

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра общей физики

Ю.Е. Сахаров, Т.В. Воронина

**Практикум по методике и технике школьного
физического эксперимента**
Методическое пособие

Воронеж 2009 г.

Печатается по решению кафедры общей физики ВГПУ

Ю.Е. Сахаров, Т.В. Воронина. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента: Методическое пособие. – Воронеж : Воронежский государственный педагогический университет, 2009. –с.

Пособие включает в себя необходимый теоретический материал, методические указания по оформлению опытов, требования к технике безопасности при проведении демонстрационного физического эксперимента. Представлены задания для студентов по выполнению демонстрационных опытов, охватывающих материал школьного курса физики 7-9 классов общеобразовательной школы. Эти задания не перегружены излишним теоретическим материалом. Это дает возможность студенту составить более полное представление об изучении физических явлений путем чтения книг и учебников.

Рецензент: профессор, доктор ф.-м. наук В.В. Чернышов

Умения и навыки, которыми должен владеть учитель для демонстрации опытов

Демонстрация физических опытов позволяет учителю руководить познавательной деятельностью учащихся в процессе наблюдения и изучения физических явлений. Успешная демонстрация опытов возможна, если учитель знает приборы, умеет собирать установки и выполнять опыты с соблюдением необходимых требований.

Знание прибора предполагает:

- знание названия прибора и его основного назначения,
- принципа действия прибора и его основных узлов;
- умение по внешнему виду выделить данный прибор среди других;
- знание технических возможностей прибора, его эксплуатационных характеристик, допустимых режимов;
- умение применять прибор по назначению и в сочетании с другими приборами, знание условий, позволяющих получить нужный эффект;
- умение выполнять простейший ремонт, производить замену отдельных деталей, налаживать прибор при отклонениях от нормы.

Умение собирать установки отражает степень владения техникой демонстрационного эксперимента. Здесь существенным является выполнение требований, предъявляемых к демонстрационным опытам, и рациональное использование средств, обеспечивающих эффективность постановки опыта.

Практикой выработаны определенные правила сборки установок:

- мысленное конструирование установки, возможно вычерчивание структурной схемы, блочного чертежа расположения приборов, вспомогательного рисунка;
- отбор конкретных приборов для данного опыта;
- сборка установки: расположение на демонстрационном столе приборов в определенном логическом порядке, объединение элементов установки;
- проверка выполнимости требований, предъявляемых к опытам, с учетом возможностей разных средств;
- отработка последовательности операций, которые необходимо выполнять при демонстрации.

Умение демонстрировать опыты, т. е. владение методикой и техникой демонстрационного эксперимента, охватывает разные стороны учебного процесса, включая деятельность учителя и организацию познавательного интереса учащихся.

Требования, предъявляемые к технике проведения демонстрационных опытов.

Демонстрационный эксперимент, выполняемый преимущественно учителем перед учащимися, направлен на формирование у школьников представлений о явлениях, процессах, законах, понятиях, устройстве и действии приборов и установок.

Методика демонстрационного эксперимента решает вопрос оптимального выполнения опыта, подготовленного и отработанного в техническом отношении, т. е. выясняет, как с минимальной затратой времени на демонстрацию опыта и опорой на дидактические принципы добиться его максимального воздействия на учащихся. Решаются вопросы:

- В какой последовательности выполнять данный опыт (или серию опытов)?
- Как выделить существенное в опыте?
- На что обратить внимание учеников, подвести их к предполагаемому выводу, организовать сравнение признаков, варьировать несущественные признаки?
- В каком темпе проводить каждую часть опыта?
- Сколько раз воспроизвести опыт?
- Какой сделать паузу или как ее заполнить?

Под техникой проведения демонстрационного эксперимента понимают средства и приемы, обеспечивающие эффективную постановку опыта, т. е. создание таких условий, при которых опыт хорошо виден со всех мест класса, когда в установке умело выделено главное. Эффективность опыта достигается при соблюдении определенных требований. К ним относятся:

- содержательность,
- достоверность,
- видимость,
- наглядность,
- убедительность,
- кратковременность,
- воспроизводимость,
- надежность,
- эстетичность,
- эмоциональность,
- соблюдение техники безопасности.

Содержательность предполагает подбор приборов и создание таких условий, которые позволяют в полной мере раскрыть сущность явления.

Достоверность определяет однозначность, определенность, истинность результатов постановки опыта, отражающих в наблюдениях именно то, что изучается, т. е. достоверность означает постановку такого варианта опыта, результат которого не вызывает сомнений. Нарушение требования достоверности может быть вызван как объективными свойствами демонстрационной установки (неверный подбор приборов, неисправность приборов и пр.), так и некомпетентностью демонстратора.

Видимость предполагает создание условий, при которых каждый ученик класса видит не только установку, но и ее существенные детали. Важны два аспекта:

1. Обеспечение видимости установки с задних столов. Нужно исходить из предположения, что крышка демонстрационного стола находится на уровне глаз учащихся. Учащийся, сидящий за последним столом, может

сместить голову и смотреть над головой «второго», впереди сидящего на расстоянии примерно 2 м.

2. Обеспечение видимости существенных деталей установки (деления и оцифровка шкалы, указатели, элементы приборов и т. д.) с любого места класса.

Нарушение видимости может быть обусловлено разными причинами. Одной из них является конструктивная неполноценность демонстрационных приборов. Другая причина – неумение экспериментатора подобрать средства и создать условия, обеспечивающие хорошую видимость.

Наглядность – это требование, при котором сущность наблюдаемого явления раскрывается в наиболее яркой, совершенной и очевидной форме. Основное содержание опыта должно быть выражено более простыми средствами и приемами, а изменения, характеризующие состояние изучаемого объекта, достаточно хорошо наблюдаемы. С требованием наглядности связана, например, такая постановка опыта, когда подбором приборов и режимов их работы можно изменить показания измерительных приборов так, чтобы они оказались преимущественно в последней трети шкалы. В этом случае относительная погрешность измерения приближается к классу точности прибора.

Убедительность – это требование к демонстрации опыта, который не может привести к неверному толкованию. Опыт должен выполняться настолько «чисто», чтобы не было сомнений ни по его фрагментам, ни по выводам.

Кратковременность предполагает определение оптимального времени демонстрации опыта, а также сведения до минимума времени его выполнения. Достигается тщательной предварительной подготовкой и многократной отработкой последовательности движений учителя.

В **воспроизводимости** следует различать два аспекта: первый – воспроизведение опыта в том же варианте, в каком он был продемонстрирован первоначально; второй – это повторение опыта в несколько измененном варианте. Вариативность опыта способствует более глубокому раскрытию сущности изучаемого явления или процесса, помогает создать условия для сравнений и сопоставлений.

Надежность эксперимента предполагает его успех во время демонстрации. Обеспечивается тщательной предварительной подготовкой. Нарушение требования надежности чаще всего связано с неисправностью приборов или принадлежностей, плохой подготовкой элементов установки, нарушением эксплуатационных режимов приборов.

Эстетичность предусматривает изящное, красивое оформление установки и рациональное (артистичное) выполнение опыта. Изящность оформления достигается путем умелого подбора и расположения приборов, подчиняющихся определенной логике, путем применения разных средств (подкрашивание, подсвечивание и пр.). При рациональной постановке опыта демонстратор умело руководит вниманием учащихся, привлекая его к той или иной детали установки или процесса, без навязчивости и лишних движений. В каждом конкретном случае движения нужно предварительно отрабатывать.

Эмоциональность отражает результат воздействия демонстрируемого опыта на психику учащихся, она выражается в тех впечатлениях, которые оказывает демонстрация. Опыт призван вызвать интерес учащихся. Не следует ставить опыты, которые оказывают на них отрицательное эмоциональное воздействие.

Соблюдение техники безопасности является обязательным условием при любых демонстрациях. При работе с электрическими установками, источниками тепла и излучения, с реактивами необходимо соблюдать меры, обеспечивающие безопасность выполнения опытов, исключая механические повреждения, ожоги, поражения током и прочие травмы человека.

Средства, повышающие эффективность демонстрационных опытов.

Выполнению требований к демонстрационным опытам способствуют средства и приемы, позволяющие оставлять в тени несущественные детали установки и подчеркивать главное, существенное. К таким средствам относятся разного рода экраны, подставки, осветители и т. д. В практике школы нашли широкое применение белые и черные экраны. Чаще всего применяют белый экран, на фоне которого четко видны тела, имеющие темный цвет. Черный экран целесообразно применять в случае демонстрации самосветящихся тел или тел, окрашенных в светлые тона.

При демонстрации опытов приборы по возможности следует располагать в вертикальной или наклонной плоскости. Для этого применяют штативы, столики, скамейки, подставки. Наибольшими возможностями располагает универсальный штатив. Подъемный столик и скамейку на ножках применяют в том случае, если в установке необходимо поднять один прибор над демонстрационным столом.

Для акцентирования внимания учащихся на отдельных деталях демонстрационных установок применяют указатели и индикаторы. В распоряжении демонстратора удобно иметь указатели направления, полярности, уровня, порядкового номера, принадлежности. Например, для демонстрации теплового расширения жидкости в колбе с трубкой целесообразно применить резиновое кольцо, которое зафиксирует первоначальное положение уровня жидкости.

Индикаторы применяют в том случае, когда демонстрируемые объекты трудно или невозможно воспринимать непосредственно. Например, для обнаружения тока в цепи можно применить лампу накаливания, для обнаружения электромагнитного поля — неоновую лампу и т. д.

В опытах часто используют воду. Для четкого фиксирования уровня воды и объема, который она занимает, воду лучше подкрашивать. Хорошими средствами для этой цели служат флуоресцин, фуксин, фенолфталеин с несколькими каплями нашатырного спирта, хвойный концентрат, отвар столовой красной свеклы.

Для подсветки и теневого проецирования применяют специальный осветитель, у которого можно регулировать расходимость светового пучка. Например, если нужно выделить какую-то деталь опыта, то с помощью осветителя подбирают угол расходимости пучка и место, с которого наиболее эффективно можно освещать эту деталь.

Зеркала для демонстрационных целей применяют в двух случаях: 1) когда необходимо улучшить видимость со стороны учащихся и 2) когда нужно обеспечить видимость со стороны учителя. В первом случае зеркало больших размеров устанавливают под углом 45° , что позволяет учащимся класса видеть предметы, расположенные на демонстрационном столе в горизонтальной плоскости. Во втором случае используют зеркало малых размеров; его устанавливают так, чтобы учителю были видны элементы установки, обращенные к учащимся.

При демонстрации опытов, содержащих мелкие элементы можно воспользоваться видеокамерой и видеопроектором, при помощи которого можно увеличить эту деталь на экране. Строго говоря, камеру и проектор можно использовать практически в любых опытах, проецируя на экран как главные элементы, так и целиком учебно-экспериментальную установку.

Меры безопасности при подготовке и выполнении демонстрационных опытов.

1. К проведению демонстрационных опытов по физике допускаются педагогические работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж по охране труда, медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья. Учащиеся к подготовке и проведению демонстрационных опытов по физике не допускаются.

2. При работе со стеклянными приборами необходимо:

- применять стеклянные трубки с оплавленными краями;
- правильно подбирать диаметры резиновых и стеклянных трубок при их соединении, концы трубок смачивать водой, глицерином или смазывать вазелином;
- использовать стеклянную посуду без трещин;
- не допускать резких изменений температуры и механических ударов;
- соблюдать осторожность при вставлении пробок в стеклянные трубки и обратном процессе;
- отверстие пробирки или горлышко колбы при нагревании в них жидкостей направлять в сторону от себя и учащихся.

3. При работе, если имеется вероятность разрыва сосуда вследствие нагревания, нагнетания или откачивания воздуха на демонстрационном столе, со стороны учащихся устанавливают защитный экран, а учитель пользуется защитными очками. В случае разрыва сосуда запрещается осколки стекла убирать руками. Для этого используются щетки и совок. Так же убирают железные опилки, используемые при наблюдении магнитных спектров.

Запрещается закрывать сосуд с горячей жидкостью притертой пробкой до тех пор, пока она не остынет; нельзя брать приборы с горячей жидкостью незащищенными руками.

4. Температура наружных элементов конструкций изделий, нагреваемых в процессе эксплуатации, не должна быть выше 45 °С. При температуре нагрева наружных элементов изделия выше 45 °С на видном месте этого изделия должна быть сделана предупреждающая надпись “Берегись ожога!”

5. Категорически запрещается применять бензин в качестве топлива в спиртовках.

6. Запрещается применение: парообразователей металлических, ламп лабораторных бензиновых, прибора для определения коэффициента линейного расширения металлов (с металлическими трубками, нагреваемыми паром).

7. Запрещается использовать металлические асбестированные сетки и нафталин.

8. Нельзя превышать пределы допустимых скоростей вращения на центробежной машине, универсальном электродвигателе, вращающемся диске, обозначенные в технических описаниях. Во время демонстрации необходимо следить за исправностью всех креплений в этих приборах. Чтобы исключить возможность травмирования отлетевшими деталями, необходимо устанавливать защитный экран.

9. Запрещается применение пылесоса и других воздуходувов при постановке демонстрационных опытов с прибором по механике на воздушной подушке, если уровень фонового шума превышает установленный ГОСТом 12.1.003—76.

5.2.10. При постановке всех видов физического эксперимента запрещается применение:

- металлической ртути;
- генератора УВЧ на октальных лампах;
- индукционных катушек ИВ-50, ИВ-100 и прибора для демонстрации электроискровой обработки металлов, так как эти приборы создают сильные радиопомехи;
- электрического учебного оборудования с открытыми контактами на напряжения выше 42 В переменного тока и 110 В постоянного.

10. До включения электро-, радиоприборов в сеть необходимо убедиться в соответствии положения переключателя сетевого напряжения его номинальному значению, а также в исправности предохранителей.

11. При измерении напряжений и токов измерительные приборы присоединяются проводниками с надежной изоляцией, снабженными одно-, двухполюсными вилками. Присоединять вилки (щуп) к схеме нужно одной рукой, причем вторая рука не должна касаться шасси, корпуса прибора и других электропроводящих предметов. Особую осторожность следует соблюдать при работе с печатными схемами, для которых характерны малые расстояния между соседними проводниками печатной платы.

12. Замена деталей, а также измерение сопротивлений в цепях учебных установок производятся только после их выключения и разряда конденсаторов с помощью изолированного проводника.

13. При необходимости настройки или регулировки радиоустройства (подстройка контуров, регулировка подстрочечных конденсаторов или резисторов и т. п.) во включенном состоянии пользуются инструментом с надежной изоляцией.

14. При налаживании и эксплуатации осциллографов и телевизоров необходимо с особой осторожностью обращаться с электронно-лучевой трубкой. Недопустимы удары по трубке или попадание на нее расплавленного припоя, так как это может вызвать взрыв трубки.

15. Запрещается включение без нагрузки выпрямителей, так как в этом случае электролитические конденсаторы фильтра заметно нагреваются, а иногда и взрываются.

16. При перегреве трансформатора, появлении запаха гари, искрении внутри баллонов радиоламп или разогревании их анодов радиоустройство следует немедленно выключить.

17. Нельзя оставлять включенные электро-, радиоустройства без надзора и допускать к ним посторонних лиц.

18. При эксплуатации источников высоких напряжений (электрофорная машина, преобразователи типа «разряд») необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- не прикасаться к деталям и проводникам руками;
- высоковольтные соединительные проводники или электроды шарового разрядника следует перемещать с помощью изолирующей ручки (можно использовать чистую сухую стеклянную трубку);
- после выключения нужно разрядить конденсаторы путем соединения электродов разрядником или гибким проводником в хлорвиниловой изоляции.

19. Категорически запрещается использование в школах безнакальных трубок: рентгеновской, для отклонения катодных лучей, вакуумной со звездой, вакуумной с мельничкой и др.

20. Не допускается прямое попадание в глаза учителя и учащихся света от электрической дуги, проекционных аппаратов, стробоскопа и лазера.

21. Не разрешается эксплуатация лазера без защитного заземления прибора и ограничения экраном распространения луча вдоль демонстрационного стола. Запрещаются перемещение лазера по оптической скамье во включенном состоянии и все виды регулировок при снятой верхней части корпуса.

Правила описания демонстрационных опытов.

Один опыт из каждой серии студент описывает в соответствии со следующей схемой:

1. Определение демонстрируемого явления (процесса, свойства, физической величины, формулировка закона и т.д.) на уровне чувственного восприятия.

2. Структура данного определения:

1 ^й материальный объект (свойство,	2 ^й материальный объект (свойство,	Условие взаимодействия	Результат
---	---	------------------------	-----------

физ. величина и т.д.)	физ. величина и т.д.)	(соотношение)	

3. Структура УЭУ (учебно-экспериментальной установки).

Исследуемый объект	Воздействующий элемент (или второй исследуемый объект)	Подготовительные элементы	Индикация

4. Принципиальная схема (чертеж).
5. Монтажная схема (рисунок).
6. Перечень оборудования в соответствии с монтажной схемой.
7. Порядок подготовки УЭУ и план демонстрации опыта.

Рассмотрим каждый пункт подробнее.

1. Определение явления на уровне чувств предполагает его переформулирование без некоторых условий, которые «невидны» в данном опыте. Например, определение механического движения в учебнике: **«Изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени называется механическим движением»**. Это определение можно сформулировать следующим образом: *«Механическим движением называется изменение положения тела относительно какого-либо другого тела»*. Другой пример: **«Количественную меру действия тел друг на друга, в результате которого тела получают ускорения, называют в механике силой»** можно переформулировать: *«Сила – мера действия тел друг на друга (взаимодействия)»*.

2. Структура определения строится исходя из его формулировки, данной в пункте 1. Например, для «механического движения»:

1 ^й материальный объект	2 ^й материальный объект	Условие взаимодействия	Результат
Тело	Другое тело	Изменение положения тела	Механическое движение

Для «силы»:

1 ^й материальный объект	2 ^й материальный объект	Условие взаимодействия	Результат
Одно тело	Другое тело	Действие тел	Сила – как мера

		друг на друга	
--	--	---------------	--

3. Рассмотрим подробнее последний столбец таблицы под названием «Индикация». Здесь необходимо отметить способ фиксации человеком результата опыта:
- **«Визуальная индикация».** В большинстве опытов результат фиксируется человеком при помощи зрения (вспышка ваты в воздушном огнive, изменение осциллограммы вынужденных колебаний, отклонение стрелки электрометра и т.д.);
 - **«Индикация обоняния».** В основе некоторых опытов лежит распространение запахов, которые и ощущает человек (диффузия газов и др.). В других экспериментах индикация обоняния является дополнением к визуальной (получение огня при помощи трения и т.д.).
 - **«Индикация осязания».** Небольшой нагрев или охлаждение каких-либо материалов, изменение механических свойств, атмосферное давление и другие изменения (изменение внутренней энергии резины путем совершения работы, магдебургские тарелки и т.д.) можно зафиксировать при помощи осязания.
 - **«Слуховая индикация».** Так отмечают опыты, где органы слуха являются основными индикаторами результата (звонок под колоколом воздушного насоса и др.), а также дополнением к визуальным ощущениям (подтверждение наличия пониженного давления в сосуде при открытии крана, принцип действия ДВС и т.д.).
4. Принципиальная схема должна содержать чертеж основных элементов установки при необходимости с указанием направления ускорения, скорости, действия сил. Его изображение напоминает чертеж при решении задач. В некоторых экспериментах указываются электрические схемы установки.
5. Монтажная схема является проецированием на бумагу расположения на демонстрационном столе элементов УЭУ, экранов и указателей.
6. Перечень оборудования должен содержать все необходимые приборы и принадлежности для проведения данного эксперимента (предполагается, что этот список передается лаборанту для подготовки установки).
7. Данный пункт должен содержать подробное описание нюансов сборки и подготовки УЭУ, а также последовательность демонстрации с возможными вопросами для учащихся и выводами по результатам эксперимента.

Пример описания эксперимента «Понятие мнимого источника света».

Определение: Источник света, положение которого в пространстве определяется пересечением продолжения линий хода отраженных лучей, называется мнимым источником.

Структура определения:

1-й объект	2-й объект	Условия взаимодействия	Результат
Источник света	Отраженные от зеркальной поверхности лучи	Источник света на пересечении продолжений отраженных лучей	Мнимый источник света

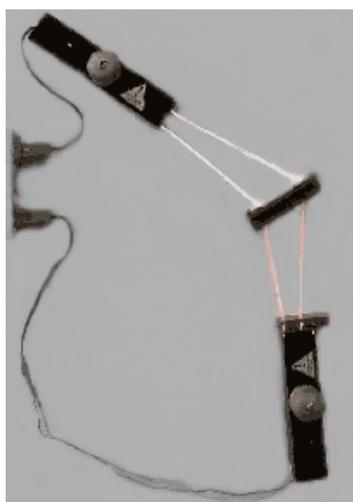
Структура УЭУ.

Исследуемый объект	Воздействующий элемент	Подготовительные элементы	Индикатор
Расходящиеся световые лучи (источник света)	Зеркало	Второй источник света	Визуальная индикация

Принципиальная схема УЭУ.



Монтажная схема УЭУ.



Перечень оборудования: магнитная доска, два источника света, два цветных светофильтра, линейка, две диафрагмы с двумя щелями, плоское зеркало, маркер.

Порядок подготовки УЭУ и план демонстрации:

Порядок подготовки УЭУ для демонстрации опыта понятия мнимого источника света.

1. На экран (магнитную доску) установить первый осветитель, закрыть его окно диафрагмой с двумя щелями и цветным светофильтром, например, синего цвета.

2. На расстоянии 10-15 см от осветителя разместить под углом около 45° плоское зеркало и заметить его местоположение на доске маркером.
3. С помощью крепежного винта отрегулировать положение лампы в корпусе осветителя так, чтобы оба луча при максимальном угле взаимного расхождения все же попадали на зеркало. Ход лучей также замечают на доске маркером для удобства регулировки показа опыта.
4. После регулировки временно снять зеркало. На экране наблюдают два расходящихся луча света.
5. Замечают, что если лучи продолжить до их пересечения, то так можно определить положение в пространстве источника света, из которого они вышли.
6. На экране устанавливают второй осветитель, окно которого также закрыто диафрагмой с двумя щелями и светофильтром другого цвета (например, красного), настроенного на максимальное и одинаковое с первым осветителем расхождение лучей.
7. Второй осветитель располагается внизу под зеркалом так, чтобы лучи, выходящие из него, служили началом отраженных от зеркала лучей, исходящих от первого осветителя. (Ход лучей можно заметить для удобства настройки).
8. После настройки второй осветитель выключают и показывают опыт, работая только с первым осветителем.
9. Возвратить на прежнее место зеркало.

План демонстрации опыта:

1. Во время опыта наблюдают ход отраженных от зеркала лучей.
2. Обратить внимание на то, что если продолжить отраженные лучи до их пересечения, то в точке пересечения источника света не окажется. Этот источник света называют мнимым.
3. Для подтверждения того, что в точке пересечения отраженных от зеркала лучей находится мнимый источник света требуется второй осветитель.
4. Включают второй осветитель и наблюдают, что выходящие из него лучи проходят тем же путем, что и отраженные от зеркала лучи. Это убеждает в том, что в точке пересечения лучей действительно находится источник света, хотя и мнимый.
5. Для более наглядной демонстрации опыта понятия мнимого источника света используют перемигивание: поочередное выключение и включение первого и второго осветителей.

Примерный план рассказа учителя при демонстрации опыта.

1. Сообщить определение демонстрируемого явления (свойства, закона и т.д.);
2. При необходимости пояснить структуру определения.
3. Пояснить структуру УЭУ.

4. Демонстрировать опыт, сопровождая пояснениями, рассказами, задавая необходимые вопросы, а также соблюдая следующие требования:
- на демонстрационном столе не должно быть ничего лишнего;
 - если демонстрация сопровождается чертежом, рисунком или схемой, то нужно своевременно соотнести элементы чертежа с приборами и деталями установки, причем элементы чертежа нужно расположить так, как предполагается расположить детали установки;
 - при демонстрации опыта учитель должен находиться за демонстрационным столом (за приборами); демонстрировать опыты нужно так, чтобы не загромождать руками детали установки;
 - при необходимости нужно поднимать или поворачивать демонстрируемые приборы;
 - темп изложения при демонстрации может быть разным, сравнительно быстрым при объяснении установки и более медленным при изложении сущности явления; паузы делают тогда, когда акцентируют внимание на той или иной детали установки, на том или ином компоненте раскрываемого процесса;
 - по результатам опыта делают четкий и обоснованный вывод;
 - число опытов диктуется необходимостью как можно полнее раскрыть сущность изучаемого; как правило, бывает достаточно двух-трех опытов.

Работа №1 Строение вещества. Движение и силы.

Задание 1.

1. Сжимаемость тел (поролон, воздушное огниво и др.)
2. Тепловое расширение тел (шар Гравезанда, колба со стеклянной трубкой – с воздухом и водой, тоже только с водой, другие приборы)
3. Делимость вещества (стаканы 4-10шт., вода, марганцовка или раствор флюоресцина)

Задание 2.

1. Явление диффузии в газах (распространение запаха веществ)
2. Явление диффузии в жидкостях (вода + раствор медного купороса)

Задание 3.

1. Явление слипания:
 - а) пластилин
 - б) стеклянные пластинки, смоченные водой
 - в) свинцовые цилиндры

Задание 4.

1. Равномерное движение (тележка с капельницей; пузырек воздуха в трубке с водой + метроном)
2. Относительность движения (трибометр, брусок на нити, указатели; шарик на нити в стеклянной трубке)

Задание 5.

1. Явление инерции: скатывание цилиндра (тележки) с наклонной плоскости и дальнейшее его движение по горизонтальному участку: а) шероховатому, б) гладкому.
2. Свойство инертности:
 - а) опыт с тележкой и бруском («поведение» бруска при ускоренном и замедленном движении)
 - б) Выбивание пластинки из-под шарика (цилиндра), монеты и т.д.

Задание 6. Взаимодействие тел:

1. Опыт с тележками, связанными резиновым жгутом
2. Опыт с тележками и магнитами
3. Опыт с тележками со стальной линейкой (петлей)
4. Предложите свои опыты.

Задание 7.

Плотность вещества:

1. Тела равных масс (набор). Весы.
2. Тела равных объемов(набор). Весы.
3. Кусок ваты (взвешивание при разных объемах)
4. Вода и песок в стаканах на чашках весов.

Задание 8. Сила, разновидности сил:

1. Груз на пружине.
2. Тележка с пружиной (резинкой).
3. Тележка с магнитом + магнит.
4. Опыт с наэлектризованной гильзой и эбонитовой палочкой.
5. Падение тела.

Задание 9.

1. Сила упругости. Вес тела: Деформация стальной линейки на опорах под действием подвешенного к ее середине груза.
2. Вес тела. Невесомость. Перегрузка:
 - а) груз на вертикальной пружине
 - б) прибор по невесомости на гибком обруче
 - в) трибометр, картонка на резинке, груз.

Задание 10.

1. Градуировка пружины: пружина, подвешенная в штативе, указатель, набор грузов.
2. Виды динамометров: лабораторные, демонстрационные и т.д.
3. Сложение сил.

Задание 11.

1. Трение: скатывание шарика (цилиндра, тележки) с наклонной плоскости и дальнейшее его движение по горизонтальной поверхности: а) гладкой, б) шероховатой, в) по песку.
2. Трение покоя: трибометр + брусок.
3. Сила трения: опыты с бруском и трибометром (используется демонстрационный динамометр).
4. Силы трения скольжения и качения: опыты с тележкой с резиновым жгутом (движение тележки на колесах и перевернутой тележки).

Работа №2 Механическое движение. Динамика. Колебания и волны.

Задание 1.

1. Равномерное и равноускоренное движение.
2. Система отсчета.
3. Поступательное и вращательное движение.

Задание 2.

1. Сила тяжести.
2. Сила упругости.
3. Электрическая сила.
4. Магнитная сила.

Задание 3. Второй закон Ньютона.

1. Использовать прибор по кинематике и динамике.

Задание 4. Третий закон Ньютона.

1. Тележки, два динамометра, магниты.
2. Два демонстрационных динамометра. Один поставить сверху на другой, закрепленный в штативе.
3. Сила реакции опоры.
4. Два динамометра (тянуть в противоположные стороны стороны).

Задание 5.

1. Вес тела.
2. Невесомость. Перегрузка.

Задание 6. Импульс тела. Закон сохранения импульса.

1. Опыт с грузами одинаковой массы, скользящих по металлическому стержню

2. Опыт с шариками на желобе.
3. Опыт с тележками с пружинами.

Задание 7. Реактивное движение.

1. Отклонение трубки при вытекании из нее воды.
2. Надуть и отпустить воздушный шарик.
3. Водяная вертушка.
4. Паровая вертушка (вертушка Герона).

Задание 8. Закон сохранения энергии.

1. Движение шарика по вогнутому желобу.
2. Математический маятник.
3. Движение тележки под действием растянутой пружины.
4. Маятник Максвелла.

Задание 9. Колебания и волны. Резонанс.

1. Математический маятник.
2. Пружинный маятник.
3. Система связанных маятников различной длины.
4. Продольные и поперечные волны (шнур, волновая машина Зворыкина).

Работа №3 Тепловые явления.

Задание 1. Внутренняя энергия и способы ее изменения.

1. Расплющивание алюминиевой проволоки молотком на наковальни. Затухающие колебания нитяного маятника (куда «исчезла» механическая энергия?).
2. Нагревание тел при трении – а) «Добывание огня» заостренную палочку вращают в углублении доски, палочка дымится. Уложенная в углубления ватка, вымоченная в растворе марганцовки, тлеет; б) железная проволока диаметром около 1мм трется о дерево. Дерево дымится. Спичка, приведенная в соприкосновение с нагретой проволокой, загорается.
3. Нагревание стеклянной трубки при трении (трубка закрыта с обоих концов пробками, сквозь одну из них пропущена стеклянная трубка, на которую надета резиновая трубка, соединенная с открытым жидкостным манометром).
4. Тот же результат, что и в предыдущем опыте (п. 3), может быть получен при нагревании трубки в результате теплообмена.
5. Нагревание воздуха при резком сжатии (воспламенение ваты в воздушном огне).
6. Охлаждение воздуха при расширении (в пластиковую бутылку поместить 3-4 капли воды и «загрязнить» воздух частицами дыма (бросить внутрь горящую спичку) – центрами конденсации. Плотнo закрыть крышкой. Медленно сжать сосуд и резко отпустить. Наблюдать образование тумана). Опыт можно выполнить по описанию его в учебнике.
7. Изменение внутренней энергии резины (воздушный шарик или кусочек бинтрезины) при резком растяжении, сокращении.

Задание 2. Теплопроводность.

1. Теплопроводность металлического стержня (проволоки), – медная проволока с прикрепленными к ней при помощи пластилина гвоздиками.
2. Различная теплопроводность металлов (алюминий, сталь или медь).
3. Прибор для демонстрации теплопроводности различных веществ (сосуд с парафином и стержнями из различных веществ).
4. Теплопроводность воды (пробирка с водой, спиртовка).
5. Теплопроводность воздуха.
6. Вскипятить воду в бумажной кастрюле.

Задание 3. Конвекция.

4. Вращение бумажной вертушки в восходящих потоках теплого воздуха (вертушку положить на крышку, плавающую на воде, доверху заполняющую банку из-под майонеза; банка стоит на горячей электроплитке).
5. Конвекция при нагревании жидкости (хим. стакан или колбу емкостью 0,5 или 1 литр доверху заполнить водой, на дно опустить несколько крупинок марганцовки. Сосуд нагревать с помощью спиртовки или свечки узким пламенем).
6. Модель центрального водяного отопления (U-образную трубку с сообщением в верхней части, заполненную водой. В верхней соединительной трубке не должно быть пузырьков воздуха. С помощью трубки с грушей ввести в нижнюю часть сосуда подкрашенной воды. Подогревать с помощью спиртовки одно из колен пробирки).
7. Демонстрация опыта, поясняющего образование тяги.
На зажженную свечку поставить стеклянную трубку диаметром около 4см (больше диаметра свечки), и высотой 20-30см при отсутствии зазора между поверхностью, на которой стоит свечка, и краями трубки, свечка гаснет.
Если под трубку положить две спички (обеспечить зазор), свечка будет гореть.

Задание 4. Излучение.

1. Опыты с теплоприемником выполните в соответствии с описанием их в учебнике.
2. Выполняя опыт с колбой вместо теплоприемника, можно использовать электрическую лампу мощностью 500Вт.
3. Опыт с двумя параболическими зеркалами (зеркала Пиктэ). В фокус одного зеркала поместить электрическую лампу (500Вт), а в фокус другого – спичку. Расстояние между зеркалами может быть от 2 до 9 м. Спичка загорается.

Задание 5. Количество теплоты. Удельная теплоемкость.

1. На электрическую плитку поставить четыре сосуда от калориметров в одном сосуде 50г воды, в другом 150г воды, в третьем 150г масла, в четвертом стограммовая гирька или железный груз с 50г воды (температуру воды измерить перед нагреванием, она должна быть везде одинаковой. Сосуды поместить на заранее нагретую плитку).

2. Нагреть до кипения воду в сосуде, в котором помещен алюминиевый цилиндр из набора калориметрических тел (можно использовать стограммовую гирю). Уравновесить на весах два сосуда с водой (по 100г воды) комнатной температуры. Поместить в один сосуд металлический груз, нагретый до 100°C, а в другой долить кипятка (весы должны уравновеситься). Через некоторое время измерить температуру в сосудах (когда наступит тепловое равновесие). Используя формулу для подсчета количества теплоты вычислить удельную емкость металла.

Задание 6. Плавление и отвердевание кристаллических тел.

1. Использовать пробирку с гипосульфатом (парафином) в который заранее вплавлен датчик электрического термометра. Пробирку опустить в сосуд с водой, помещенный на электроплитке. Построить графики плавления и отвердевания.

Задание 7. Испарение.

1. Написать на доске мокрой тряпкой слово «Испарение». Подуть на часть слова.
2. Нанести на поверхность три полоски различного вещества: вода, спирт, растительное масло.
3. Смочить стеклянный баллон соединенный с жидкостным манометром (вместо него можно использовать теплоприемник). Наблюдать за охлаждением баллона.
4. Наблюдать за испарением воды, капнув две капли на поверхность, одну из которых растереть.

Задание 8. Кипение. Конденсация.

1. Наблюдение процесса кипения воды. Использовать электрический термометр.
2. Кипение воды при пониженном давлении:
 - а) Снять сосуд с кипящей водой с электроплитки, закрыть его и охлаждать струей холодной воды. Вода в сосуде закипает.
 - б) При откачивании воздуха из колбы с теплой водой (даже комнатной температуры) она закипает.
3. Направить струю пара на холодное стекло. Наблюдать конденсацию пара.
4. Погрузить стеклянную трубку, из которой выходит струя пара, в сосуд с водой (начальные масса и температура воды измерены заранее). Наблюдать процесс конденсации пара в воде. Через некоторое время измерить температуру и массу воды. Вычислить удельную теплоту парообразования воды.

Задание 9. Тепловые двигатели.

1. Довести до кипения воду, на четверть заполняющую пробирку закрытую пробкой. Наблюдать выброс пробки (работа совершается за счет внутренней энергии пара).
2. Подключить металлическую спираль к источнику тока (использовать вставку Джоуля), подобрать ток, чтобы спираль раскалилась до желтого каления. Разомкнуть цепь. Смазать внутреннюю поверхность алюминиевого сосуда легко испаряющейся горючей жидкостью. Плотнo

- соединить сосуд со вставкой. Замкнуть цепь. При воспламенении горючей смеси сосуд слетает со вставки. Повторить опыт.
3. Демонстрировать модель четырехтактного двигателя внутреннего сгорания.
 4. Демонстрировать модель паровой турбины.

Работа №4. Гидростатика

Задание 1. Передача давления в жидкостях и газах.

1. Опыт с шаром Паскаля (перед демонстрацией прочистить отверстия).
2. Опыт с самодельным прибором – полиэтиленовый сосуд с отверстиями.
Показать:
 - а) передачу жидкостью внешнего давления – при сдавливании сосуда рукой (сосуд закрыт пробкой)
 - б) передачу нижним слоем жидкости давления, производимого на газ
3. Демонстрировать:
 - а) опыт с шаром Паскаля или с самодельным прибором по передаче давления, производимого на газ (индикатор-полоска бумаги подвешенная на спице;
предложите другие индикаторы)
 - б) опыт с самодельным прибором (банка с водой, сквозь пробку пропущены трубки); составьте алгоритм демонстрации опыта.

Задание 2. Давление в жидкости.

1. Опыт с трубкой, затянутой резиновой пленкой (использовать также воронку, затянутую резиновой пленкой и вставленную в стеклянную трубку). Какой индикатор нужно использовать для обнаружения прогиба пленки?
2. Для демонстрации первого опыта использовать прибор “Гидростатический парадокс” с цилиндрическим сосудом.
3. Наблюдать (демонстрировать) явления при погружении трубки, затянутой пленкой в аквариум с водой.
4. Опыт с воронкой, затянутой резиновой пленкой, вставленной в боковое отверстие в сосуде.
5. Опыт с цилиндрическим сосудом с отпадающим дном.
6. Опыт с сосудом, имеющим отверстия в боковой поверхности.

Задание 3. Сообщающиеся сосуды.

1. Сообщающиеся сосуды одинакового сечения.
2. Сообщающиеся сосуды разного сечения (трубка и бутылка без дна).
3. Модель фонтана “Артезианский колодец”.
4. Модель водомерного стекла.
5. Кубок Тантала.

Задание 4. Вес воздуха. Атмосферное давление.

1. Взвешивание воздуха в специальном шаре или в бутылке из-под шампанского (воздух откачивать в присутствии преподавателя).
2. Поднятие воды за поршнем.
3. Фонтан в пустоте.

4. Действие ливера.
5. Магдебургские тарелки.
6. Вода в опрокинутом стакане, закрытом листом бумаги.

Задание 5. Манометры. Насос. Пресс.

1. Жидкий манометр. Изменение давления внутри жидкости.
2. Металлический манометр. Измерение давления в сосуде при откачивании из него воздуха.
3. Демонстрация модели жидкостного насоса в проекции.
4. Демонстрация модели гидравлического пресса.

Задание 6. Действие жидкости на погруженное в него тело.

1. Выталкивание погруженной в воду деревянной палочки (поплавка, мяча и т.д.).
2. Сокращение пружины с подвешенным грузом при погружении его в воду.
3. Действие газа на находящееся в нем тело.

Задание 7. Архимедова сила. Закон Архимеда.

1. Опыт с ведерком Архимеда и сосудом с отливом.
2. Опыт с ведерком Архимеда и простым сосудом(без отлива).

Задание 8. Плавание тел.

1. Иллюстрация к случаям:
 - тело тонет
 - тело всплывает
 - тело плавает(три пластмассовых шара)
2. Поплавок Декарта («Картезианский водолаз»). Иллюстрировать все случаи плавания
3. Зависимость осадки плавающего тела в жидкости от плотности тела
4. Демонстрация равенства веса плавающего тела от плотности тела и веса вытесненной им жидкости (весы, сосуд с отливом, тело)
5. Опыт с картошкой в пресной и соленой воде.

Работа №5 Электростатика.

Задание 1. Явление электризации.

1. Электризация трением.
2. Притяжение наэлектризованным телом других тел (мелкие кусочки бумаги, струю воды, банку из-под сока, метровую линейку и др.).
3. Электризация разделением (резиновая лента, оргстеклянная или металлическая пластинка, станиолевая гильза).
4. Электризация ударом (резиновая лента, металлическая пластина).
5. Взаимная электризация тел.
6. Электризация через влияние.

Задание 2. Электроскоп. Делимость электрического заряда.

1. Взаимодействие заряженных гильз («+» и «-» заряд).
2. Электрический султан.
3. Электроскоп. Электрометр.

4. Проводники и диэлектрики.
5. Делимость электрического заряда на равные части (два электрометра с одинаковыми шарами).
6. Делимость электрического заряда на неравные части (на один из электрометров поместить два шара).
7. Заземление (Заменить два шара на алюминиевую кастрюлю).

Задание 3. *Объяснение электризации. Закон сохранения заряда.*

1. Электризация металла трением (латунная трубка с эбонитовым стержнем, целлофановая пленка, электрометр).
2. Электризация резиновой ленты при ударе о металлический диск. Объяснить механизм электризации.
3. Электризация при отделении резины от диска.
4. Поместить целлофановую пленку на диск незаряженного электрометра, сверху поставить диск с изолирующей ручкой. Потереть верхним диском пленку. Переставить его на другой электрометр. Сравнить показания электрометров. Соединить электрометры проводником.

Задание 4. *Электрическое поле.*

1. Действие наэлектризованных тел на другие тела на расстоянии.
2. Электрический султан под колоколом воздушного насоса. Откачать воздух, поднести заряженную эбонитовую палочку.
3. Основные свойства электрического поля (зависимость электрической силы от расстояния между заряженными телами).

Задание 5. *Проводники и диэлектрики в электрическом поле.*

1. К незаряженному электрометру приближать отрицательно заряженную эбонитовую палочку. Стрелка отклоняется.
2. На диск незаряженного электрометра поместить диск с изолирующей ручкой. Поднести, не касаясь, заряженную палочку. Удалить верхний диск вместе с палочкой (не допуская касания). Поместить этот диск на второй электрометр. Обратить внимание на заряды электрометров.
3. Вместо диска использовать полый шар.
4. К диску заряженного электрометра поднести нейтральный металлический диск, не допуская касания. Обратить внимание на отклонение стрелки электрометра.
5. То же, но вместо диска использовать пластину из оргстекла.

Задание 6. *Объяснение притяжения незаряженных индикаторов к заряженному телу.*

1. Отклонение металлической гильзы под действием электрического поля (перераспределение зарядов).
2. Допустить касание гильзы палочки. Гильза оттолкнется.
3. Отклонение бумажной гильзы под действием электрического поля (поляризация диэлектрика). Сделать рисунок.

Задание 7. *Распределение заряда на проводнике.*

1. Опыт с сеткой Кольбе.
2. Два электрометра с полыми металлическими шарами, металлический шарик на изолирующей ручке.

- а) Переносить заряд с внешней поверхности одного шара на внешнюю поверхность другого;
 - б) с внешней на внутреннюю;
 - в) с внутренней на внешнюю;
 - г) с внутренней на внутреннюю.
3. Опыты с цилиндром с конусами («электрический ветер»).
 4. «Электрическая вертушка».

Задание 8. Взаимодействие наэлектризованных тел.

1. Опыт с двумя воздушными шарами на длинных нитях (наэлектризовать, потерев капроном).
2. «Электрическая пляска». Под оргстеклянную пластинку, закрепленную на высоте 3-4см, поместить кусочки бумаги. Натирать пластинку капроном.
3. «Пляска на металлической арене». Между двумя дисками от разборного конденсатора, подключенных к электрофорной машине, поместить вырезанные из тонкой бумаги фигурки.
4. Парение ватки (эбонитовая палочка, ватка).
5. Электризация ученика.

Задание 9.

1. «Ленивая» и «пугливая» гильза.
2. Электрофор Вольта.
3. «Дырка от бублика» (между электродами электрофорной машины поместить целлофановую пленку).

Работа №6. Постоянный ток.

Задание 1. Электрический ток. Источники тока.

1. Нейтрализация зарядов электроскопов (противоположно заряженных) при соединении их проводником.
2. Перераспределение зарядов: заряженный электроскоп соединить с незаряженным.
3. Заземление заряженного электрометра. (Обратить внимание на кратковременное существование электрического тока в выполняемых опытах.)
4. Опыт с электрофорной машиной. Кондукторы соединить проводником, в разрыв которого включена неоновая лампочка.
5. Опыт с термоэлементом (термопарой), подключенной к гальванометру. Нагревать пламенем свечи.
6. Опыт с фотоэлементом с подключенным к нему светодиодом.
7. Сборка и демонстрация действия гальванического элемента (яблоко, медный и цинковые электроды, гальванометр).

Задание 2. Электрический ток в растворах электролитов. Действие электрического тока.

1. Собрать цепь из источника тока, электрической лампочки, выключателя, двух угольных стержня, погруженных в сосуд с дистиллированной водой. Замкнуть цепь, лампочка не горит (перемкнуть контакты

- угольных стержней проводником – лампочка горит). Поместить в воду некоторой количество поваренной соли, лампочка загорается.
2. Заменить раствор соли раствором медного купороса. При замыкании цепи лампочка загорается.
 3. Через раствор медного купороса пропустить ток в течении 2-3 минут, показать что на катоде выделилась медь.
 4. Тепловое действие тока: а) Нагревание нихромовой проволоки при пропускании тока (на проволоку повесить 2-3 полоски бумаги). б) Горение лампочки.
 5. Магнитное действие тока: а) Демонстрация действия электромагнита. б) Поворот рамки с током в магнитном поле.

Задание 3. Сила тока.

1. Демонстрировать зависимость интенсивности действия тока от проходящего по проводнику заряда (электрофорная машина, неоновая лампочка). Ввести понятие «сила тока».
2. Измерить силу тока в последовательной цепи с лампочкой амперметром.

Задание 4. Электрическое напряжение.

1. Использовать электрическую лампочку на 220В (60Вт), демонстрационный амперметр с шунтом на 0,3 – 1А, автотрансформатор (РНШ-250). Показать зависимость работы тока (или мощности) от силы тока (индикация – яркость горения лампочки). Пропустить ток такой же силы через лампочку на 6,3В. Сравнить работу тока в этом случае с предыдущим. Ввести понятие «напряжение».
2. Соединить лампочки на 220В и на 6,3В последовательно, подключить их к РНШ-250. Плавно повышать напряжение от 0 до 220В. Объяснить результат.

Задание 5. Зависимость силы тока от напряжения. Электрическое сопротивление. Закон Ома.

1. Собрать цепь состоящую из источника тока, магазина сопротивлений (1+2+2+5 Ом), демонстрационных амперметра и вольтметра. Ввести в цепь одну спираль на 2Ом. Остальные закрыть листом бумаги. Измерить силу тока при напряжениях 2В и 4В. Сделать вывод о пропорциональности силы тока и напряжении.
2. Используя ту же цепь ввести две спирали по 2Ом. Измерить силы тока при напряжениях 2В и 4В. Ввести понятие о сопротивлении.
3. При постоянном напряжении 4В измерить силы тока с включенными резисторами на 2Ом и на 4Ом. Сделать вывод о коэффициенте пропорциональности между силой тока и напряжением. Сформулировать закон Ома для участка цепи.

Задание 6. Сопротивление проводника. Реостаты.

1. Используя проволочные резисторы из различного материала источник тока (ВС-24М), амперметр на 2А и вольтметр на 6В, продемонстрировать зависимость электрического сопротивления от вещества, длины проводника и его площади поперечного сечения.

2. Простейший реостат: Никелиновая проволока в двух штативах, зажим типа «крокодил», амперметр, источник тока (В-24), выключатель.
3. Регулирование силы тока в цепи с электролампой при помощи ползункового реостата.
4. То же – с помощью ступенчатого реостата.

Задание 7. Последовательное и параллельное соединение проводников.

1. Собрать последовательную цепь, состоящую из двух лампочек, амперметра, вольтметра, ключа. Показать, что при выключении одной лампочки, другая тоже гаснет.
2. На основе результатов измерения силы тока в цепи и напряжения вывести законы последовательного соединения.
3. Собрать цепь, состоящую из двух параллельно включенных лампочек, амперметра, вольтметра, ключа. На основе результатов измерения силы тока в цепи и напряжения вывести законы параллельного соединения.

Работа № 7. Геометрическая оптика.

Задание 1.

1. Прямолинейное распространение света.
2. Понятие мнимого источника света.
3. Полное внутреннее отражение.
4. Распространение света в слоистой структуре. Модель световода.

Задание 2.

1. Угловой отражатель.
2. Поворотная призма.
3. Обратная призма.
4. Преломление света.
5. Преломление света в плоскопараллельной пластине.

Задание 3.

1. Понятие линзы.
2. Фокус и фокусное расстояние линзы.
3. Ход лучей в линзе.
4. Связь расстояния от предмета до линзы с расстоянием от линзы до его изображения.
5. Действие оптической системы глаза. Близорукость и дальновидность.
6. Получение изображения в фотоаппарате.

Задание 4.

1. Образование тени и полутени.
2. Зеркальное отражение света. Диффузное отражение.
3. Перископ.
4. Преломление света. Исследование закономерностей преломления света.
5. Обратимость хода световых лучей.

Задание 5.

1. Определение показателя преломления оргстекла.
2. Построение хода лучей в призме.
3. Определение фокусного расстояния линзы.

Задание 6.

1. Исследование явления отражения света.
2. Построение изображения предмета в плоском зеркале.
3. Сборка модели зеркального перископа.
4. Наблюдение преломления света плоскопараллельной пластиной.
5. Исследование преломления света на границе раздела двух сред.
6. Наблюдение преломления света призмой.
7. Исследование явления преломления света.
8. Измерение показателя преломления вещества.
9. Измерение фокусного расстояния и оптической силы собирающей линзы.

Примерные вопросы к зачету по пройденному курсу.

1. Учебный физический эксперимент, место и роль эксперимента в обучении физике.
2. Классификация физического эксперимента.
3. Умения и навыки, которыми должен владеть учитель для демонстрации опытов
4. Требования, предъявляемые к технике проведения демонстрационных опытов.
5. Средства, повышающие эффективность демонстрационных опытов.
6. Меры безопасности при подготовке и выполнении демонстрационных опытов.
7. Правила описания демонстрационных опытов.
8. Примерный план рассказа учителя при демонстрации опыта.
9. Система демонстрационных опытов по теме «Строение вещества»
10. Система демонстрационных опытов по теме «Движение и силы»
11. Система демонстрационных опытов по теме «Равномерное и равноускоренное движение»
12. Система демонстрационных опытов по теме «Колебание и волны. Законы сохранения»
13. Система демонстрационных опытов по теме «Тепловые явления»
14. Система демонстрационных опытов по теме «Гидростатика»
15. Система демонстрационных опытов по теме «Электростатика»
16. Система демонстрационных опытов по теме «Постоянный ток»
17. Система демонстрационных опытов по теме «Геометрическая оптика»