, соединенные кольцевым разъемом. Внутри корпуса укреплена панель, в гнезде которой размещается источник тока. На панели установлена лампа накаливания (3,5 В; 0,26 А), служащая индикатором. Рядом располагаются два контакта, связанные нитью, на которой подвешен массивный груз; благодаря действию груза на нить контакты поддерживаются в разомкнутом состоянии.

2. Весы чувствительные с набором тел разной формы представляют собой неравноплечий рычаг и состоят из рамки с противовесом и осью качания с барабаном, держателей с исследуемыми телами и грузиков. Эти весы применяют для демонстрации зависимости сопротивления тел в газе от скорости, формы и сечения тел.

3. Функциональный генератор.

Сигнал высокой частоты:

диапазон частот 440 кГц – 14 МГц разбит на 3 поддиапазона с плавной регулировкой частоты внутри них:

I диапазон 440 кГц – 1400 кГц, II диапазон 1,4 МГц – 4,2 МГц,

III диапазон 4,2 МГц – 14 МГц.

Сигнал низкой частоты:

рабочие частоты, соответствующие нотам 264 Гц / 330 Гц / 396 Гц / 528 Гц; фиксированные частоты 1 кГц / 1,5 кГц / 2 кГц / 2,5 кГц.

4. Камертоны на резонирующих ящичках с молоточком. Прибор предназначен для использования в средней школе при изучении резонанса, интерференции и распространения звука.

5. Прибор для демонстрации механических колебаний (на воздушной подушке). Прибор состоит из основания с полой прямоугольной призмой, на гранях которой имеются ряды равноудаленных друг от друга маленьких отверстий. На торце призмы установлен штуцер для присоединения эластичного шланга, через который подается воздух от воздуходувки, пылесоса в режиме нагнетания или ручного насоса с ресивером (компенсационной емкостью). Над призмой прибора установлена горизонтальная шкала «10 – 0 – 10» с оцифровкой через 2 см. На гранях призмы находится пластмассовая каретка с вертикальным стержнем для надевания на него металлического груза, если необходимо изменить массу каретки. К каретке прикреплена пружина, второй конец которой прикреплен к стойке.

6. Воздуходувка представляет собой центробежный вентилятор с электродвигателем, заключенный в пластиковый корпус с двумя отверстиями: выпускным и воздухозаборным, закрытым фильтром. Для установки прибора на горизонтальной поверхности предусмотрены ножки. Для направления потока воздуха изделие комплектуется воздуховодом.

7. Насос вакуумный Комовского предназначен для создания разрежения и давления воздуха в сосудах. Насос может использоваться при проведении демонстрационных опытов с трубкой Ньютона, демонстрации распространения звуковых волн и др.

8. Тарелка вакуумная со звонком предназначена для демонстрации опытов в замкнутом объеме с разреженным воздухом. Используется с вакуумным насосом. Позволяет показать необходимость наличия упругой среды для распространения звуковых колебаний. Перед началом демонстрации следует смазать тонким слоем с двух сторон резиновую прокладку, вставить батарейки в отсек электрического звонка. Включить звонок, поставить его на тарелку и закрыть колоколом. Обратить внимание на хорошую слышимость звонка под колоколом. Соединить вакуумным шлангом кран тарелки с вакуумным насосом, открыть кран и начать откачивать воздух из полости колокола. Обратить внимание на то, что по мере выкачивания воздуха из под колокола звучание звонка становится тише и тише и, наконец, почти совсем прекращается. Закрыв кран, снять шланг и снова открыть кран. Громкое звучание звонка восстанавливается. Для успешной постановки опыта тарелку для воздушного колокола и сам звонок надо поставить на поролоновые прокладки. В этом случае колебания звонка практически не передаются тарелке и демонстрационному столу.

9. Машина волновая (демонстрационная модель). Прибор предназначен для моделирования колебательного и волнового движения.

10. Маятник Максвелла предназначен для демонстрации многократного перехода энергии потенциальной в кинетическую и обратно, а также для демонстрации проявления инерции при вращении диска. Маятник представляет собой точеный ме-

таллический диск диаметром 125 мм и толщиной 10 мм, жестко посаженный на стальную ось диаметром 10 мм и длиной 150 мм, на расстоянии 10 мм от каждого конца оси просверлены отверстия для нити. Диск подвешивается на тонкой непрерывной нити (прикладывается к прибору) к специальной стойке. Стойку образует массивная плоская подставка размерами 285x95x15 мм с закрепленными на ней вертикальными стержнями длиной 415 мм и диаметром 10 мм. Верхние концы стержней с помощью специальных резиновых муфт соединяют поперечным металлическим стержнем. Этот стержень имеет также два сквозных отверстия, через которые пропускают непрерывную нить с закрепленным на концах маятником. Непрерывность нити обеспечивает установку оси маятника в горизонтальном положении. После установки оси маятника горизонтально нить фиксируют с помощью вставки спичек в отверстия поперечины. Эта мера не позволяет маятнику "закручиваться" в вертикальной плоскости и соблюдать заданную траекторию движения.

11. Штатив физический универсальный является вспомогательным учебным оборудованием и предназначен для сборки установок и крепления различных приборов, приспособлений при демонстрации опытов.

12. Весы технические демонстрационные до 1 кг предназначены для взвешивания штучных грузов при проведении демонстрационных опытов в условиях типового кабинета физики основной и полной средней школы и кабинета физики учреждений начального и среднего профессионального образования.

13. Динамометр демонстрационный (пара) предназначен для измерения сил. Динамометры являются двунаправленными, имеют две шкалы на 10 Н. На ноль динамометры устанавливаются поворотом стрелки вручную. Для проведения демонстраций необходимы два штатива и наборные грузы на 1 кг.

14. Груз наборный 1 кг (металлический) представляет собой пять гирь на едином подвесе. Гири цилиндрической формы одного диаметра, но разной высоты, выполнены из стали.

15. Комплект пружин служит для создания учебных экспериментальных установок при изучении силы упругости, силы Архимеда, законов Ньютона; видов деформаций, исследовании колебаний пружинных маятников. Комплект включает шесть пружин, отличающихся своей длиной, диаметрами, числом витков, жесткостью. Из них пять пружин работает на растяжение, одна на сжатие. К пружинам прикреплены ярлыки, на которых указаны их основные характеристики. Пружины изготовлены из стальной проволоки круглого сечения. На проволоку нанесено защитное покрытие. Концы пружин отформованы в виде петли и снабжены проволочными кольцами.

16. Набор грузов по механике используется при проведении лабораторных и практических работ.

17. Центробежная дорога (прибор "Мертвая петля" демонстрационный). Прибор предназначен для демонстрации движения тела по инерции, по окружности, колебательного движения, превращения энергии, мертвой петли, действия центростремительной силы. Прибор представляет собой желоб, изогнутый «мертвой петлей» и закрепленный на подставке со стойкой высотой около 35 см. В торце основания установлен уловитель для шарика.

18. Трубка Ньютона предназначена для демонстрации влияния среды на движение тел под действием силы тяжести.

19. Пистолет баллистический сконструирован на базе динамометра. Динамометр двухсторонний, имеет шкалу с нулем посередине и пределы измерения в обе стороны 10Н, цена деления шкалы – 0,2Н. Стрелочный указатель может перемещаться вдоль шкалы по направляющим, точная установка указателя против деления шкалы осуществляется винтом. На концах направляющих закреплена круглая площадка. Для установки снаряда (шарика) на ней расположены два штыря. В сжатом состоянии пружина динамометра удерживается с помощью проволочного крючка. Для определения угла наклона прибора служит транспортир с ценой деления 150 с отвесом. При использовании прибора в качестве динамометра к площадке прицепляют крючок для подвешивания грузов. При проведении лабораторных работ прибор закрепляют на штативе с помощью стержня и муфты.

20. Комплект тележек легкоподвижных. Тележки представляют собой платформы на четырех колесах. Торцевые кромки платформ оснащены с одной стороны пластиковой пружиной и шурупом для связывания тележек нитью. На платформах имеются три гнезда для установки грузов. Опыты следует проводить на гладкой горизонтальной поверхности.

21. Рычаг-линейка демонстрационная предназначен для демонстрации условий равновесия рычага, сложения параллельных сил, проверки правила моментов сил.

22. Прибор для демонстрации инерции и инертности тела. Прямоугольная пластина с нитью привязана к площадке. На шарике имеется небольшое углубление для устойчивого его положения на горизонтальной поверхности.

23. Призма наклоняющаяся с отвесом предназначена для демонстрации условия равновесия (устойчивости) тела, опирающегося на горизонтальную площадку.

24. Комплект блоков демонстрационный. Блоки снабжены крючками для сборки механизмов и установки на штативе. Комплект позволяет демонстрировать свойства подвижного и неподвижного блоков, свойства системы из таких блоков.

25. Ведерко Архимеда применяется для демонстрации действия жидкости на погруженное в нее тело и измерения величины выталкивающей силы (закон Архимеда). Для демонстрации действия силы к пружине подвешивают небольшое ведерко и тело цилиндрической формы. Растяжение пружины отмечается стрелкой на штативе, определяя вес тела в воздухе. Затем наблюдают за изменением растяжения пружины при опускании тела в сосуд с водой. При этом вытесненная жидкость собирается в стакан, который затем подвешивается к телу, тем самым, приводя пружину к начальному уровню. На основании данного опыта делается вывод, что сила, выталкивающая целиком погруженное в жидкость тело, равна весу жидкости в объеме этого тела.

26. Магденбургские полушария предназначены для демонстрации существования атмосферного давления и его силы. Прибор представляет собой два полушария с ручками и хорошо пришлифованными краями-рантами. На одном из полушарий установлен кран со штуцером для подсоединения его с помощью резинового шланга к вакуумному насосу.

27. Сообщающиеся сосуды предназначены для демонстрации уровня жидкости в сообщающихся сосудах на уроках физики в средней школе. Прибор состоит из основания и стеклянного сосуда сложной формы. При подготовке эксперимента готовят подкрашенную жидкость. Прибор устанавливают на основание и при помощи воронки аккуратно вливают подкрашенную жидкость в горлышко широкого сосуда. Жидкости следует налить столько, чтобы она поднялась немного выше половины высоты сосудов. Уровни жидкости во всех сосудах расположатся на одной горизонтальной прямой, на фоне белого экрана это хорошо видно. Наклоняя прибор можно убедиться, что жидкость в сосудах остается на одной горизонтальной прямой. Сосуды прибора изготовлены из стекла и, поэтому во избежание их поломки, опыты должны проводиться только учителем.

28. Шар Паскаля предназначен для демонстрации передачи производимого на жидкость давления в замкнутом сосуде, а также для демонстрации подъема жидкости под действием атмосферного давления. Свойство жидкостей передавать производимое на них давление одинаково во все стороны наглядно демонстрируется в опыте с шаром Паскаля. При вдвигании поршня в трубку часть воды выталкивается из шара в виде струек, вытекающих по нормали к поверхности шара из всех отверстий, а не только в направлении силы давления поршня.

29. Барометр-анероид предназначен для ориентировочных наблюдений за изменениями атмосферного давления и используется в качестве учебного пособия для проведения опытов. Барометр используют в опытах с тарелкой вакуумной, а также для демонстрации принципа действия и устройства приборов для измерения атмосферного давления.

30. Манометр демонстрационный предназначен для выяснения принципа действия открытого манометра, измерения давления до 400 мм водяного столба выше и ниже атмосферного давления. Его можно применять в качестве чувствительного индикатора для наблюдений изменения давлений при постановке опытов по курсу физики.

31. Пресс гидравлический (модель) служит для изучения устройства и действия пресса гидравлического. Модель может быть использована в качестве вспомогательного прибора для демонстрации различных опытов, где требуется сравнительно большое давление.

Устройство и технические данные.

На чугунной станине с резервуаром для машинного масла смонтированы рабочий прозрачный цилиндр с большим поршнем, прозрачный корпус с насосом, предохранительным клапаном и манометром. Поршень насоса приводится в движение с помощью съемной рукоятки в виде рычага. К модели прилагаются для демонстрации сильная пружина и приспособление для изгиба бруска (чугунной плитки с двумя и одной опорами). Плитка с одной опорой крепится винтом на верхней плите пресса, а плитка с двумя опорами устанавливается на плиту большого поршня. Прозрачное исполнение рабочего цилиндра и корпуса насоса позволяют наблюдать работу насоса с клапанами, движение масла от резервуара до полости цилиндра. Внизу рабочего цилиндра установлен на резьбе спускной клапан, а в верхней части цилиндра – спускной воздушный клапан (вантуз).

32. Ареометр служит для измерения плотности жидкости, представляет собой стеклянную трубку, нижняя часть которой заполнена дробью для удержания ареометра в вертикальном положении во время измерений. В верхней, узкой части находится шкала, которая проградуирована в значениях относительной плотности. На каждом ареометре имеется обозначение, при какой температуре необходимо проводить измерения.

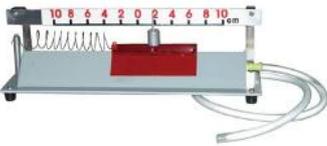
33. Стеклянный цилиндр с отпадающим дном предназначен для демонстрации зависимости гидростатического давления от высоты столба жидкости и его независимости от площади поперечного сечения сосуда.

34. Прибор для демонстрации давления внутри жидкости. Данный прибор используется совместно с жидкостным манометром. Основной его частью является пластмассовая коробочка, затянута эластичной резиновой мембраной.

35. Прибор Паскаля предназначен для демонстрации зависимости гидростатического давления от высоты столба жидкости. Наличие сосудов различной формы позволяет продемонстрировать «гидростатический парадокс».

36. Набор посуды. Кабинет физики комплектуется набором посуды, включающим в себя: трубка резиновая 30~40 см (1); колба коническая 250 ml (2); воронка 75-110 ХС (2); колба плоскодонная 500 ml (1); стакан с делением 50 ml (15); стакан с делением 250 ml (1); стакан с делением 500 ml (1); стакан 3 l (1); цилиндр 100 ml (15); цилиндр 250 ml (2); чаша кристаллизационная 190 mm (термостойкое стекло) (1); набор стеклянных трубок (3); зажим винтовой (2); зажим пружинный (2); спиртовка лабораторная литая (1); горючее сухое (2); ерш для мытья колб (1); ерш для мытья пробирок (1); капельная воронка 125ml (15); кнопки магнитные (10); кран одноходовой 32 - 2,5 (1); подставка под сухое горючее (1); пробирка 14×120 (30); набор резиновых пробок (d. 12,5 - 2шт, 14,5 - 2шт, 16 - 2шт, 19 - 2шт, 29 - 2шт); склянка с тубусом 1 l (1); капельница 50 ml (2).

Таблица 1

<p>1.</p> 	<p>2.</p> 	<p>3.</p> 
<p>4.</p> 	<p>5.</p> 	<p>6.</p> 

<p>7.</p> 	<p>8.</p> 	<p>9.</p> 
<p>10.</p> 	<p>11.</p> 	<p>12.</p> 
<p>13.</p> 	<p>14.</p> 	<p>15.</p> 
<p>16.</p> 	<p>17.</p> 	<p>18.</p> 
<p>19.</p> 	<p>20.</p> 	<p>21.</p> 

<p>22.</p> 	<p>23.</p> 	<p>24.</p> 
<p>25.</p> 	<p>26.</p> 	<p>27.</p> 
<p>28.</p> 	<p>29.</p> 	<p>30.</p> 
<p>31.</p> 	<p>32.</p> 	<p>33.</p> 
<p>34.</p> 	<p>35.</p> 	<p>36.</p> 

Ниже представлены методические материалы для учителей физики.

ТЕМА «Методика изучения основ кинематики в школьном курсе физики»

Демонстрации.

- 1. Механическое движение, траектория, путь, перемещение.** Опыт 1 из [1], опыт 20 из [4].
- 2. Относительность движения. Система отсчета.** Опыт 2 из [1], опыт 3 из [2], опыт 21 из [4].
- 3. Траектория.** Опыт 3 из [1], опыт 22 из [4].
- 4. Путь. Перемещение.** Опыт 4 из [1], опыт 24 из [4].
- 5. Относительность траектории и перемещения.** Опыт 5 из [1], опыт 4 из [2].
- 6. Поступательное движение.** Опыт 6 из [1].
- 7. Равномерное прямолинейное движение.** Опыт 7 из [1], опыт 25, 26 из [4], опыт 1 из [5].
- 8. Скорость равномерного движения.** Опыт 8 из [1], опыт 28 из [4].
- 9. Определение скорости равномерного движения. Спидометр.** Опыт 9 из [1], опыт 29,30 из [4].
- 10. Неравномерное движение. Средняя скорость.** Опыт 10 из [1], опыт 28, 32 из [4].
- 11. Мгновенная скорость.** Опыт 11 из [1], опыт 5 из [2], опыт 4 из [5].
- 12. Измерение ускорения. Акселерометр.** Опыт 12 из [1], опыт 5 из [4].
- 13. Свободное падение тел.** Опыт 13 из [1], опыт 6, 7 из [2], опыт 9, 10 из [5].
- 14. Определение ускорения свободного падения.** Опыт 14 из [1], опыт 8 из [2].
- 15. Равномерное движение точки по окружности.** Опыт 15 из [1], опыт 9 из [2].
- 16. Угловая скорость.** Опыт 16 из [1], опыт 10 из [2].
- 17. Период и частота.** Опыт 17 из [1].
- 18. Линейная скорость. Связь между линейной и угловой скоростью.** Опыт 18 из [1].

ТЕМА «Методика изучения законов динамики в школьном курсе физики»

Демонстрации.

- 1. Явление инерции. Инертность тела. Первый закон Ньютона.** Опыт 19, 20, 21 из [1], опыт 11, 12 из [2], опыт 35, 36, 37,38 из [4], опыт 11 из [5].
- 2. Взаимодействие тел. Сила. Измерение силы.** Опыт 22,23 из [2], опыт 75, 76, 77 из [4].
- 3. Сложение сил.** Опыт 24 из [1], опыт 15, 16 из [2], опыт 78, 79,80 из [4].
- 4. Взаимодействие тел. Масса. Определение массы тела на весах.** Опыт 25 из [1], опыт 12, 13 из [2], опыт 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 50 из [4].

5. **Второй закон Ньютона.** Опыт 26 из [1], опыт 14 из [2], опыт 12, 13 из [5], опыт 1, 2 из [8].

6. **Третий закон Ньютона.** Опыт 27 из [1], опыт 17 из [2], опыт 14, 15 из [5], опыт 3 из [8].

ТЕМА «Методика изучения сил различной природы в школьном курсе физики»

Демонстрации.

1. **Сила упругости. Закон Гука.** Опыт 30 из [1], опыт 18 из [2], опыт 67, 69, 70, 71 из [4].

2. **Трение покоя и скольжения.** Опыт 31 из [1], опыт 19 из [2], опыт 89, 90 из [4].

3. **Трение качения.** Опыт 32 из [1], опыт 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88 из [4].

4. **Зависимость сопротивления движению тел в газе от скорости, формы и сечения.** Опыт 22 из [2].

5. **Равномерное движение шарика в трубке с водой.** Опыт 23 из [2].

6. **Невесомость и перегрузка.** Опыт 29 из [1], опыт 27 из [2].

7. **Движение тела под действием силы упругости.** Опыт 25 из [2].

8. **Изменение веса тела при равнопеременном движении по вертикали.** Опыт 26 из [2].

9. **Движение тела, брошенного горизонтально.** Опыт 29 из [2].

10. **Движение тела, брошенного под углом к горизонту.** Опыт 30 из [2].

11. **Возникновение центростремительной силы.** Опыт 31 из [2].

12. **Движение по окружности.** Опыт 33 из [2].

ТЕМА «Методика изучения вопросов статики. Гидростатика»

Демонстрации.

1. **Применение правила параллелограмма сил.** Опыт 36 из [2].

2. **Правило моментов. Применение правила моментов.** Опыт 43 из [1], опыт 37, 38 из [2].

3. **Равновесие тел под действием силы тяжести.** Опыт 44 из [1], опыт 39 из [2].

4. **Равновесие тела, имеющего неподвижную ось вращения.** Опыт 45 из [1]

5. **Безразличное равновесие.** Опыт 46 из [2].

6. **Равновесие тела, имеющего площадь опоры.** Опыт 47 из [2].

7. **Использование закономерностей устойчивости тел.** Опыт 48 из [2].

8. **Вращение жидкости.** Опыт 6 из [8].

9. **Давление газа. Закон Паскаля.** Опыт 29, 37, 39 из [10], опыт 100, 101 из [4].

9. **Давление в жидкости и газе.** Опыт 41, 42, 43, 44, 59 из [10], опыт 109–116, 119 из [4].

10. **Сообщающиеся сосуды.** Опыт 120–122, 124 из [4], опыт 45, 46, 47 из [10].

11. **Вес воздуха. Атмосферное давление.** Опыт 48, 49, 50, 54, 62 из [10], опыт 128 из [4].

12. Действие жидкости и газа на погруженное в них тело. Закон Архимеда.
Опыт 64, 65, 66 из [10], опыт 143, 144, 145, 147 из [4].

13. Плавание тел. Плавание судов. Воздухоплавание. Опыт 67, 68, 69, 70, 71, 72 из [10], опыт 148-153, 155 из [4].

ТЕМА «Методика изучения законов сохранения в механике в школьном курсе физики»

Демонстрации.

- 1. Импульс силы.** Опыт 33 из [1].
- 2. Изменение импульса силы.** Опыт 34 из [1].
- 3. Соотношение между импульсом силы и изменением импульса тела.**
Опыт 35 из [1].
- 4. Закон сохранения импульса.** Опыт 36 из [1], опыт 40 из [2], опыт 16 из [5].
- 5. Реактивное движение.** Опыт 37 из [1], опыт 41 из [2].
- 6. Полет ракеты.** Опыт 38 из [1], опыт 42 из [2].
- 7. Переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно.** Опыт 43 из [2].
- 8. Изменение энергии тела равно совершенной работе.** Опыт 44 из [2].
- 9. Упругий и неупругий удары. Законы сохранения импульса и энергии при упругом взаимодействии тел.** Опыт 40 из [1], опыт 45 из [2], опыт 17 из [5].
- 10. Закон сохранения механической энергии.** Опыт 41 из [1], опыт 18 из [5].
- 11. Изменение механической энергии незамкнутой системы тел.** Опыт 42 из [1].

ТЕМА Методика изучения раздела «Механические колебания и волны» в школьном курсе физики»

Демонстрации.

- 1. Примеры колебательных движений. Гармонические колебания. Связь гармонических колебаний с равномерным движением по окружности.** Опыт 49 из [1], опыт 1, 2, 3 из [3], опыт 1, 2 из [9].
- 2. Осциллограмма колебаний.** Опыт 50 из [1], опыт 4 из [3], опыт 3, 4 из [9].
- 3. Преобразование энергии в процессе свободных колебаний.** Опыт 51 из [1], опыт 5 из [9].
- 4. Амплитуда свободных колебаний.** Опыт 52 из [1], опыт 6 из 9.
- 5. Период и частота свободных колебаний.** Опыт 53 из [1], опыт 5 из [3], опыт 8 из [8], опыт 7 из [9].
- 6. Период колебаний пружинного маятника.** Опыт 54 из [1], опыт 6 из [3], опыт 19 из [5].
- 7. Затухание свободных колебаний.** Опыт 55 из [1], опыт 8 из [9].
- 8. Примеры вынужденных колебаний. Автоколебания.** Опыт 56 из [1], опыт 8, 12 из [3], опыт 10 из 9, опыт 44, 45, 46 из 9.

9. Сложение двух колебаний, направленных по одной прямой. Модуляция колебаний. Опыт 7 из [3], опыт 50, 51, 52, 53 из [9].

10. Амплитуда вынужденных колебаний. Опыт 57 из [1], опыт 12 из [9].

11. Частота установившихся вынужденных колебаний. Опыт 58 из [1], опыт 11, 15, 16 из [9].

12. Явление резонанса. Опыт 59 из [1], опыт 9, 10, 11 из [3], опыт 8 из [8], опыт 12, 13, 14 из [9].

13. Способы устранения резонансных колебаний. Опыт 60 из [1], опыт 18 из [9].

14. Поперечные волны. Опыт 61 из [1], опыт 31 из [3], опыт 55, 56 из [9].

15. Продольные волны. Опыт 62 из [1], опыт 57 из [9].

16. Волны на поверхности воды. Опыт 63 из [1], опыт 32, 33, 34, из [3], опыты из [6], опыт 58 из [9].

17. Отражение поверхностных волн. Опыт 64 из [1], опыт 35, 36, 37, 38 из [3], опыты из [6], опыт 95, 105, 110 из [9].

18. Источники звука. Опыт 65 из [1], опыт 39, 40 из [3].

19. Приемники звука. Опыт 66 из [1].

20. Необходимость упругой среды для передачи звуковых колебаний. Опыт 67 из [1], опыт 41 из [3].

21. Измерение скорости звука в воздухе. Опыт 42 из [3], опыт из [7].

22. Зависимость высоты тона звука от частоты колебаний и скорости движения источника. Громкость звука. Опыт 43, 44 из [3], опыт 7 из [8].

23. Звуковой резонанс. Опыт 68 из [1], опыт 45 из [3].

24. Интерференция, дифракция звуковых волн. Опыт 46, 49 из [3], опыты из [7].

25. Отражение звуковых волн. Опыт 47, 48, из [3].

Материалы для контроля

Вариант I.

1. Совпадают ли по смыслу понятия «путь» и «перемещение»?
2. Как по графику проекции скорости определить проекцию перемещения? (Ответ пояснить с помощью чертежа).
3. Является ли равномерное движение по окружности движением без ускорения?
4. Какие системы отсчета называются инерциальными? Какие реальные системы отсчета можно принять за инерциальные и почему?
5. Можно ли считать I закон Ньютона частным случаем II закона Ньютона (т.е. когда $\vec{F} = 0$, то $\vec{a} = 0$)? Ответ обоснуйте.
6. Что Вы можете сказать о силах, входящих в III закон Ньютона?
7. Назовите границы применимости закона всемирного тяготения.
8. Какую природу имеет сила, являющаяся весом тела?
9. От чего зависит сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе?

10. Являются ли законы сохранения импульса и энергии следствиями законов динамики Ньютона?

11. В чем состоит физический смысл понятия импульса тела?

12. Как связаны понятия механической работы и механической энергии?

13. Какие из перечисленных ниже физических величин являются параметрами колебательной системы и почему:

а) для пружинного маятника: длина пружины, жесткость пружины, масса груза, размеры груза;

б) для математического маятника: длина нити, масса груза, плотность груза, ускорение силы тяжести.

14. В каких средах могут распространяться продольные волны? Поперечные волны? Почему?

15. Назовите субъективные характеристики звука и поясните, от каких объективных характеристик они зависят?

Вариант II.

1. Какие два способа описания механического движения Вы знаете?

2. Сформулируйте закономерности прямолинейного равноускоренного движения без начальной скорости.

3. Что называется угловой скоростью и как она связана с линейной скоростью при равномерном движении точки по окружности?

4. Какие из перечисленных реальных систем отсчета являются более инерциальными и почему?

а) система отсчета, связанная с произвольной точкой земной поверхности (кроме полюсов);

б) система отсчета, связанная с центром Земли;

в) система отсчета, связанная с центром Солнца.

5. Одинаковы ли по значению понятия «инерция» и «инертность»?

6. Объясните, противоречит ли III закону Ньютона ситуация, заключающаяся в том, что лошадь тянет телегу, а не наоборот.

7. В чем заключается физический смысл гравитационной постоянной?

8. При каких условиях и почему возникает явление невесомости?

9. От чего зависит сила трения скольжения? (Записать формулу).

10. Следствием каких более общих законов или принципов являются законы сохранения импульса, момента импульса (не для школы), энергии?

11. Какой должна быть система взаимодействующих тел, чтобы для нее выполнялся закон сохранения импульса?

12. Зависят ли значения потенциальной и кинетической энергии от выбора системы отсчета?

13. Какие силы должны действовать в системе, чтобы в ней могли возникнуть гармонические колебания? Ответ поясните на примере пружинного и математического маятников.

14. Перечислите характерные особенности механической бегущей волны и запишите ее уравнение.

15. Что называется акустическим резонансом? Приведите примеры его проявления в природе и применения на практике.

Вариант III.

1. Как читается закон сложения скоростей?
2. Какую информацию можно получить из графика проекции скорости прямолинейного равноускоренного движения?
3. Какие специфические величины используют для описания вращательного движения твердого тела?
4. Что понимают под свободным телом? Существуют ли в реальности свободные тела?
5. Какова связь между понятиями «масса» и «инертность»?
6. Есть ли отличия между понятиями «сила действия» и «сила противодействия»?
7. В чем состоит физический смысл коэффициента жесткости?
8. Какую природу имеют силы трения и почему?
9. Запишите формулу веса тела, движущегося с ускорением.
10. Что такое импульс силы и в чем состоит физический смысл этого понятия?
11. Всегда ли выполняется закон сохранения механической энергии?
12. Что такое нулевой уровень потенциальной энергии, и из каких соображений он выбирается?
13. Какие величины, кроме смещения, изменяются при гармонических колебаниях и по какому закону? (Показать на примере любого маятника.)
14. Что такое волновая поверхность? Какие волны можно выделить по виду волновой поверхности?
15. К каким видам волн (поперечным или продольным) относятся звуковые волны и почему?

Литература

1. *Эвенчик Э.Е.* и др. Методика преподавания физики в средней школе: Механика: Пособие для учителя / Э.Е. Эвенчик, С.Я. Шамаш, В.А. Орлов. Под ред. Э.Е. Эвенчик. – 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1986.
2. *Перышкин А.В.* Физика. 7 кл.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений. – 6-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2002.
3. *Перышкин А.В., Гутник Е.М.* Физика. 9 кл.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Дрофа, 2000.
4. *Мякишев Г.Я.* Физика: Учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. – 12-е изд. – М.: Просвещение, 2004.
5. Физика: Учеб. для 10 кл. шк. и кл. с углубл. изуч. физики / О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Э.Е. Эвенчик и др. Под ред. А.А. Пинского. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 1997.
6. *Козел С.М.* Физика. 10, 11 классы: пособие для учащихся и абитуриентов. В 2 ч. Ч.1. / С.М. Козел. – М.: Мнемозина, 2010.

7. *Генденштейн Л.Э., Дик Ю.И.* Физика. 10 кл.: Учебник базового уровня для общеобразоват. учебн. заведений. – 3-е изд. – М.: ИЛЕКСА, 2008.

8. Физика. Механика. 10 кл.: учеб. для углубленного изучения физики / М.М. Балашов, А.И. Гомонова, А.Б. Долицкий и др. Под ред. Г.Я. Мякишева. – 7-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2005.

9. *Разумовский В.Г., Орлов В.А., Никифоров Г.Г., Майер В.В., Сауров Ю.А.* Физика: учеб. для уч-ся 10 кл. общеобразов. учреждений. В двух частях. Часть 1 / В.Г. Разумовский, В.А. Орлов, Г.Г. Никифоров, В.В. Майер, Ю.А. Сауров. Под ред. В.Г. Разумовского, В.А. Орлова. – М.: ВЛАДОС, 2010.

По эксперименту:

1. *Шахмаев Н.М.* Физический эксперимент в средней школе. В 2 ч. Ч. 1: пособие для учителя. – М.: Мнемозина, 2010.

2. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Ч. 1. Механика, молекулярная физика, основы электродинамики / Под ред. А.А. Покровского. – М.: Просвещение, 1978.

3. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Ч. 2. Колебания и волны. Оптика. Физика атома / Под ред. А.А. Покровского. – М.: Просвещение, 1979.

4. *Хорошавин С.А.* Физический эксперимент в средней школе: 6, 7 кл. – М.: Просвещение, 1988.

5. Лаборатория L-микро. Демонстрационный эксперимент по физике. Механика. Руководство по выполнению экспериментов. – М.: МГИУ, 2007.

6. Лаборатория L-микро. Демонстрационный эксперимент по физике. Волновые явления на поверхности жидкости. Руководство по выполнению экспериментов. – М.: МГИУ, 2008.

7. Лаборатория L-микро. Демонстрационный эксперимент по физике. Звуковые волны. Руководство по выполнению экспериментов. – М.: МГИУ, 2008.

8. Лаборатория L-микро. Демонстрационный эксперимент по физике. Вращательное движение. Руководство по выполнению экспериментов. – М.: МГИУ, 2008.

9. *Шахмаев Н.М.* Физический эксперимент в средней школе. В 2 ч. Ч. 2 : пособие для учителя / Н.М. Шахмаев, Н.И. Павлов. – М.: Мнемозина, 2010.

10. *Буров В.А., Дубов А.Г.* и др. Демонстрационные опыты по физике в 6, 7 классах средней школы / Под ред. А.А. Покровского. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1974.