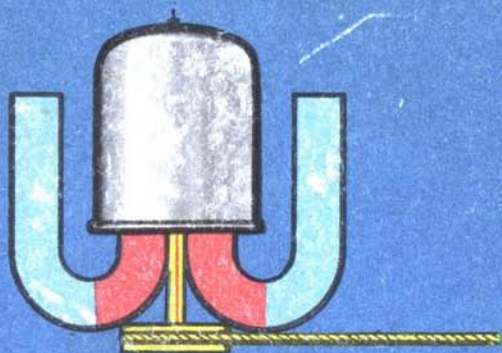
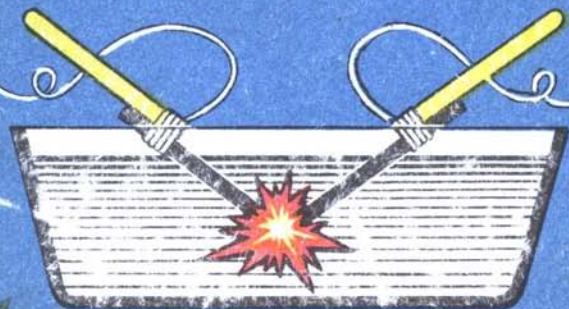




Л. А. ГОРЕВ

ЗАНИМА- ТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ ПО ФИЗИКЕ



Горев Л. А.

Г68 Занимательные опыты по физике в 6—7 классах.
Пособие для учителей. М., «Просвещение», 1977.

152 с. с ил.

Материал данного пособия учителя физики могут использовать как на уроках, так и на внеклассных занятиях. Занимательные опыты помогут учащимся убедиться в справедливости ряда теоретических положений, дать правильное материалистическое толкование окружающим явлениям, развивать и совершенствовать навыки работы с инструментами и приборами.

Г $\frac{60501-338}{103(03)-77}$ 134—76

53

© Издательство «Просвещение», 1977 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга содержит занимательные опыты по всем разделам курса физики VI—VII классов, их расположение в пособии соответствует программе и учебникам, рассчитаны они на школьное оборудование — все это дает возможность использовать материал книги на уроках для привлечения внимания учащихся к изучаемому явлению, при повторении и закреплении учебного материала. Опыты повышают интерес к физике и способствуют ее лучшему усвоению.

Многие опыты можно проводить на простых самодельных приборах и подручных материалах, которые легко найти в домашних условиях. Ребята, увлекающиеся физикой, могут выполнять эти опыты самостоятельно вне школы.

Материал опытов, отмеченных в пособии звездочкой, выходит за рамки школьной программы. Такие опыты можно демонстрировать на физических вечерах.

В отдельные параграфы выделены опыты с жидким кислородом, по оптике и автоматике. Это сделано для удобства их использования при подготовке тематических вечеров.

Целый ряд опытов (например, № 186, 187, 302 и др.) учитель сможет показать на физическом вечере с атенстической направленностью.

Во введении кратко описаны подготовка и проведение вечеров с использованием занимательных опытов и физических викторин, которые также включены в данное пособие. Здесь же рассказано об изготовлении викторин разного типа и подборе материала к ним. Сами викторины размещены на цветных вклейках, чтобы наглядно показать оформление таких мероприятий.

К большинству опытов и викторинам в конце книги даны пояснения и некоторые рекомендации, обеспечивающие успешное выполнение эксперимента.

Автор занимался сбором занимательных викторин и опытов почти три десятка лет. При этом он использовал различные литературные источники как дореволюционных, так и советских изданий. В эту книгу вошли опыты, разработанные автором или заимствованные им из опыта работы лучших учителей физики школ г. Кирова и Кировской области А. И. Копыловой и В. Н. Патрушева, С. А. Юрлова, Л. Д. Владимирова, Ф. П. Чашникова, М. А. Степанова, Н. В. Архипова.

В процессе работы над книгой автору оказали помощь студенты физико-математического факультета и сотрудники кафедры общей физики Кировского пединститута им. В. И. Ленина.

Всем им и в особенности доценту В. В. Мулта-новскому, ассистенту Г. А. Бутырскому автор выражает свою признательность.

Автор приносит глубокую благодарность рецензентам Х. Д. Рошовской, А. Г. Европину за обстоятельный просмотр рукописи данного издания.

Автор благодарит также сотрудников кафедры теоретической физики Тюменского государственного пединститута за обстоятельный просмотр книги и ценные замечания.

Рассчитывая продолжить работу над книгой, автор надеется получить от читателей пожелания и предложения по ее улучшению.

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка и проведение вечеров занимательной физики. Задача автора — помочь учителю в подборе и подготовке опытов для вечеров занимательной физики, тематических и физических вечеров и других внеклассных мероприятий.

Хорошо известно, что физический вечер протекает успешно, если в нем есть элемент занимательности. Сделать вечер более интересным и оживленным помогает демонстрация занимательных опытов, связанных с темой вечера.

Одно из основных мероприятий, где особенно необходимы занимательные опыты, — вечера занимательной физики. Такой вечер требует длительной, кропотливой подготовки. Здесь мы укажем лишь отдельные основные моменты в организации вечеров.

В подготовке вечера может участвовать до 10—15 человек. Это могут быть члены физического кружка или просто желающие учащиеся. Собрав участников, учитель сообщает им, по какому разделу физики будет проведен вечер, и каждому дает определенное задание. Одни готовят рисунки, схемы; другие — занимательные опыты; третьи — самодельные приборы, которые потребуются для вечера; четвертые подбирают вопросы и интересные опыты из различной литературы и т. д. Сам учитель должен постоянно накапливать материал для проведения вечеров.

В помощь учителю из числа участников выбирают ответственного за подготовку вечера. Он же — ведущий, от которого в большой степени зависит успех. Чтобы вечер проходил живо, интересно, в качестве ведущего нужно подобрать ученика энергичного, инициативного, хорошо знающего физику, обладающего артистическими данными.

Когда необходимые рисунки, схемы выполнены, физический эксперимент подготовлен, намечают порядок показа опытов. Вечер нужно начинать с интересного опыта, чтобы привлечь внимание учеников. Далее опыты должны идти в порядке нарастания интереса. Если в плане вечера есть вопросы, то их следует

чередовать с опытами. Заканчивать вечер надо наиболее интересным экспериментом.

Учитель должен хорошо проинструктировать ведущего. Последний может сам выполнять опыты, которые готовил, предлагать вопросы, пояснять опыты, выполняемые его ассистентами. Оценивать же ответы учащихся и начислять очки ведущему должен помочь учитель.

После демонстрации опыта желающие объясняют его и отвечают на заданные вопросы. Начинать опрос нужно с учащихся VI класса. Для ответа следует привлекать как можно больше ребят. Учеников, правильно ответивших на один-два вопроса, в дальнейшем надо привлекать только для исправления неточностей, ошибок, чтобы дать возможность отвечать другим.

Для каждого вечера подбирают в среднем 16—20 вопросов и опытов. Иногда вначале можно провести небольшое (5—8 мин) сообщение ученика по тому или иному вопросу с показом соответствующих демонстраций (опытов, рисунков, диапозитивов, учебных фильмов и т. д.).

Чтобы учащиеся не переутомлялись, длительность вечера должна быть 1—1,5 ч.

О проведении вечера заранее сообщают красочным объявлением. В кабинете физики организуют выставку самодельных приборов, изготовленных учащимися. На стенах вывешивают физические викторины, выпускают газету «Юный физик». Содержание газеты, всего оформления, сообщения учащихся необходимо увязывать с тем разделом физики, по которому проводится вечер.

Музыка в зале создает праздничную обстановку, повышает настроение.

Опыты следует тщательно готовить, ибо самый занимательный опыт, не удавшийся сразу, перестает интересовать ребят, порождает скуку и внимание учащихся к нему ослабевает.

Опыт не вызывает интереса и в том случае, когда неудачно сформулирован вопрос, когда плохо пояснена демонстрация.

Поэтому в книге даны некоторые методические указания по постановке самих опытов и вопросов к ним.

Изготовление и использование викторин. Викторины могут быть разного вида. В книге приводятся три типа викторин: викторина, состоящая из одних вопросов, без рисунков; электрифицированная викторина; викторина, состоящая из рисунков. Все они использовались в школах на различных вечерах.

Викторина № 1 впервые использовалась во Дворце пионеров г. Кирова на вечере физики, а далее неоднократно — в школах. Надо было наблюдать за учениками, которые с большим интересом и удовольствием ее рассматривали, обсуждали и спорили. Этот опыт показывает, что викторины могут быть выполнены и без рисунков. А вопросов для них имеется большое количество в различной учебно-методической литературе. При кабинете физики следует иметь набор подобных викторин по различным

темам. Их изготовление не представляет никаких трудностей. Все они могут быть выполнены силами учащихся.

Для изготовления электрифицированной викторины подбирают лист фанеры размером 800×500 мм. По краям с той и другой стороны устанавливают телефонные гнезда. Слева около гнезд располагают вопросы, а справа — ответы. На обороте листа укрепляют батарейку карманного фонаря. От нее через лампу, установленную сверху, идут два провода, выведенные наружу. Телефонные гнезда с обратной стороны соединяют между собой попарно (вопрос — ответ). Вопросы и ответы пишут на полосках бумаги, которые крепят кнопками или вставляют под пластинки плексигласа. Викторину вывешивают в кабинете или коридоре. Ученики работают с ней следующим образом. Штекер одного провода они вставляют в гнездо вопроса, на который желают получить ответ. Затем подбирают подходящий ответ и вставляют второй провод в гнездо, расположенное около найденного ответа. Если лампа, находящаяся сверху, загорится, ответ верен и т. д.

Ученики превращают работу с подобными викторинами в интересную игру; но, играя, они приобретают знания, что нам и нужно.

При кабинете физики желательно иметь две электрифицированные викторины: одну для VI, а вторую для VII класса. Вопросы и ответы можно делать сменными и подбирать их по отдельным большим темам, ряду тем или разделам.

Викторины с рисунками можно изготовить следующим образом: на доске закрепить лист бумаги, рисунок викторины спроецировать с помощью эпидиаскопа на этот лист. Вначале рисунки обвести карандашом, а потом тушью и красками. Подобное изготовление викторин не представляет никаких трудностей.

Физические викторины следует вывешивать в кабинете физики на всех вечерах. Ученики обычно приходят несколько раньше на вечер. До начала они будут рассматривать викторины, беседовать, спорить между собой, разбирая те или иные рисунки, вопросы.

Отдельные викторины можно включать в программу вечера. Если вечер проводится методом КВН, то вопросы викторины можно задавать командам по очереди.

Викторины, составленные по отдельным темам или разделам, полезно вывешивать в кабинете физики или в коридоре в определенном месте после изучения соответствующей темы или раздела.

Викторины можно использовать и на уроке при повторении учебного материала по определенной теме, разделу.

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВА

1. Двумя пальцами возьмите за горлышко бутылку емкостью 0,25 или 0,5 л, облейте ее холодной водой и опустите горлышком в стакан с водой. Обхватите бутылку ладонями. Через некоторое время из нее будут выходить пузырьки воздуха. Почему?

2. Налейте в колбу емкостью 600 см³ немного подкрашенной воды и вставьте резиновую пробку, через которую пропущена стеклянная трубка диаметром 6 мм. Нужно добиться, чтобы уровень жидкости в трубке поднялся над пробкой (рис. 1).

Обхватите руками колбу. Почему через некоторое время наблюдается подъем воды в трубке?

3. В маленькую дощечку вбейте два гвоздя на расстоянии, равном диаметру пятикопеечной монеты. При этом она должна свободно проходить между гвоздями. Нагрейте монету и попытайтесь вновь продвинуть ее между гвоздями. Почему после нагревания она не проходит?

4. В колбу, заполненную подкрашенной водой, вставьте резиновую пробку со стеклянной трубкой так, чтобы жидкость поднялась по трубке над колбой (рис. 2). Отметьте уровень воды в трубке бумажным или резиновым колечком. Нижний край колечка должен быть на уровне воды в трубке.

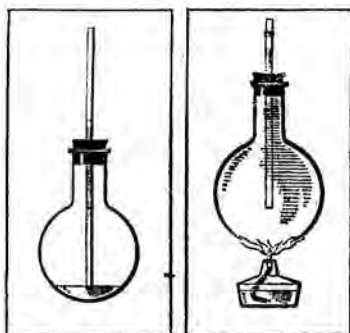


Рис. 1.

Рис. 2.

в трубке бумажным или резиновым колечком. Нижний край колечка должен быть на уровне воды в трубке.

Зажгите спиртовку и нагрейте колбу. Почему в первый момент нагревания уровень воды в трубке понижается?

5. Нагрейте тонкостенный стакан, обливая его горячей водой. Поставьте стакан вверх дном в блюдо с водой. Через некоторое время, когда стакан остынет, вода в нем поднимется. Почему?

6. Положите на дно тарелки или блюда монету и налейте немного воды. Как достать монету, не замочив пальцы?

7. Возьмите небольшую воронку с внутренним диаметром трубки 2—3 мм и концом, не имеющим скоса. Вставьте ее с резиновой пробкой в горлышко колбы или бутылки емкостью 500 см³ и для лучшей герметичности смажьте пластилином.

Спросите учащихся, много ли воды войдет в колбу (бутылку). Получив ответ, заполните воронку водой. В колбу (бутылку) поступает не более 30 см³, а далее вода не течет. Почему?

ДВИЖЕНИЕ И СИЛЫ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ

8. Укрепите на штативе демонстрационный динамометр со столиком (насадкой). Возьмите второй такой же динамометр и установите его на первый. Почему показания динамометров одинаковы (рис. 3)?

9. Возьмите стеклянную платформу. Поставьте на нее тележку, а на тележку — электрический вентилятор. Почему при работе вентилятора тележка движется вместе с ним?

10. Реакцию вытекающей струи воздуха можно наблюдать с детским воздушным шаром. Надуйте его, поверните отверстием вниз и отпустите. Воздух будет выходить вниз, а шар полетит вверх.

11. Опыт с эфирной вертушкой. Налейте в пробирку 8—10 см³ эфира (в нижнюю часть ее насыпьте немного дрови для утяжеления). Пробирку закройте пробкой, через которую пропущены две загнутые стеклянные трубки, и опустите в теплую воду, налитую в стакан

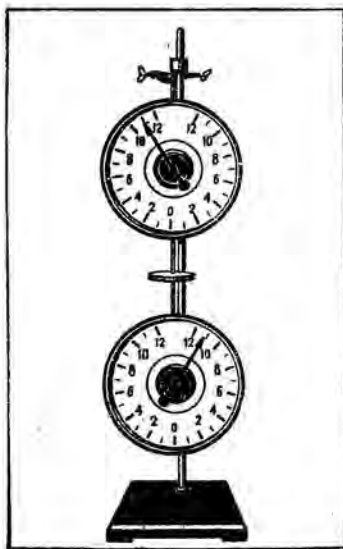


Рис. 3.

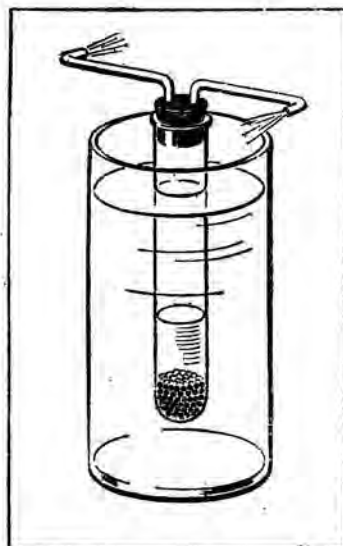


Рис. 4.

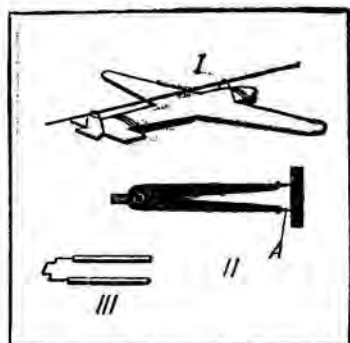


Рис. 5.

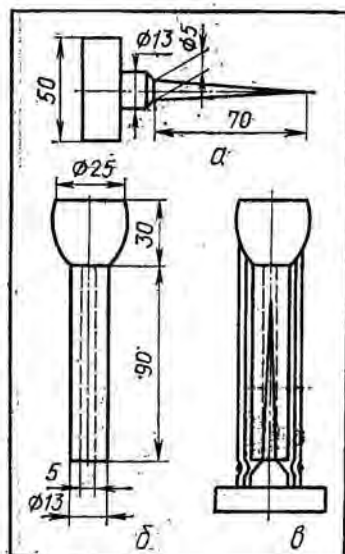


Рис. 6.



Рис. 7.

(температура воды должна быть около 50°C). Водоефирная вертушка плавает, как поплавок (рис. 4). Эфир нагревается и закипает. Пары эфира, выходящие из трубок, подожгите. Пробирка с пламенем вращается. Как объяснить наблюдаемое явление?

12. Принцип полета реактивного самолета. Из жести вырезают фигуру, напоминающую собой проекцию самолета на горизонтальную плоскость. Снизу к ней привязывают (достаточно плотно) ракету. Затем «самолет» с ракетой подвешивают на двух проволочных петельках (рис. 5, I) к натянутой в классе проволоке или на тонком шнуре длиной 3 м к потолку (удобнее подвешивать к потолку, тогда самолет будет летать по окружности). Для воспламенения пороховой смеси ракеты в ее отверстие (рис. 5, II) вставляют два проводника. С концов они оголены и соединены тонким проводником (рис. 5, III), который при замыкании цепи перегорает. Вторые концы проводников оканчиваются вилкой. На одно мгновение вставляют вилку в розетку. Тонкий проводник в ракете сгорает и вызывает вспышку пороховой смеси. При горении последней образуется большое количество газов, которые вылетают в одном направлении, а ракета и «самолет» получают движение в противоположном направлении. Опыт протекает чрезвычайно эффектно.

Кратко опишем изготовление ракеты. Для этого используют самодельный прибор. Он состоит из деревянных частей а и б (рис. 6). Часть а представляет собой конус с опорным основанием, а б — цилиндрический стержень с глухим отверстием.

На особый цилиндрический стержень диаметром 13,5 мм накручивают 15 слоев газетной бумаги, предварительно смазанной клеем. Получается гильза длиной 10,5 мм. Не ожидая высыхания клея, гильзу надева-

ют на конус. Сверху в гильзу вставляют часть б. Около конца гильзу обжимают и перевязывают (см. рис. 6, в).

Далее вынимают часть б и всыпают небольшую порцию пылеобразной смеси дымного пороха с углем (в соотношении 1:1). Утрамбовывают ее при помощи стержня б, и так постепенно наполняют гильзу горючей смесью. Закончив наполнение, конец перевязывают шнуром или проволокой. Ракета готова. Расположение пороховой смеси внутри ракеты показано на рисунке 6, в.

13*. Гирию массой 1 кг подвесьте на нити № 20. Снизу к гире привяжите вторую такую же нить. Рывком дерните за нижнюю нить. При этом она оборвется. Если тянуть ее медленно, то оборвется верхняя нить и гиря упадет. Как объяснить наблюдаемое явление?

14*. На граненый стакан положите фанерную доску с достаточно тяжелым телом (гирей массой 10 кг). Предложите любому ученику разбить стакан сильными ударами слесарного молотка по гире (рис. 7). Почему стакан не бьется? Где наблюдается аналогичное явление в практике?

ИНЕРЦИЯ

15. Вырежьте из тонкого картона полоску шириной 2—3 см и склейте из нее кольцо диаметром 10—15 см. Расположите его на горлышке пустой бутылки. На кольцо положите монету, а внутрь введите линейку и резким горизонтальным движением выбейте кольцо из-под монеты. Монета упадет в бутылку (рис. 8). Как объяснить наблюдаемое явление?

16. Положите листок бумаги на край стола. На листок поставьте брусок или стакан с водой. Свешивающийся конец листка возьмите в одну руку, а ребром ладони другой руки резко ударьте по нему (рис. 9). При этом листок выдергивается, а стакан остается. Почему?

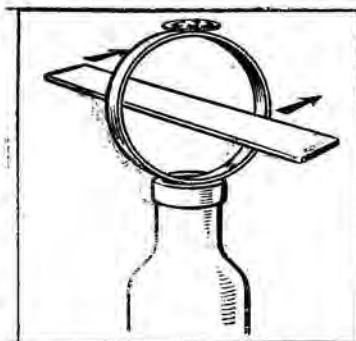


Рис. 8.

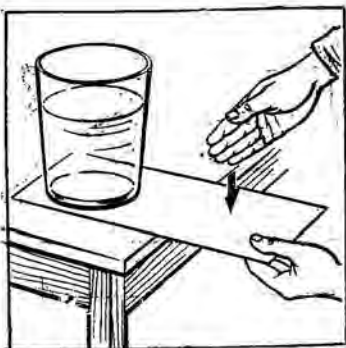


Рис. 9.

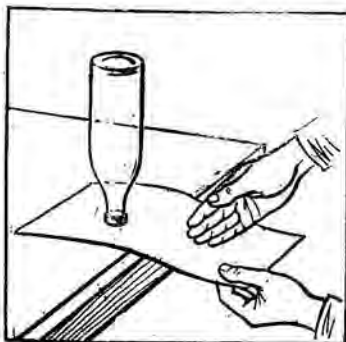


Рис. 10.

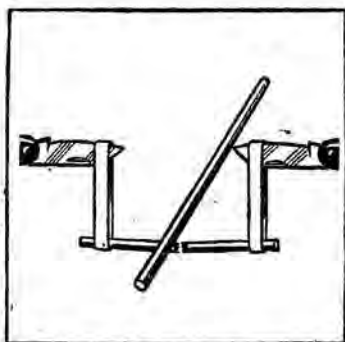


Рис. 11.

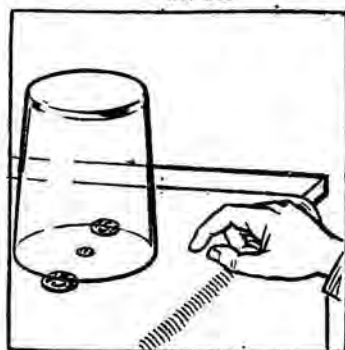


Рис. 12.

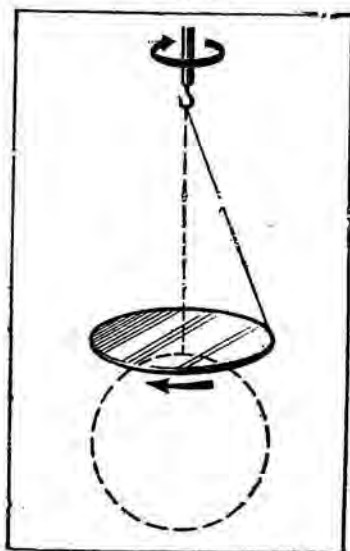


Рис. 13.

17. Положите листок бумаги на край стола. На листок поставьте горлышком вниз пустую бутылку. Резким движением выдерните листок (рис. 10). При этом бутылка остается на месте. Почему?

18. Возьмите гладкую доску толщиной 1—1,5 см и нарежьте из нее 5—6 брусков размером 80×90 мм. Сложите бруски стопкой на столе, а сверху поставьте стакан с водой. Метровой линейкой, которую перемещайте по поверхности стола, резко ударьте по нижнему бруску. Последний вылетает, а остальные со стаканом остаются на месте. Выбивайте следующие бруски, пока не останется последний со стаканом.

19. На ровную поверхность стола положите полотенце (лучше из гладкой льняной ткани). На него поставьте стул. Медленно потяните полотенце, при этом переместитесь и стул. Затем резким рывком сверху вниз выдерните полотенце. Стул остается на месте. Почему?

20. Склейте из полосок газетной бумаги шириной 2,5 см два кольца. Подвесьте их на острия двух ножей. На кольца положите деревянный брусок длиной 100 см, шириной 1,5—2,0 см и толщиной 0,5 см. Резко ударьте металлическим стержнем посередине бруска. Почему он переломится, а бумажные кольца останутся целыми (рис. 11)?

21. На стол, покрытый скатертью, положите две монеты. На них поставьте стакан. Третью монету, меньшую по толщине, положите под стакан посередине (рис. 12). Попробуйте достать ее, не пользуясь никакими предметами и не касаясь руками ни монет, ни стакана.

22*. К крючку центробежной машины подвесьте за край металлический диск (сирену дисковую) на медной проволоке диаметром 0,9—

1,0 мм. При вращении диск располагается в горизонтальной плоскости (рис. 13, пунктиром показано расположение диска до вращения). Объясните почему. Вместо диска можно подвесить цепочку, концы которой связаны между собой. При вращении цепочка располагается по окружности в горизонтальной плоскости. Наконец, можно подвесить металлический стержень длиной 25 см. При вращении он располагается в горизонтальной плоскости.

23. Возьмите центробежную машину и укрепите на ней диск (сирену дисковую). На край диска поставьте свечу, которую накройте коническим сосудом от прибора для демонстрации гидростатического парадокса. Сосуд закрепите на диске проволокой. Почему при вращении диска пламя свечи отклоняется к оси вращения?

СИЛА ТЯЖЕСТИ. ДАВЛЕНИЕ

24. Возьмите диск из металла, фанеры, пластмассы диаметром 10 см. По его размерам вырежьте кружок из бумаги. В одну руку возьмите бумажный диск, в другую — металлический (фанерный, пластмассовый) и предоставьте им возможность свободно падать с одной и той же высоты.

Почему металлический диск падает быстрее бумажного?

Положите бумажный диск на металлический и дайте им возможность свободно падать. Почему в этом случае они падают одновременно?

25*. К дужке металлической банки с водой привяжите достаточно прочный шнур и вращайте банку в вертикальной плоскости. Проходя через верхнюю точку, банка располагается дном вверх, но вода не выливается. Объясните почему.

26. Стекланную колбу наполните на одну треть или наполовину водой и опустите в нее корковую пробку с отверстием посередине. В горлышко колбы вставьте вторую пробку, через которую пропущена проволока. Последняя своим концом внутри колбы входит в отверстие пробки, плавающей на воде. Как снять пробку с проволоки, не выливая воду из колбы?

27. **Определение центра тяжести.** Как достаточно быстро можно определить центр тяжести однородной палки, утяжеленной с одного конца?

28. **Пробивание латунной пластинки (монеты) иглой.** Возьмите небольшую иглу и вставьте ее в корковую пробку так, чтобы острый конец иглы был на уровне нижнего края пробки. (Если второй конец будет выступать над пробкой, то его следует обломить плоскогубцами.) Поставьте пробку на латунную пластинку толщиной 2 мм (пятикопеечную монету), а последнюю положите на деревянный брусок, расположенный на хорошей опоре (рис. 14). Ударьте резко молотком по пробке. При этом пластинка (монета) пробивается иглой. Объясните это явление.

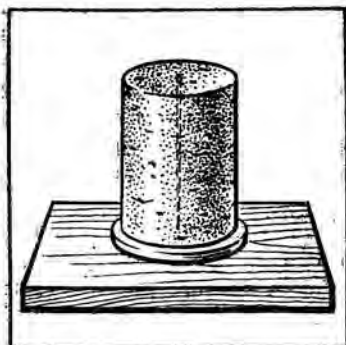


Рис. 14.

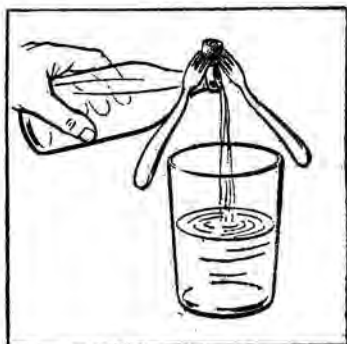


Рис. 15.

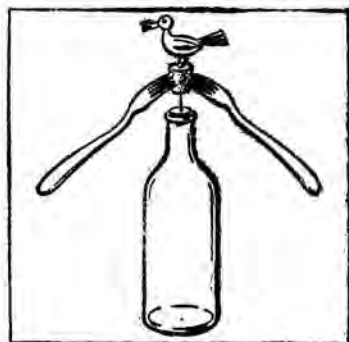


Рис. 16.

29. В верхний конец пробки воткните две вилки и поставьте ее на край горлышка бутылки с водой. При этом получается устойчивое равновесие. Если взять бутылку и поворачивать ее так, чтобы из нее выливалась вода (рис. 15), то пробка с вилками сохраняет равновесие. Почему?

30. Предыдущий опыт можно видоизменить. В пробку воткните достаточно длинную иглу. На горлышко бутылки положите пятикопеечную монету, а на нее обоприте острием иглы пробку с вилками. На пробке можно закрепить резиновую фигуру птицы (рис. 16). Вся система находится в устойчивом равновесии. В этом легко убедиться, если сообщить пробке с вилками вращательное или колебательное движение. При этом система двигается, но не падает, а фигура, поворачиваясь, раскланивается.

31. Установите острие карандаша вместе с ножом на кончике пера (рис. 17) так, чтобы вся система была в равновесии. Сообщите небольшое колебательное движение карандашу с ножом. При этом равновесие сохранится. Почему?

32. «Балерина, танцующая на проволоке». Выпилите из фанеры фигурку балерины. К ее ноге прикрепите две проволоки длиной по 25 см с грузами на концах (рис. 18). Установите фигурку на проволоке и сообщите ей колебательное движение. Она сохраняет равновесие.

33. На край стола положите деревянную планку с зарубкой или гвоздем и повесьте на нее ведро с водой. Возьмите деревянную палочку и установите ее нижним концом в левую сторону дна ведра, а

верхним — в гвоздь планки (рис. 19). Почему ведро сохраняет равновесие?

34. Возьмите две вилки. Скрепите их острыми концами примерно под углом 120° — 130° . С внутренней стороны угла (приблизительно по биссектрисе) закрепите спичку. Затем осторожно головкой или концом положите спичку на край горлышка бутылки (рис. 20). При этом система находится в равновесии. Объясните наблюдаемое явление.

35. Встаньте правым боком вплотную к стене, поднимите одновременно левую руку и ногу и попытайтесь удержаться в таком состоянии. Почему человек теряет равновесие?

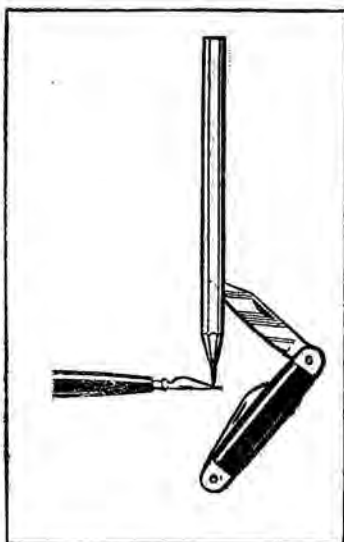


Рис. 17.

ДАВЛЕНИЕ ГАЗА

36. «Живая перчатка». Медицинскую резиновую перчатку с небольшим количеством воздуха в ней плотно перевяжите ниткой. Положите перчатку на тарелку под колокол воздушного насоса и откачивайте воздух. Перчатка начинает раздуваться и шевелиться. Она как будто «живая». Как это объяснить?

37. Слянку с плотно вставленной в ее горлышко резиновой пробкой поставьте под колокол воздушного насоса. Почему при откачивании воздуха из-под колокола пробка вылетает из слянки?

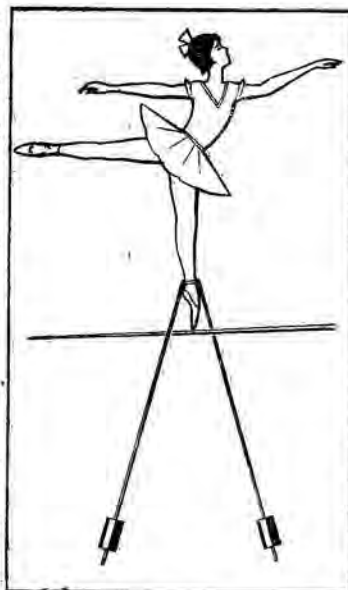


Рис. 18.

СИЛА ТРЕНИЯ

38. «Силовой номер». Интересный опыт можно проделать с бутылью, горлышко которой ровное (без венчика). Для утяжеления бутылю можно наполнить водой. Приготовьте хороший мыльный раствор и смочите в нем пальцы

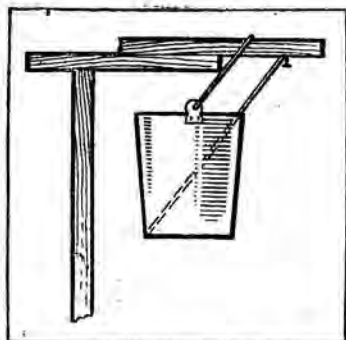


Рис. 19.

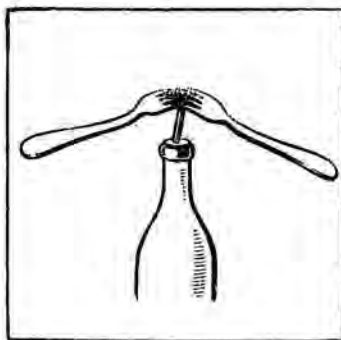


Рис. 20.

одной руки. Попробуйте кончиками пальцев взять за горлышко бутылки и перенести ее. У вас ничего не получится. Бутылка выскальзывает. Почему?

39. Возьмите шелковую нить. Привяжите ее конец двумя узлами к какому-либо грузу и дергайте за второй конец нити. Почему узлы будут развязываться?

СИЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ МОЛЕКУЛАМИ

40. Основания свинцовых цилиндриков зачистите ножом с прямым лезвием. Для успеха опыта поверхности оснований свинцовых цилиндров должны быть строго плоскими. Тогда большее число молекул одного цилиндра будет взаимодействовать с большим числом молекул другого цилиндра. Цилиндры приведите в соприкосновение, чуть поверните и сжимайте. Наблюдается их сцепление. Подвесьте цилиндры к штативу, постепенно и осторожно нагружайте их. Доведите груз до нескольких килограммов (рис. 21). Где используется это явление на практике?

41. Нарежьте десяток стеклянных пластинок размером 100×70 мм (размер может быть и другой). Одна из них должна быть большего размера. Протрите их влажной тряпкой, причем после протирки на поверхности будет слабый слой влаги, и складывайте стопкой, плотно прижимая друг к другу. Сверху должна быть пластинка большего размера. Осторожно поднимайте верхнюю пластинку. При этом поднимается вся стопка. Почему?

42. Подъем тарелки с мылом¹. Возьмите тарелку, налейте в нее воды и сразу слейте. Поверхность тарелки будет влажная. Затем кусок мыла, сильно прижимая к тарелке, поверните несколько раз и поднимите вверх. При этом с мылом поднимается и тарелка (рис. 22). Почему?

¹ См.: Соколова Е. Н. Простой физический опыт. М., 1969, с. 43.

43. Алюминиевую проволоку диаметром 1,5—2 мм, длиной 120—150 мм с помощью тонкой проволоки положите на поверхность воды (рис. 23). Алюминиевая проволока будет плавать на поверхности воды, хотя ее плотность больше плотности воды. Объясните почему?

44. Из листового алюминия толщиной 0,5 мм вырежьте пластинку размером 150×80 мм. Поверхность ее слегка смажьте вазелином или маслом. Осторожно опустите пластинку на поверхность воды. Почему она плавает на воде, хотя алюминий имеет большую плотность по сравнению с водой (почти в 2,5 раза)?

На пластинку можно поставить гирику в 20 г, и она плавает.

Примечание. Пластинка может быть большего размера, тогда она удержит гирику большей массы.

45*. В пробирку с резиновой пробкой вставьте конец проволоочной спирали и насыпьте немного дрови так, чтобы пробирка плавала (рис. 24). (Разница между выталкивающей силой и весом пробирки должна быть небольшой.) Нажимая на спираль, утопите ее. Почему поплавок со спиралью остается под водой?

Если на поверхность воды капнуть эфира или мыльного раствора, пробирка всплывает. Почему?

46. Возьмите невысокую банку из-под консервов, проколите в дне изнутри отверстия диаметром 1—2 мм. Расплавьте парафин и обмокните в нем дно банки. Если отверстия будут затянуты парафином, то осторожно проколите их вновь. Налейте в банку слой воды 7—10 мм. Почему вода не выливается из банки?

47*. Из картона вырежьте пластинку по форме, приведенной на

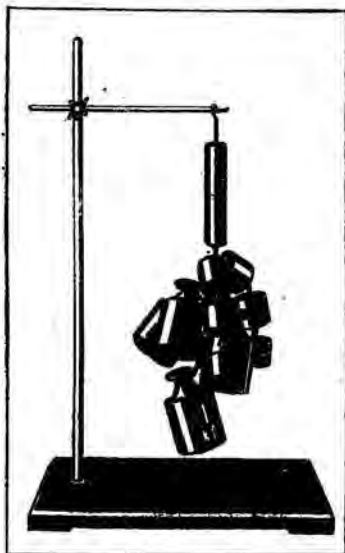


Рис. 21.

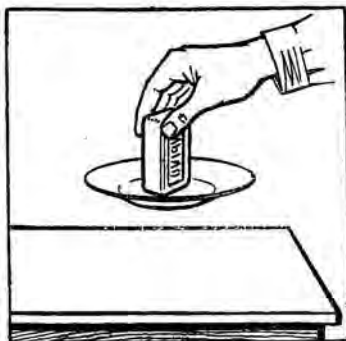


Рис. 22.

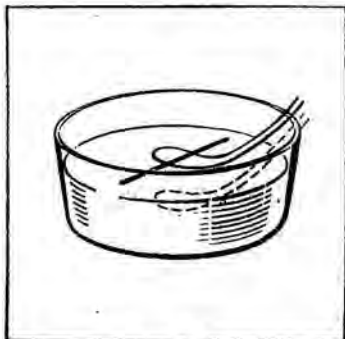


Рис. 23.

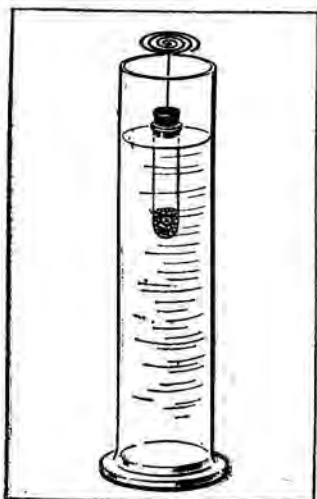


Рис. 24.



Рис. 25.

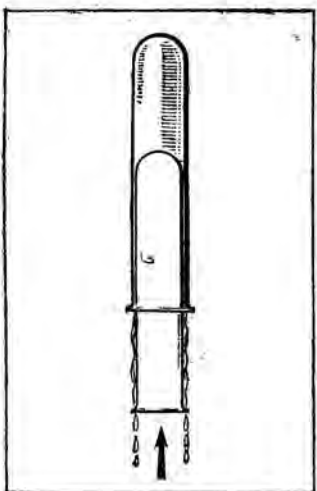


Рис. 26.

рисунке 25, и опустите ее на поверхность воды, налитой в стеклянную ванну достаточно больших размеров, например диаметром 35 см и высотой 10 см. В центр выреза картона положите на воду кристаллик камфары. Пластина на длительное время приходит в движение. Почему?

48. Подберите две пробирки так, чтобы одна входила в другую с небольшим зазором. Заполните большую пробирку водой наполовину и вставьте в нее вторую. Затем опрокиньте их, держа внешнюю пробирку рукой. Из большой пробирки вода постепенно вытекает, а внутренняя пробирка втягивается вверх (рис. 26). Объясните, почему внутренняя пробирка не падает, а поднимается вверх.

49. Поставьте стакан, наполненный водой, на подставку, а второй, пустой, — на стол. Можно ли с помощью полоски сукна или другой материи перелить воду из верхнего стакана в нижний? Где подобное явление используется в практике?

ДАВЛЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

ПЕРЕДАЧА ДАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТЯМИ И ГАЗАМИ

50. Передача давления камерой от футбольного мяча, наполненной водой. Возьмите камеру и наполните ее водой. Резиновую трубку камеры наденьте на конец стеклянной трубки длиной 220 см. Если такой длинной трубки нет, то можно взять две и соединить их резиновой (рис. 27). На камеру положите доску, на которую становится ученик. Он должен встать так, чтобы постепенно переводить свой вес на доску. При этом уровень столба воды в трубке поднимается на высоту 1,5—2 м (в зависимости от веса человека). Объясните, почему человек весом 400—600 н уравнивается

столбом воды весом 1,5—2 н (при внутреннем диаметре трубки 1 см)?

Примечание. Опыт можно проводить с камерой от велосипедного или автомобильного колеса.

51. Изготовьте прибор — Геронов фонтан. Возьмите колбу (бутылку) емкостью 500—700 см³ и наполните ее на $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ водой. В горлышко колбы (бутылки) плотно вставьте резиновую пробку со стеклянной трубкой 1 (рис. 28). Последнюю соедините небольшой резиновой трубкой со стеклянным наконечником 2, имеющим сверху отверстие диаметром 0,7—1 мм. Накачайте насосом Шинца воздух в колбу (2—3 качания). Освободите резиновую трубку от зажима. Из колбы через трубку 2 забьет фонтаном вода. Почему? Где в практике используется такое явление?

52. Возьмите стеклянный сосуд с водой, закройте его пробкой, через которую пропущены две стеклянные трубки. Как перелить из него воду в пустой сосуд, не вынимая пробки? Где используется данное явление?

53. Аналогия сифона. Возьмите и укрепите блок в штативе. Через него перебросьте цепочку от часов. Ее концы должны быть равными (рис. 29). Затем поднимите один конец цепочки (рис. 30). Она начинает перемещаться. Почему?

54. Переливание воды с помощью простого сифона. Опустите резиновую трубку в сосуд с водой. Зажмите один конец трубки под водой, выньте его и опустите в другой сосуд, расположенный ниже. Вода будет вытекать. Почему?

55. В воронку вставьте пробку, через которую пропущена стеклянная трубка. На последнюю наденьте резиновую трубку, свободный конец которой должен доходить до пробки (рис. 31). Воронку до половины наполните водой. Обратите внимание на то, что она не выливается. Когда вода закроет верхнюю часть трубки, она начинает течь и выливается из воронки полностью. Почему?

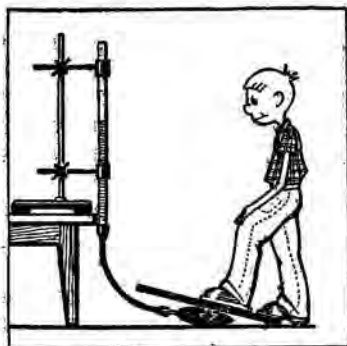


Рис. 27.

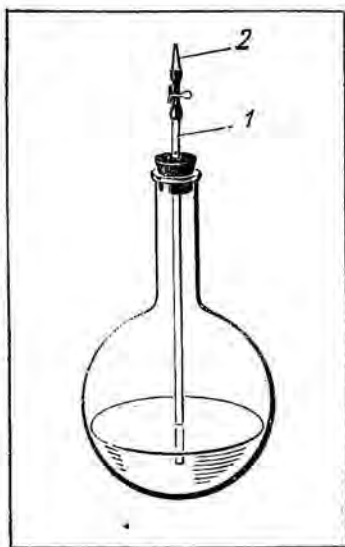


Рис. 28.

56. Колбу до половины заполните подкрашенной водой. В горлышко вставьте пробку, через которую пропустите изогнутую П-образную стеклянную трубку. Один ее конец должен доходить почти до дна колбы, второй опущен в стакан (рис. 32). Прибор поставьте под колокол воздушного насоса и откачивайте воздух. При этом вода из колбы переходит в стакан. Объясните почему.

После откачивания откройте вентиль, и вода вновь переходит из стакана в колбу. Почему?

57. Соберите опытную установку, изображенную на рисунке 33. Колбу, заполненную водой, опрокиньте в пустой стакан. Небольшая часть воды выльется в стакан. Установку поместите под колокол воздушного насоса, откачивайте воздух. При этом вода из колбы переливается в стакан. Почему?

После откачивания воздуха откройте вентиль. Вода из стакана переходит обратно в колбу. Почему?

58. Возьмите две стеклянные колбы. В каждую из них вставьте резиновые пробки со стеклянными трубками (рис. 34). Одна трубка (П-образная) доходит почти до дна колб, вторая соединяется с насосом Комовского. До опыта в левую колбу до половины налейте подкрашенной воды. Откачивайте воздух из правой колбы. Как при этом ведет себя вода? Объясните причины наблюдаемого явления.

Если осторожно впустите воздух в правую колбу, что произойдет с водой? Почему?

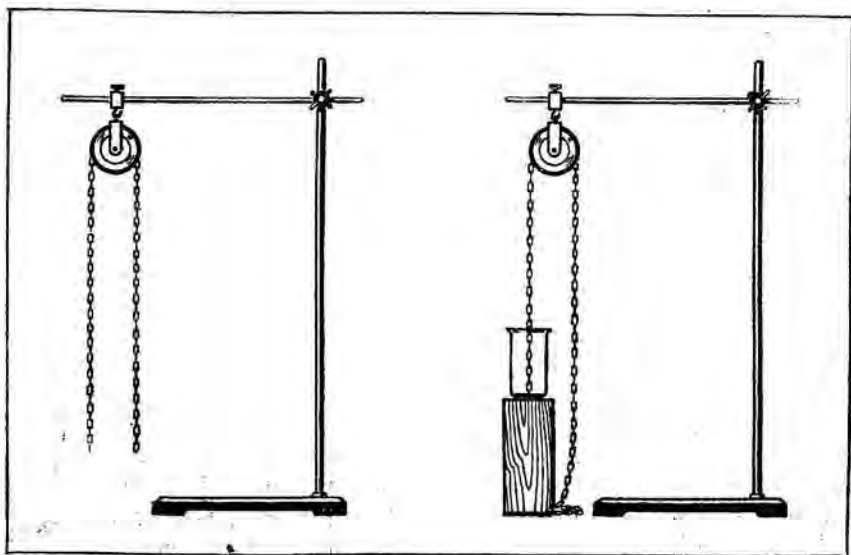


Рис. 29.

Рис. 30.

ВЕС ВОЗДУХА. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

59. Вода в перевернутом стакане. Наполните до краев стакан водой и прикройте листком плотной бумаги (опыт получается лучше с толстостенным стаканом). Переверните стакан, придерживая лист бумаги ладонью руки. Затем уберите руку. Почему вода из стакана не выливается?

60. Другой вариант опыта. Стакан с водой закройте тонким листком плотной бумаги, переверните и поставьте на какую-либо доску. Одной рукой придерживайте стакан, а второй — выдерните лист бумаги. Почему вода не выливается из перевернутого стакана (рис. 35)?

61. Коллективный опыт. На вечеру физики сделайте коллективный опыт с магдебургскими тарелками, которые для страховки следует соединить прочным шнуром (он не даст тарелкам далеко разойтись). Из прибора откачайте воздух. Все присутствующие, разделившись на две подгруппы, должны попытаться разъединить тарелки.

62. «Загадочное» разрушение стекла. Для опыта возьмите одну тарелку с краном от прибора магдебургские тарелки. Установите ее на две опоры. Маленьким кусочком ваты прикройте отверстие, чтобы предохранить его от засорения осколками стекла. Пришлифованную часть тарелки протрите тряпкой, смажьте вазелином и накройте оконным стеклом. Для безопасности опытную установку поместите под колокол. Откачивайте воздух. При этом наблюдается разрушение стекла. Почему?

63. Сплющивание банки атмосферным давлением. Возьмите металлическую банку из-под любого

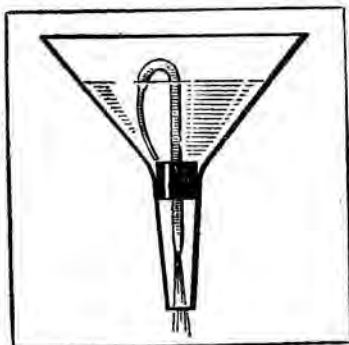


Рис. 31.

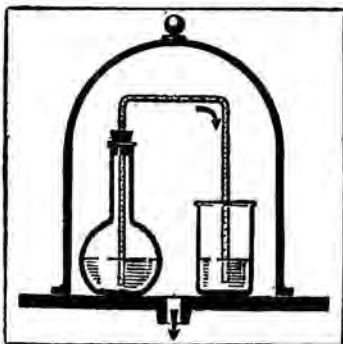


Рис. 32.

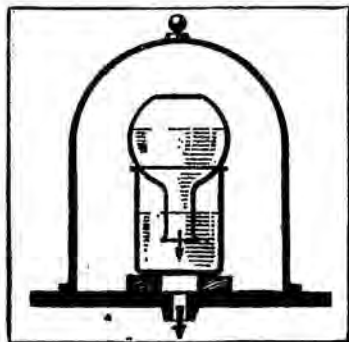


Рис. 33.

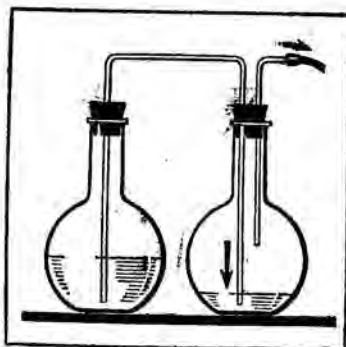


Рис. 34.

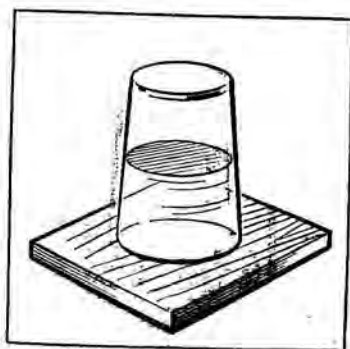


Рис. 35.



Рис. 36.

сока. Налейте в нее немного воды и поставьте на электрическую плитку. Доведите воду до кипения и дайте возможность кипеть в течение нескольких минут, чтобы водяные пары полностью вытеснили воздух из банки. Осторожно снимите банку с плитки и закройте отверстие резиновой пробкой. Для быстрого охлаждения облейте банку холодной водой, при этом она сжимается и сплющивается (рис. 36). Объясните наблюдаемое явление.

Примечание. Для проведения опыта банку с соком надо вскрыть, сделав в ее крышке круглое отверстие диаметром 5—6 мм, через которое следует удалить сок. Необходимо подобрать конусовидную резиновую пробку. При обливании банки с водяными парами холодной водой ее нельзя брать в руки. Опасно! Сплющивание происходит мгновенно, и могут пострадать пальцы руки, если они окажутся в этот момент на банке.

После опыта желательно спроецировать фотографию, которая была помещена в журнале «Наука и жизнь» (1967, № 1, с. 151). Фотографию в редакцию журнала прислал инженер П. Фейет. Он писал: «В цистерне был мазут. Чтобы опорожнить цистерну, мазут нужно было разогреть. Разогревали горячим паром, который подавался прямо в цистерну. Когда мазут слили, люк цистерны закрыли, не дав ей как следует охладиться... Пар в цистерне сконденсировался, давление в ней резко понизилось, и атмосферный воздух раздавил цистерну».

64. Возьмите тарелку от воздушного насоса и поставьте на ее центр граненый стакан вверх дном так, чтобы он закрывал отверстие в центре тарелки. Прижимая стакан, откачайте насосом Комовского воздух до 40—60 мм рт. ст. Возьмите рукой стакан и поднимайте его. Почему вместе с ним поднимается тарелка (на всякий случай снизу тарелки следует держать наготове руку, рис. 37)?

65. Возьмите гирию в 5 кг, поставьте под колокол на тарелку на-

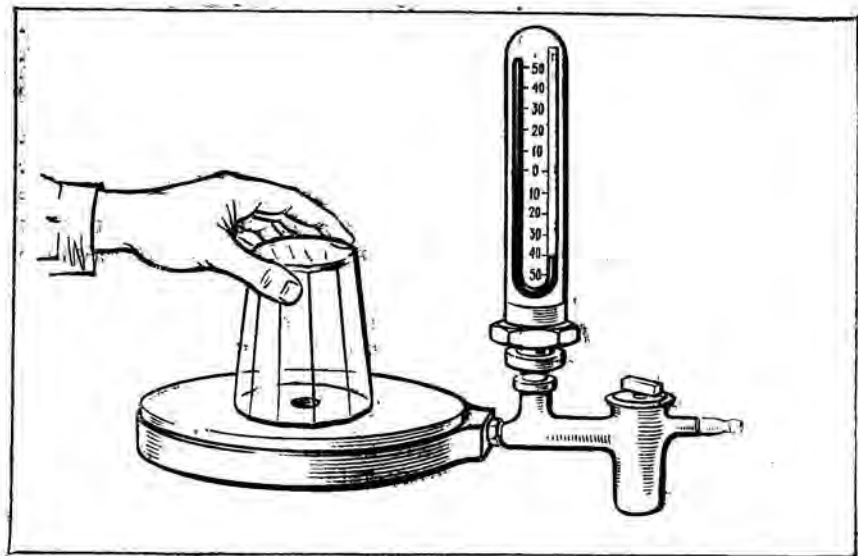


Рис. 37.

соса и откачайте воздух. Поднимите колокол. Почему вместе с ним поднимается тарелка с гирей?

66. Искусственный флюс. Возьмите воронку и приложите ее к щеке. Откачивайте воздух из воронки насосом Шинца. Почему под ней наблюдается вздутие щеки?

67. Подъем чемодана вантузом. Возьмите вантуз, который применяется в сантехнике, смочите его края водой и прижмите к чемодану, который положен на стол. Выдавите часть воздуха из вантуза, а затем поднимайте его. Почему вместе с ним поднимается чемодан?

Примечание. Края у вантуза бывают неровные. Их следует подровнять, шлифовать о ровную поверхность кирпича, тогда опыт протекает лучше.

68. Прижмите вантуз к классной доске, подвесьте к нему груз массой 5—10 кг. Вантуз удерживается на доске вместе с грузом. Почему?

69. Фонтан. Возьмите круглодонную колбу (лучше большой емкости). В ее горлышко плотно вставьте резиновую пробку с пропущенной через нее небольшой стеклянной трубкой. (Конец трубки, находящийся в колбе, должен иметь отверстие диаметром 1—2 мм.) На стеклянную трубку наденьте резиновую, а на нее — винтовой зажим.

Перед опытом колбу присоедините к насосу Комовского (или ручному насосу Шинца) и откачайте воздух. Быстро зажмите резиновую трубку. Колбу отсоедините от насоса и конец трубки

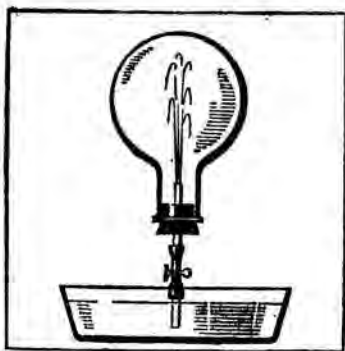


Рис. 38.

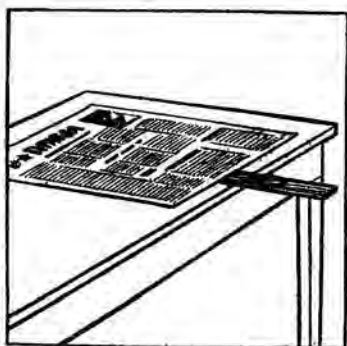


Рис. 39.

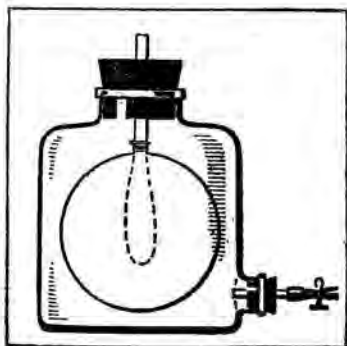


Рис. 40.

опустите в стеклянную банку с подкрашенной жидкостью. Зажим снимите — наблюдается фонтан (рис. 38). Почему?

70. Возьмите алюминиевый бидон, закройте его крышкой и переверните. Крышка падает. Заполните бидон водой, закройте крышкой и переверните. Почему крышка не падает?

Примечание. Опыт следует проводить над раковиной, ведром, тазом.

71. В магазинах продается бокал «Напейся — не облейся». В бокал налейте питьевой воды и предложите кому-либо из своих товарищей напиться и не облиться. Многие ученики пытаются напиться, но обливаются водой. Это явление вызывает общий смех. Ученик, знающий «фокус», пьет и не обливается.

В верхней части бокала имеются сквозные отверстия, через которые течет вода при попытке напиться из него. Кроме того, в стенке бокала имеется канал с тремя выходами: один внизу внутри бокала и два наружу — один на ручке, а второй на венчике бокала. На венчике для маскировки основного выхода имеется ряд глухих отверстий.

Если бокал взять так, чтобы перекрыть отверстие на ручке, приложить губы к выходу канала на венчике и всасывать воздух из канала в себя, то в рот будет поступать вода под действием атмосферного давления. Таким образом, человек пьет и не обливается.

72. «Тяжелая газета». Положите на стол линейку длиной 50—70 см так, чтобы конец ее в 10 см свешивался. На линейку положите полностью развернутую газету (рис. 39). Если медленно оказывать давление на свешивающийся конец линейки, то он опускается, а противоположный поднимается вместе с газетой. Если же резко ударить по концу линейки молотком, то она ломается, причем противоположный конец с

газетой почти не поднимается. Как объяснить наблюдаемое явление?

Примечание. Газета должна плотно прилегать к столу.

73. В один конец стеклянной трубки длиной 100—200 см и диаметром 1,5—2 см вставьте резиновую пробку. Наполните трубку водой, закройте открытый конец трубки рукой и опустите в сосуд с водой. Удерживая трубку вертикально, уберите руку. Почему вода из трубки не выливается? Где применяется подобное явление? Какой столб воды может удержать атмосферное давление?

74. Возьмите склянку с двумя отверстиями (рис. 40). В верхнее отверстие плотно вставьте резиновую пробку со стеклянной трубкой, на нижний конец которой привяжите детский резиновый воздушный шар. В боковое отверстие вставьте резиновую пробку с трубкой, на которую наденьте резиновую трубку с зажимом. При открытом зажиме надуйте ртом или насосом Шинца резиновый шар. Затем пережмите нижнюю трубку зажимом. Почему резиновый шар остается надутым? При этом следует обратить внимание, что полость шара сообщается с атмосферой, что удивляет присутствующих.

Если трубку освободите от зажима, шар сжимается. Почему?

Примечание. Опыт можно видоизменить откачиванием воздуха из склянки через боковое отверстие.

75. Налейте в стакан немного воды и опустите в него пробирку открытым концом вниз. Поставьте стакан под колокол воздушного насоса Комовского и откачивайте воздух до давления 50—60 мм. рт. ст. При этом пузырьки воздуха выходят из пробирки через воду.

После откачивания под колокол впустите воздух. Пробирка наполняется водой. Объясните наблюдаемые явления.

76. Возьмите кусок пористого дерева (сосна, ель) и положите на дно стеклянного сосуда с водой. На дерево положите гирию, которая будет удерживать его в воде. Поставьте сосуд под колокол воздушного насоса и откачивайте воздух. Через небольшой промежуток времени возникает бурное «кипение» воды. Почему?

После откачивания воздуха снимите колокол и уберите гирию. Почему кусок дерева не всплывает?

77. Налейте в высокий цилиндрический сосуд немного хорошего мыльного раствора. Раствор взболтайте до пенообразования и поставьте на тарелку под колокол воздушного насоса. Почему при откачивании воздуха пена в сосуде поднимается?

Прекратите откачивание и откройте вентиль. Почему пена опускается?

78. Вода, вытекающая по приказанию. На подъемном столике установите сосуд, имеющий сбоку дополнительное отверстие.

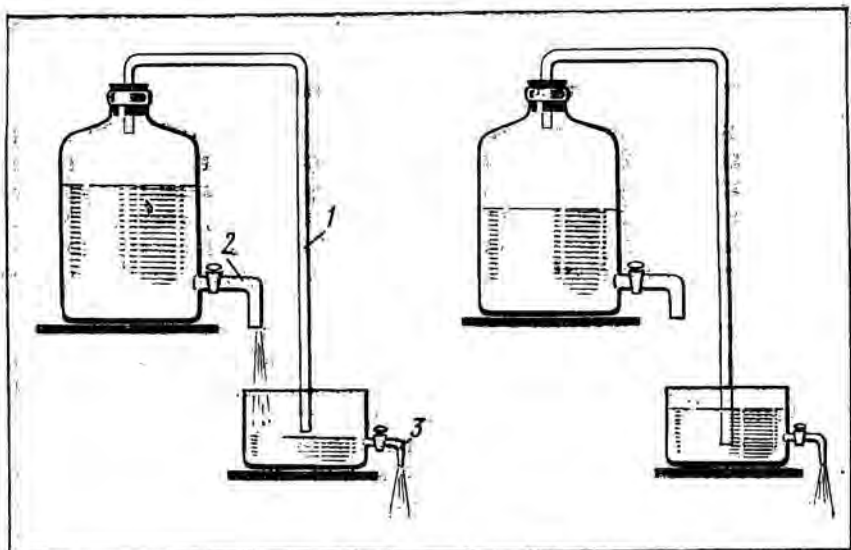


Рис. 41.

В горлышко и боковое отверстие сосуда вставьте резиновые пробки со стеклянными трубками 1 и 2 (трубка 1 должна быть диаметром не менее 15—20 мм, рис. 41). Рядом поставьте второй сосуд с отверстием для стока воды. Диаметр отводящей трубки 3 должен быть меньше диаметра трубки 2 примерно в два-три раза. Скорость вытекания воды через трубку 3 можно регулировать зажимом. Она должна быть меньше скорости вытекания воды через трубку 2 в два-три раза. Налейте воду в нижний и верхний сосуды при закрытой трубке 2.

Ученик, показывающий этот опыт, говорит, что вода вытекает только по команде. Он подает команду: «Вода, вытекай!» Действительно, вода вытекает из трубки 2. Он подает команду: «Вода, остановись!» Вытекание воды из трубки 2 прекращается. Как объяснить наблюдаемое явление?

79. Листок газетной бумаги 70×70 мм сверните в виде гармошки и подожгите. Когда бумага хорошо разгорится, опустите ее в бутылку (стакан) из-под кефира. Через 1—2 сек плотно накройте бутылку ладонью. Бумага перестает гореть. Еще через 1—2 сек поднимите ладонь. Вместе с ней поднимается бутылка (рис. 42). Почему?

80. **Яйцо в графине.** Для опыта сварите вкрутую яйцо. Очистите его от скорлупы. Возьмите листок бумаги размером 80×80 мм, сверните его гармошкой и подожгите. Затем опустите горящую бумагу в графин. Через 1—2 сек горлышко накройте яйцом (рис. 43). Горение бумаги прекращается, и яйцо на-

чинает втягиваться в графин. Объясните наблюдаемое явление.

Примечание. Если опыт не получится, то перед повторением не забудьте удалить из графина углекислый газ простым выдуванием.

81. По размеру фанерной дощечки 100×100 мм вырежьте из старой волейбольной камеры резиновую прокладку и прикрепите ее кнопками к фанере. В полулитровую стеклянную банку налейте немного воды, а на воду — немного спирта. Подожгите спирт. Дав ему недолго погореть, закройте банку дощечкой. Огонь погаснет. Через 1—2 сек поднимите дощечку. Вместе с ней поднимается банка, в которую втянулась резина (рис. 44). Чем объяснить подъем банки с дощечкой и втягивание резины? Где на практике используется данное явление?

82. Вырежьте резиновое кольцо с учетом внутреннего и внешнего диаметров граненого стакана и положите его на стакан. Подожгите кусок бумаги, опустите в стакан и почти сразу закройте его вторым стаканом (рис. 45). Через 1—2 сек поднимите верхний стакан, за ним поднимается и нижний. Почему?

АРХИМЕДОВА СИЛА. УСЛОВИЯ ПЛАВАНИЯ ТЕЛ

83. Возьмите блюдо и опустите его на воду ребром, оно тонет. Если блюдо опустите на воду дном, оно плавает на поверхности. Почему?

84. Возьмите две крышки от молочных бутылок: одну — смятую в комок, а вторую — целую. Опустите их на поверхность воды. Почему первая тонет, а вторая нет?

85. Возьмите две стеклянные банки: одну с чистой водой, вторую — с соленой. В каждую из них



Рис. 42.



Рис. 43.

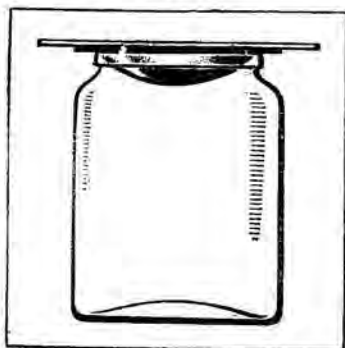


Рис. 44.

опустите по клубню картофеля. В первой картофель тонет, во второй — плавает. Объясните наблюдаемое явление.

86. «Удивительное яйцо» (опыт можно провести с картофелем). Опустите яйцо в стеклянный сосуд, наполовину заполненный жидкостью. Оно плавает на поверхности. Что будет с яйцом, если подлить в сосуд воды?

Обычно отвечают, что яйцо всплывет. Подливайте осторожно воду через воронку по стенке сосуда, пока он не наполнится. Яйцо, к удивлению зрителей, остается на старом уровне (высоте). Почему?

87. Водяной подсвечник. Возьмите стеариновую свечу. На нижнем конце закрепите небольшой грузик и опустите в стеклянный сосуд с водой. Свеча должна плавать, как поплавок (рис. 46). Верхний конец с фитилем чуть выступает над водой. Как долго будет гореть свеча?

Учащиеся обычно отвечают, что свеча будет гореть недолго. Наблюдайте за горением свечи. Она горит почти до конца. Как объяснить это явление?

88. Возьмите пробирку с пробкой, через которую пропустите стеклянную трубку длиной 10—14 см, запаянную сверху. Запаянный конец трубки должен выступать над пробиркой на 6—7 см. В пробирку насыпьте столько дрови, чтобы она плавала в воде, как поплавок, и при этом конец трубки примерно в 3 см выходил бы из воды (рис. 47). После этого вдвиньте трубку в пробирку на 4 см и вновь опустите на воду. Почему она тонет?

89. С прибором предыдущего опыта можно проделать другой опыт. Трубку вдвигают в пробирку так, чтобы прибор плавал внутри воды при температуре 25—30°C. Теперь, если подлить в сосуд холодной воды, то поплавок всплывает, а если теплой, то поплавок тонет. Почему?

90. Возьмите пузырек из-под пенициллина и наберите в него столько воды, чтобы сила тяжести пузырька вместе с водой в нем была незначительно больше выталкивающей силы. В высокий стакан с водой опустите пузырек вверх дном, он потонет. Нагрейте стакан. Почему через некоторое время пузырек поднимается вверх?

91. Цилиндрический сосуд наполните раствором медного купороса до краев, закройте стеклянной пластинкой, переверните и поставь-

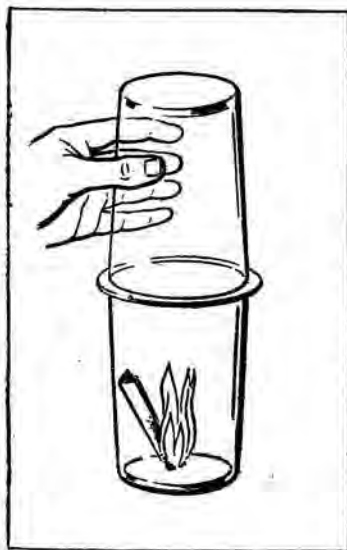


Рис. 45.

те на стеклянный сосуд с керосином. Пластинку уберите. При этом происходит перемещение жидкостей: раствор медного купороса опускается вниз, а керосин поднимается вверх. Почему?

92. Часто можно наблюдать, как тонущий человек, взывая о помощи, поднимает руки из воды. Правильно ли он поступает?

Оказывается, нет. В этом можно убедиться на опыте. Для опыта возьмите пробирку с пробкой. В пробку вставьте проволоку, на концах которой укрепите две деревянные палочки. В пробирку подлейте воды или насыпьте дробь.

Две палочки и пробка изображают соответственно руки и голову человека. Если палочки поднять вверх, то при опускании пробирки в воду пробка окажется под водой (рис. 48, А). Отогните палочки вниз. Если сейчас опустить пробирку в воду, пробка оказывается над водой (рис. 48, Б). Объясните наблюдаемое явление.

93. Картезианский водолаз. Цилиндрический стеклянный сосуд на $\frac{9}{10}$ наполняют водой. В нем находится стеклянный пузырек с небольшим количеством воды, опрокинутый горлышком вниз. Сверху цилиндрический сосуд плотно затягивают резиновой пленкой (рис. 49). Если оказывать давление на резиновую пленку, то стеклянный пузырек тонет. Прекратите воздействие на пленку — пузырек всплывает. Объясните наблюдаемое явление. Где используется в практике данное явление.

94. Вариант картезианского водолаза¹. Его изготавливают из пробирки (желательно взять пробирку длиной 7—8 см и диаметром 2 см) с пробкой, через которую пропущена стеклянная трубка диаметром 6 мм. В пробирку наливают воду, количество которой подбирают опытным путем так, чтобы пробирка плавала и небольшая часть ее выступала из воды (рис. 50).

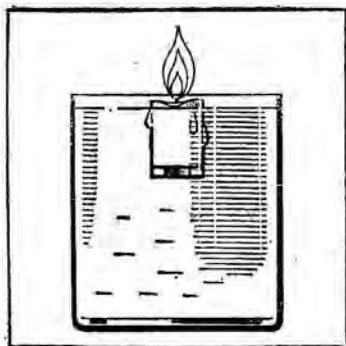


Рис. 46.

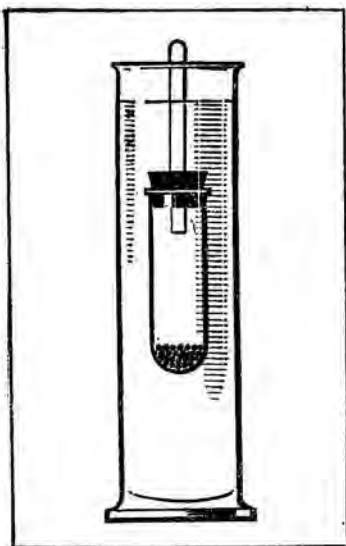


Рис. 47.

¹ См.: Билимович Б. Ф. Физические викторины. М., 1964, с. 40.

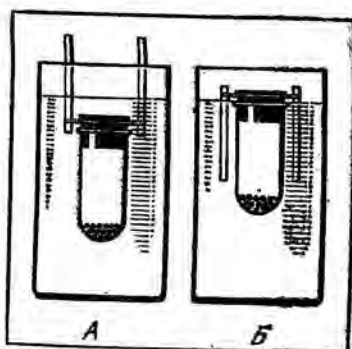


Рис. 48.

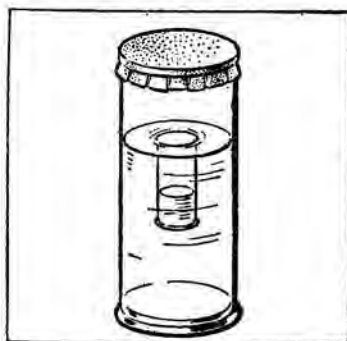


Рис. 49.

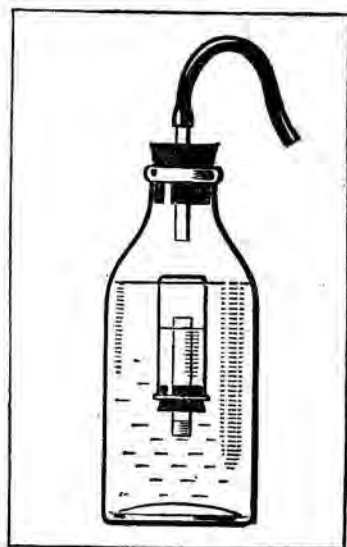


Рис. 50.

Пробирку опускают в литровую бутылку с водой. В горлышко бутылки вставляют пробку со стеклянной или металлической трубкой, на которую надета резиновая трубка. Если через трубку ртом в бутылку вдвухать воздух, то пробирка тонет. Почему? Если воздух выпустить обратно, то пробирка всплывает. Почему? Если сила тяжести пробирки вместе с водой в ней немного больше выталкивающей силы, то она тонет. В этом случае можно создать разрежение, втягивая воздух из бутылки ртом. Почему при этом пробирка всплывает?

95*. На одной чашке весов установите сосуд с водой, на другой — штатив с пустым сосудом. К штативу подвесьте сплошной цилиндр от прибора «ведерко Архимеда». Уравновесьте весы (рис. 51).

Что произойдет с равновесием весов, если цилиндрическое тело опустить в воду? При этом вода из сосуда не должна выливаться. Ответ проверьте опытом.

Чему равна разность сил, которая выводит весы из равновесия, как ее измерить?

96*. Несколько спичек подержите в воде сутки. Затем опустите их в бутылку, до краев наполненную водой. Возьмите пластмассовую пробку в виде наперстка, наденьте ее на указательный палец. Закройте пробкой горлышко бутылки и производите через пробку на воду давление. С увеличением давления спички тонут, с уменьшением — всплывают. Изменяя давление, можно заставить их плавать в воде на любой глубине. Объясните наблюдаемое явление.

97. Пуск мыльных пузырей, наполненных водородом. Для пуска пузырей используйте аппарат Киппа, в котором получается водород.

Резиновую трубку аппарата наденьте на небольшую стеклянную трубку диаметром 2—3 мм на конце. Конец обмакните в мыльный раствор и понемногу пускайте в трубку водород. Вскоре после образования пузыря поверните трубку концом вверх и продолжайте пускать водород. Затем рывком отделите от него трубку. Мыльный пузырь поднимается к потолку. Опыт протекает быстро, интересно, и его следует повторить.

98. Надуйте детский шар воздухом и уравновесьте его на весах. Поставьте вопрос перед учениками: нарушится ли равновесие, если воздух из шара выпустить.

Получив ответ, выпустите воздух из шара и наблюдайте за весами. Они почти остаются в равновесии. Дайте простейшее объяснение опыта для шестиклассников.

На физическом вечере или занятии кружка обратите внимание учащихся, что после выпуска воздуха чашка весов с разновесками незначительно перетягивает чашку с шаром. Как объяснить последнее явление?

ЗАКОН БЕРНУЛЛИ¹

99*. Для опыта используйте стеклянную воронку и сделайте бумажный конус по ее размерам (рис. 52). На трубку воронки наденьте резиновую трубку. Расположите воронку раструбом вниз и продувайте воздух. Почему бумажный конус не падает из воронки?

100*. Возьмите стеклянную воронку емкостью 80—100 см³, вставьте ее в отверстие резиновой пробки, находящейся на конце шланга, надетого на выходной патрубок пыле-

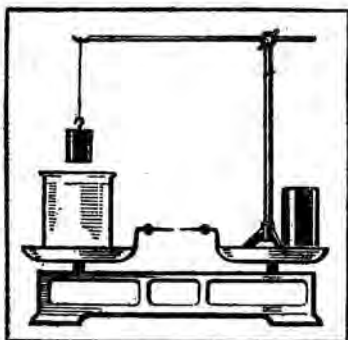


Рис. 51.

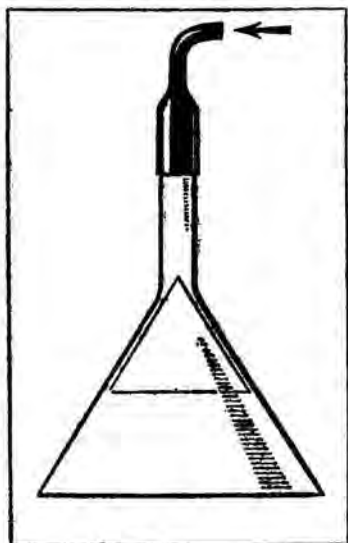


Рис. 52.

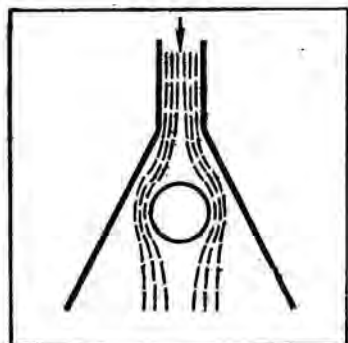


Рис. 53.

¹ Тема выходит за пределы программы VI класса.

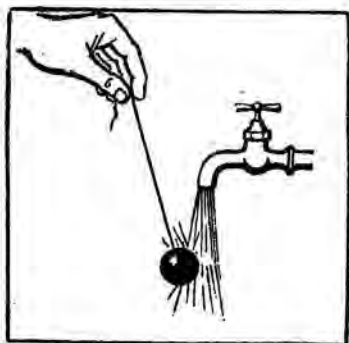


Рис. 54.

сосу. Включите пылесос и на ладони поднесите к воронке шарик от настольного тенниса (возможно, шарик внутри воронки надо будет приподнять). Хотя поток воздуха идет через воронку наружу, шарик приподнимается к верхней части растреба и прочно удерживается там (рис. 53). Почему?

101*. Поставьте шланг на выходной патрубок пылесоса. Включите пылесос и поместите в струю воздуха шарик от настольного тенниса. Последний будет висеть в воздухе. Медленно перемещайте струю возду-

ха — перемещается и шарик. Медленно наклоняйте шланг, а следовательно, и струю воздуха. Почему шарик висит в воздухе?

102*. Вариант опыта. Интересно и красиво протекает опыт с детским надутым шаром, помещенным в струю воздуха. Шар легко и высоко парит в струе воздуха. При наклоне струи он также легко перемещается.

Опыт протекает еще интереснее, если в струе воздуха находятся два детских шара. Вначале поместите один шар, а затем второй, чуть ниже первого (в этом случае шары должны быть диаметром примерно 10 см).

103*. Возьмите стеклянную трубку диаметром 10—15 мм с оттянутым концом, внутренний диаметр которого 1,5—2 мм. Соедините ее резиновой трубкой с водопроводным краном и получите фонтанирующую струю над ванной. Внесите в струю воды шарик от настольного тенниса. Он будет «парить» на вершине струи. Почему?

104*. К шарiku от настольного тенниса прикрепите пластилином нитку длиной 40—50 см, держа шарик за нить, поднесите его к струе воды (рис. 54). Почему шарик притягивается и удерживается в струе?

105*. Уравновесьте учебные весы. Через стеклянную трубку продувайте воздух между чашкой и основанием. Почему чашка, под которой продуваем воздух, опускается?

106*. Скатывающийся с наклонной плоскости деревянный цилиндр падает по параболе впереди наклонной плоскости (в точке а, рис. 55), а бумажный движется по кривой, которая заканчивается под наклонной плоскостью. Прodelайте опыт и объясните наблюдаемое явление.

Примечание. Цилиндр изготовляют из папиросной бумаги размерами длина 20 см, диаметр 3 см.

107*. Вырежьте из картона круг диаметром 14 см и привяжите к его краям две нити. Точки подвеса находятся на концах

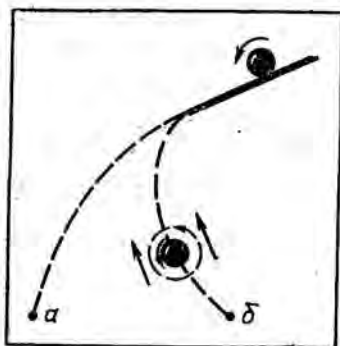


Рис. 55.

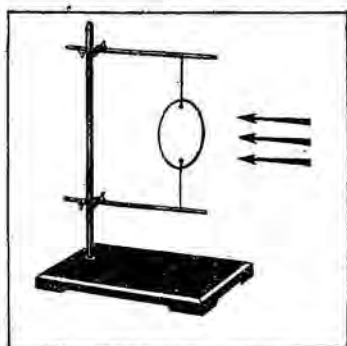


Рис. 56.

диаметра, проходящего через центр тяжести. На концах нитей сделайте петли, с помощью которых подвесьте круг (рис. 56).

Перед учениками поставьте вопрос: в каком положении будет находиться круг, если на него направить горизонтальный поток воздуха? Получив ответ, проведите опыт (для этого установите вентилятор так, чтобы прямая, проходящая через центр вентилятора, пересекала центр тяжести круга).

В этом случае как бы мы ни устанавливали плоскость круга, она под действием потока воздуха располагается перпендикулярно к нему.

Для объяснения следует воспользоваться двумя рисунками (рис. 57). На левом — линии тока не симметричны. Вверху у края круга линии тока показывают, что скорость спереди больше, чем сзади. Отсюда давление сзади будет больше, чем спереди. На нижнем крае круга все происходит наоборот. Скорость потока спереди меньше, чем сзади, а давление спереди, следовательно, больше. В итоге возникает вращающий момент, в результате действия которого плоскость круга располагается перпендикулярно к потоку, а линии тока симметричны, что показано на правом рисунке.

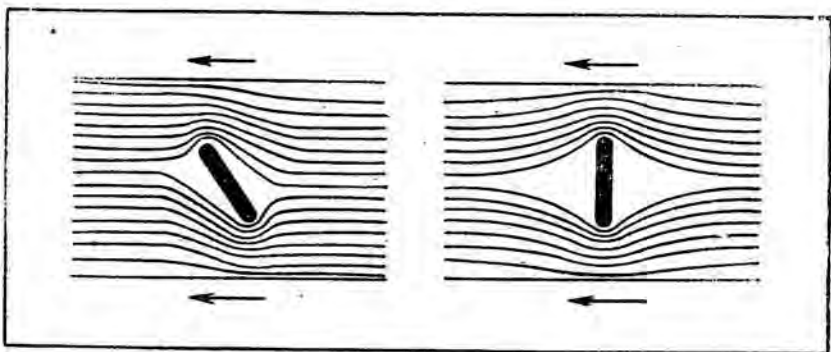


Рис. 57.

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА И РАБОТА

ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ. СПОСОБЫ ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ

108. Кусок прямой проволоки подвесьте на шнуре за середину. Наблюдается равновесие. Затем один из концов согните вдвое, как показано на рисунке 58, и равновесие проволоки сразу нарушится. Почему?

109. Возьмите теплоприемник, соединенный с жидкостным манометром. Обратите внимание, что уровни жидкости в обоих коленях находятся на одной высоте. Потрите теплоприемник о кусок шерсти. Почему возникает разность уровней в манометре?

110. Соберите установку по рисунку 59. На верхнем конце трубки 3 должно быть небольшое отверстие диаметром 0,6—0,7 мм. Нагрейте колбу 2 на пламени спиртовки. Из трубки 3 вода начинает бить фонтаном. Почему?

111. Вырежьте из жести полосу 8×100 см, согните ее по длине желобом и закрепите в лапке штатива с наклоном. У нижнего конца желоба установите горящую спиртовку, причем средняя часть пламени должна быть на уровне конца желоба (рис. 60). Возьмите кусок ваты, смочите эфиром и положите на верхний конец желоба. Эфир начинает испаряться, и так как его пары тяжелее воздуха, то они стекают по желобу вниз, доходят до пламени спиртовки и воспламеняются. Пламя моменталь-

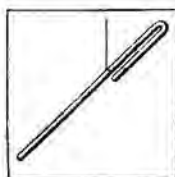


Рис. 58.

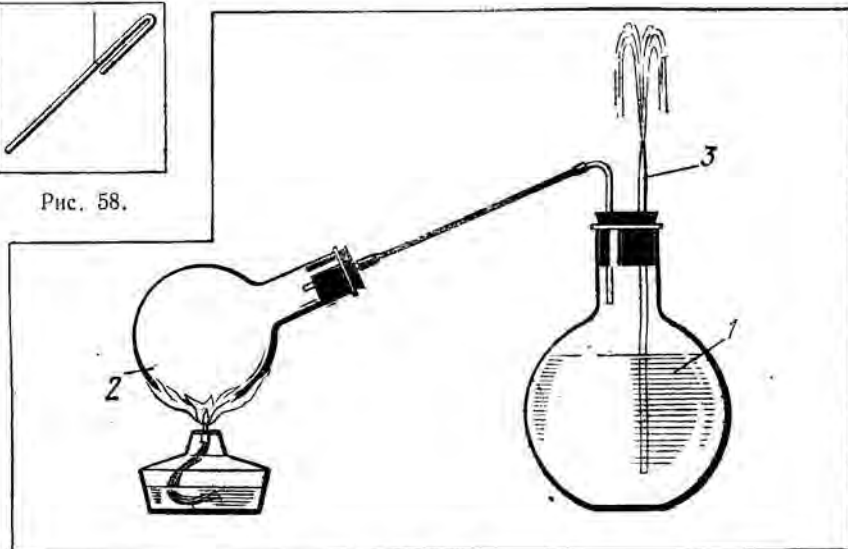


Рис. 59.

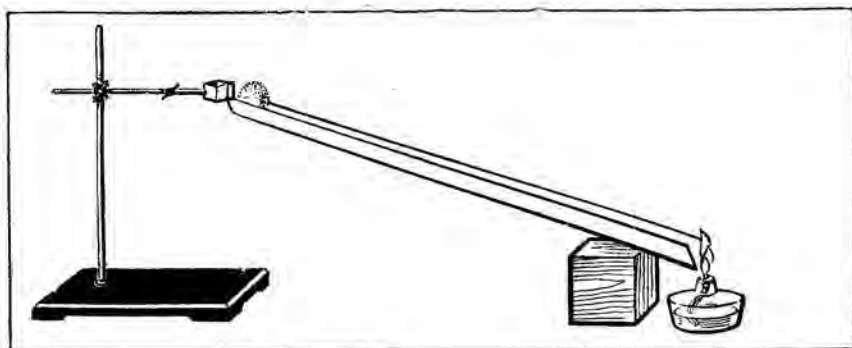


Рис. 60.

но распространяется вверх по желобу и доходит до источника паров эфира — смоченной ватки.

Опыт имеет большое практическое значение. Он убедительно доказывает опасность распространения паров легко воспламеняющихся горючих веществ вблизи места их хранения. Поэтому следует принимать меры к предотвращению распространения паров. На основании этого опыта обратите внимание учащихся на опасность использования огня и курения вблизи хранения горючих веществ. Поэтому в подобных местах курение и использование огня категорически запрещено.

Здесь уместно рассказать учащимся об эпизоде, который произошел во время войны на одном из заводов в Сибири. Была зима, в цехе около голландской печи сидели и грелись люди, а у противоположной стены около дверей стояла огромная бутылка с эфиром. Вдруг пламя живо и весело побежало из печи по дорожке прямо к бутылке с эфиром. Затем последовал взрыв и возник пожар¹.

Примечание. До постановки опыта подготовить полотенце или тряпку для накрытия горячей ваты. Бутылку с эфиром хранить дальше от опытной установки.

СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОТЫ

• 112. В небольшую пробирку налейте немного спирта. Опустите ее в колбу с водой так, чтобы часть со спиртом находилась полностью в воде. Сверху на пробирку положите сетку из латуни. Затем нагревайте колбу на спиртовке. Когда спирт закипит, поднесите сверху сетки горящую спичку, при этом пары спирта воспламеняются. Если сетку поднимать над пробиркой, то пламя постепенно уменьшается и, наконец, гаснет, но не переходит вниз под сетку. Почему?

Где это явление используется в практике?

113. Можно ли вскипятить воду в бумажной коробке? Чтобы ответить на вопрос, проведите опыт. Для этого из плотной бума-

¹ См.: Щелкин К. Бывают взрывы. — «Техника — молодежи», 1966, № 10, с. 10.



Рис. 61.

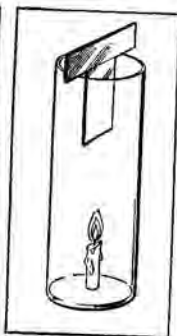


Рис. 62.

ги сделайте коробку, налейте в нее воды и поставьте на электрическую плитку или подвесьте над спиртовкой. Вода нагревается и, наконец, закипает. Коробка остается целой. Почему?

Примечание. Опыт протекает убедительнее, если один из учащихся пронесет в коробке нагретую воду (не до кипения) между рядами и даст ребятам возможность убедиться в том, что вода нагрета.

114. Положите на полоску бумаги латунную гирию и внесите их в пламя. Почему бумага не горит?

115. Соберите установку по рисунку 61. Для этого возьмите стеклянную трубку длиной 45 см с шариком на конце. (Вместо него можно использовать маленькую колбу с резиновой пробкой, через которую пропускают стеклянную трубку.) На трубку наденьте пробку, которую вставьте в горлышко обрезанной бутылки. Конец трубки опустите в стакан с подкрашенной водой.

Если прикоснуться рукой к поверхности шарика (колбы), то часть воздуха выходит из трубки. Уберите руку. Вода поднимается по трубке. Объясните почему.

Налейте в обрезанную бутылку воды, чтобы над шариком (колбой) был слой 5 мм. Обратите внимание, что полученный прибор обладает хорошей чувствительностью к изменению температуры. Через воду коснитесь пальцем поверхности шарика (колбы) — уровень воды в трубке понижается. Затем на поверхность воды капните пипеткой 15—20 капель эфира и подожгите его спичкой. В процессе горения эфира уровень воды в трубке не изменится. Объясните почему.

116. Носовой платок смочите водой (о чем присутствующим можно пока не говорить), облейте спиртом и подожгите. Через некоторое время пламя тухнет. Почему платок остается целым?

117. Возьмите учебные весы, закрепите их в лапке штатива и уравновесьте. Поднесите горящую спичку под чашку весов снизу на расстоянии 10—12 см. Почему они выходят из равновесия?

118. Зажгите стеариновую свечу, накройте ее стеклянной цилиндрической трубкой (рис. 62). При этом пламя уменьшается и может погаснуть. Почему?

Если трубку приподнять, то свеча горит ярче. Почему?

Если трубку не поднимать и опустить в нее бумажную перегородку, не доходящую до пламени, то оно увеличивается. Почему?

ИЗМЕНЕНИЯ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА

119. Приготовьте в холодильнике кусок льда в виде бруска, положите его концами на два подъемных столика. На брусок льда наденьте петлю из тонкой проволоки диаметром 0,3 мм, на которую подвесьте груз массой 5—10 кг. Проволока постепенно проходит через лед. Над ней куски льда вновь смерзаются, и брусок остается целым. Почему?

Примечание. Для протекания опыта требуется время 20—30 мин. Оно зависит от сечения бруска, диаметра проволоки и силы тяжести груза.

120. Примораживание кастрюли к подъемному столику. На подъемный столик налейте немного воды и поставьте алюминиевую кастрюлю, наполненную снегом. В снег подсыпьте соли и перемешивайте до тех пор, пока кастрюля не примерзнет к подъемному столику. Поднимите кастрюлю. При этом вместе с ней поднимается подъемный столик. Объясните почему.

121. Соберите опытную установку по рисунку 63. Для этого в колбу налейте 100—150 г воды и вставьте резиновую пробку с трубкой. Один конец трубки должен оканчиваться у нижнего края пробки, второй следует опустить в стакан с водой. Он должен доходить почти до дна стакана. Воду в колбе нагревайте до кипения. Образующиеся пары воды должны полностью вытеснить воздух. После этого уберите спиртовку. Колба охлаждается. Давление водяных паров уменьшается. Вода из стакана начинает подниматься, доходит до колбы и затем бурно поступает в нее. Объясните наблюдаемое явление.

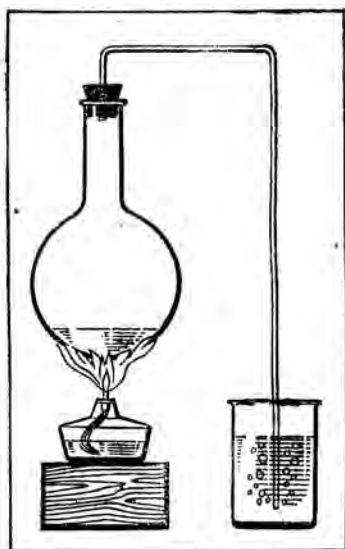


Рис. 63.

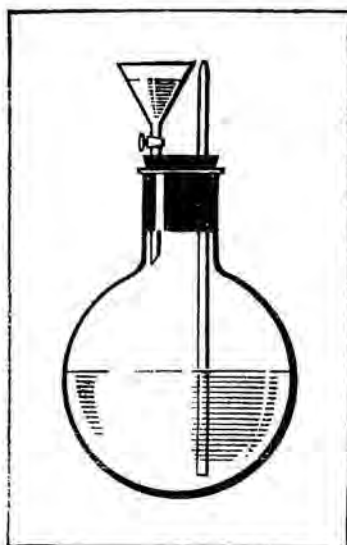


Рис. 64.

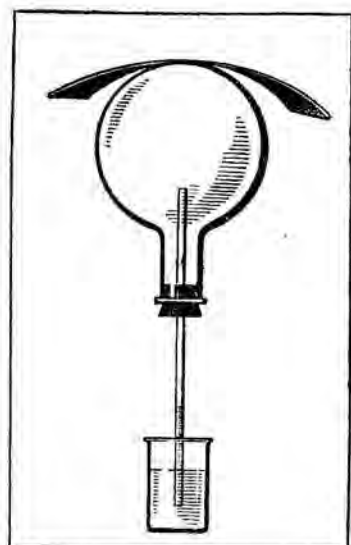


Рис. 65.

Колбу переверните, а трубку опустите в стакан с подкрашенной водой (рис. 65). Если на дно колбы капнуть несколько капель жидкости или положить листок промокательной бумаги (материи), предварительно смоченной водой, вода в трубке поднимается. Объясните почему.

124. Замерзание кипящей воды. Стакан с небольшим количеством воды поставьте под колокол воздушного насоса. Откачивайте воздух из-под колокола. Вода закипает, а затем замерзает. Чем объяснить замерзание воды?

125. Налейте в стакан эфира. В него опустите пробирку с небольшим количеством воды, поместите все под колокол воздушного насоса и откачайте воздух. Почему вода в пробирке замерзает?

126. Привяжите к ртутному шарiku термометра кусочек гигроскопической ваты, пропитанной эфиром. Если помахать термометром несколько секунд, на вате появится иней. При этом термометр будет показывать температуру -10 , -20°C , в то время как в комнате температура воздуха $+15$, $+20^{\circ}\text{C}$. Объясните это явление.

127. Если капнуть воды на горячий утюг, то, казалось бы, капля должна быстро испариться, но этого не наблюдается. Образовав маленький шарик, шипя и подпрыгивая, капля очень медленно превращается в пар. Как объяснить это явление? Проверьте на опыте.

128. В пробирку налейте подкрашенной воды и доведите ее до кипения на спиртовке. Когда вода закипит, в пробирку вставь-

122. Заполните на $\frac{1}{3}$ водой колбу емкостью $500-600\text{ см}^3$. (При большом объеме воздуха запас потенциальной энергии газа будет больше. Опыт будет протекать эффективнее.) В горлышко вставьте пробку, через которую пропущены две трубки (рис. 64). Одна из них соединяется с небольшой воронкой, имеющей кран. Вторая вверху оканчивается малым отверстием диаметром $0,7\text{ мм}$. Открыв пробку, подогрейте немного воду. Затем закройте колбу пробкой и в воронку налейте эфира. Откройте кран и перепустите немного эфира в колбу. При этом из второй трубки бьет фонтан. Почему?

123. Возьмите колбу с пробкой, через которую пропустите стеклянную трубку с внутренним диаметром $4-6\text{ мм}$ и длиной $15-20\text{ см}$.

те пробку, через которую пропущена стеклянная трубка с грушей на конце. Сожмите грушу. При этом процесс кипения прекращается. Отпустите грушу — кипение возобновляется. Повторите опыт несколько раз и объясните, почему это происходит.

ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

129. Паровая «пушка». Металлическую трубку заполните на $\frac{1}{4}$ водой, закройте пробкой и подвесьте к штативу под углом 30° к горизонту. Нагревайте нижнюю часть трубки на пламени спиртовки. Через некоторое время пробка вылетает из трубки, как снаряд, а трубка отклоняется в противоположную сторону. Объясните почему.

130. Опыт А. С. Попова. Возьмите пластинку металла из алюминия, латуни или цинка размером 80×150 мм и положите ее на подъемный столик (рис. 66, 1). На эту пластинку положите тонкий листок слюды (рис. 66, 2).

Затем возьмите пластинку из латуни размером 25×100 мм, изогните ее дугой (рис. 66, 3). Нагрейте латунную пластинку на пламени спиртовки (газовой горелки) и положите на слюду. При этом латунная пластинка начинает колебаться. Почему? Приоткройте колебания пластинки, а затем отпустите. Она начинает вновь колебаться. Почему?

131. Демонстрация принципа действия двигателя внутреннего сгорания. У небольшой металлической банки из-под консервов удалите крышку. У края ее сделайте вырез, а на дне в центре — отверстие диаметром 2 мм. Банку положите на стол вверх дном. В боковой вырез банки вставьте трубку от аппарата Киппа. Один ученик перекрывает пальцем отверстие в дне. Второй наполняет банку водородом и, убрав аппарат Киппа на расстояние 2—3 м, зажигает лучинку длиной 30—40 см, подносит ее к отверстию в банке. Первый ученик в этот момент убирает палец. Раздается взрыв, и банка подпрыгивает. Объясните наблюдаемое явление.

132. Демонстрация принципа действия тепловой машины. Возьмите высокий тонкостенный стакан, сначала налейте в него слой анилина толщиной 1—2 см, а затем заполните его водой. Нагревайте стакан снизу на спиртовке. При этом наблюдается следующее явление: капли анилина поднимаются вверх, а через некоторое время вновь опускаются вниз. Такое явление наблюдается до тех пор, пока не прогреются верхние слои воды. Объясните явление.

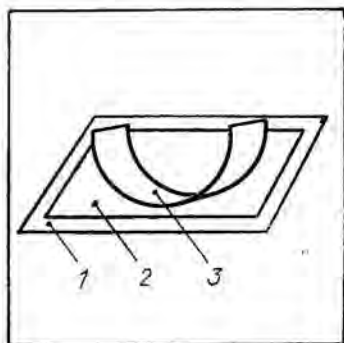


Рис. 66.

СТРОЕНИЕ АТОМА

ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТЕЛ

133. Возьмите резиновую трубку и режьте ее ножницами на маленькие кольца, которые падают в шаровой кондуктор электрометра. Почему стрелка электрометра обнаруживает заряд?

134. Возьмите от демонстрационного конденсатора диск из плексигласа и натирайте им шаровой кондуктор электрометра (рис. 67). При этом стрелка электрометра отклоняется. Почему? Происходит ли электризация самого диска? Как это определить?

Примечание. При отсутствии диска можно использовать любую палочку или пластинку из плексигласа.

135. Возьмите диск из плексигласа, поднесите его к электрометру и покажите, что он не заряжен. Затем ударьте несколько раз диском о ладонь руки и вновь поднесите к электрометру. Последний обнаруживает заряд. Почему?

136. Возникает ли электрический заряд на электрометре, если его шаровой кондуктор потереть газетой?

137. Возьмите за эбонитовую ручку металлическую пластинку разборного конденсатора, в другую руку — пластинку из плексигласа. Затем потрите одну пластинку о другую. Коснитесь металлической пластиной электрометра. Он заряжается. Поднесите пластинку плексигласа к другому электрометру. Он тоже заряжается.

Можно показать, что заряды на пластинках имеют противоположные знаки. Для этого электрометр зарядите от металлической пластинки. К заряженному электрометру поднесите пластинку из плексигласа. Стрелка электрометра возвращается к нулю.

138. Возьмите резиновую трубку, деформируйте ее (энергично растягивайте, изгибайте) и положите на шар электрометра. Почему электрометр отмечает электрический заряд?

Примечание. При подготовке опыта проверьте различные трубки и подберите те, которые хорошо электризуются.

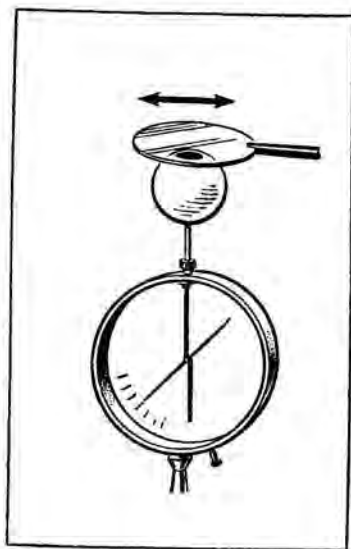


Рис. 67.

139. Снимите толстостенную резиновую трубку с насоса после его работы и положите на шар электро-

метра. Почему электрометр отмечает электрический заряд? Где в жизни мы встречаемся с подобным явлением?

140. Возьмите пластмассовую воронку и закрепите ее в лапке штатива над шаром электрометра: Сыпьте речной песок на край воронки. Он будет скатываться по воронке в шар электрометра, стрелка которого отклоняется. Почему стрелка электрометра отклоняется?

141. Положите на сухое стекло или пластинку текстолита, эбонита лист бумаги. Проведите несколько раз по бумаге резиновым валиком, применяющимся в фотографии.

Если теперь лист бумаги поднести к электрометру, то он обнаруживает электрический заряд. То же самое наблюдается с резиновым валиком.

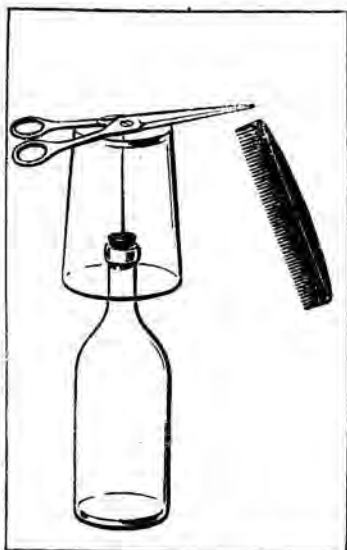


Рис. 68.

Опыт демонстрирует электризацию бумаги в ротационных типографских машинах, а резиновый валик играет роль цилиндров этой машины. Электризация бумаги в типографских машинах вызывает ее свертывание и брак при печатании. Возникающие искры нередко служат причиной пожара. Для устранения всех этих нежелательных явлений приходится все части машины заземлять, а бумагу увлажнять и обдувать воздухом с большим количеством ионов.

142. Почему электроскоп заряжается меньшим зарядом, если касаемся его одной точкой наэлектризованной эбонитовой палочки, и заряжается большим зарядом, если эбонитовой палочкой проводим по шарик? Проверьте на опыте.

143. Возьмите ленту от бумажного конденсатора длиной 40—50 см, разделите ее и опустите в шаровые кондукторы двух электрометров. Почему стрелки отклоняются?

Примечание. Чтобы заряд не стекал с металлической ленты, кончик ее следует брать пальцами через кусок изоляционной ленты.

ДВА РОДА ЗАРЯДОВ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЗАРЯДОВ

144. Вставьте пробку с иглой в горлышко бутылки, причем острие иглы должно быть сверху. На острие установите стакан, а на нем ножницы (рис. 68)¹. Наэлектризуйте расческу и поднесите к концу ножниц. Они будут притягиваться к расческе. При-

¹ См.: Билимович Б. Ф. опыты по электростатике для домашних заданий. — «Физика в школе», 1958, № 4, с. 62.

ведите расческу в движение по окружности. За ней будут двигаться ножницы. Почему?

Опыт можно повторить, заменяя ножницы линейкой, ложкой, карандашом, расческой и т. д.

145. Летающая ватка. Возьмите маленький рыхлый кусочек гигроскопической ваты массой 3—5 мг. Хорошо наэлектризуйте полиэтиленовую расческу о чистые волосы или эбонитовую палку и опустите на нее ватку. Она притянется и наэлектризуется. Рывком палки в сторону оторвите ватку и быстро подводите палку под ватку, а далее можно управлять ее движением. Почему она плавает в воздухе?

Примечание. Если опыт не получается, то обратите внимание на величину ватки. Часто опыт не получается из-за ее больших размеров.

146. Возьмите эбонитовую палку, наэлектризуйте ее. От нее по индукции наэлектризуйте металлический диск разборного конденсатора. Возьмите диск в руку за эбонитовую ручку, опустите на него ватку. Сверху к ватке поднесите эбонитовую палку. Ватка начинает прыгать от диска к палке и обратно. Почему?

147. Возьмите станиолевую ленту длиной 30—40 см и закрепите один конец ее на стеариновой свече. Второй конец сверните в рулон. Сообщите ленте электрический заряд от наэлектризованной палочки¹. Почему лента разворачивается?

148. Присоедините к полюсам электрофорной машины по нити длиной 30—50 см, вторые концы которых свешиваются и располагаются параллельно на расстоянии 7—12 см. Приведите машину в действие. Почему нити постепенно притягиваются друг к другу до соприкосновения? Разрядите машину — нити расходятся. Вновь зарядите и т. д. Объясните наблюдаемые явления.

149. Установите полюсы электрофорной машины с промежутком 70—80 мм и слегка зарядите ее. Возьмите легкий кусочек ватки массой 3—5 мг и опустите его на один из полюсов. Почему ватка начинает прыгать с одного полюса на другой?

Можно показать перемещение ватки между ладонью руки и полюсом машины. Для этого раздвиньте полюсы машины, руку расположите на расстоянии 100 мм от полюса, внесите ватку и наблюдайте явление.

В процессе движения ватки машину слегка подзаряжайте.

150. Потрите газетой детский воздушный шар, поднесите к потолку и отпустите. Шар остается висеть у потолка и может находиться в таком положении сутками. Почему?

Наэлектризуйте два шара о газету. Подвесьте их на длинных нитях рядом. Почему они отталкиваются?

Наэлектризуйте один шар о газету, а второй — о кусок шерстяной материи. Подвесьте их на некотором расстоянии друг от

¹ См.: Эснер И. Я. Несколько опытов по электростатике. — «Физика в школе», 1951, № 3, с. 68.

друга. Почему они притягиваются? Особенно хорошо видно их взаимодействие, если один из шаров катить по поверхности стола, то за ним катится и другой. Почему?

151. К слабой струе воды из водопроводного крана или специального сосуда поднесите наэлектризованную палочку (рис. 69). Почему струя отклоняется в сторону палочки?

152. Возьмите пластины раздвижного конденсатора и закрепите их за эбонитовые ручки в лапках штатива так, чтобы пластины располагались горизонтально на расстоянии 6—10 см друг от друга. Пластины соедините с полюсами электрофорной машины. На нижнюю пластину насыпьте мелко нарезанной бумаги, фольги и т. п. Если привести машину в действие, то наблюдается «пляска» кусочков фольги, бумаги.

Одновременно кусочки фольги постепенно выходят из промежутков между пластинами. Как объяснить «пляску» и выход кусочков фольги за пределы пластин?

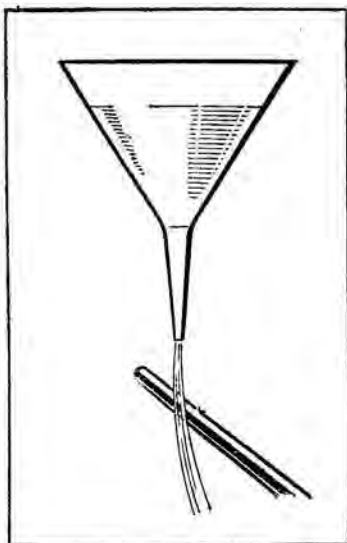


Рис. 69.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ. ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ЧЕРЕЗ ВЛИЯНИЕ

153. Поднесите к электromетру заряженную палочку и коснитесь шарового кондуктора. Стрелка отклоняется. Одновременно пальцем другой руки прикасайтесь к шаровому кондуктору электromетра. Стрелка приходит в нулевое положение. Уберите палец, а затем наэлектризованную палочку. Стрелка электromетра отклоняется. Как объяснить наблюдаемое явление?

154. Зарядите электromетр (электроскоп) отрицательным зарядом. Медленно подносите к нему издали положительно заряженную палочку из органического стекла. Вначале угол отклонения стрелки уменьшается до нуля. При дальнейшем приближении заряженной палочки вновь происходит отклонение стрелки электromетра. Как объяснить это явление?

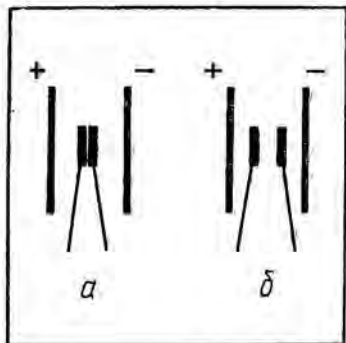


Рис. 70.

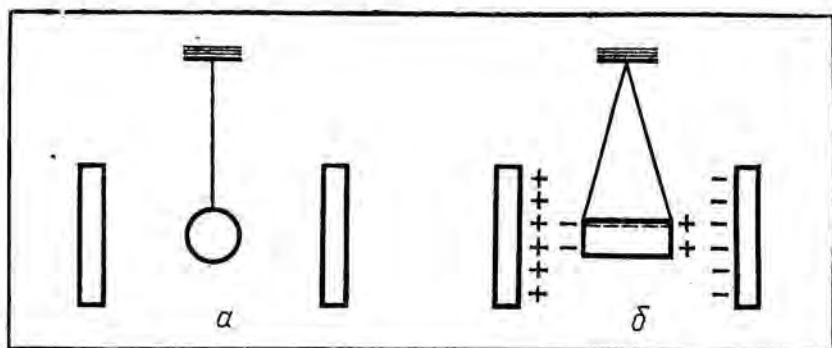


Рис. 71.

155. Как опытным путем определить знак заряда на одном из полюсов электрофорной машины?

156. Зарядите султан и поднесите к нему руку. Почему бумажные полоски притягиваются к руке.

157. Установите между пластинами конденсатора колесо Франклина. Соедините пластины с полюсами электрофорной машины и зарядите конденсатор. Колесо Франклина приходит во вращательное движение¹. Почему?

158. Поставьте вопрос перед учениками о назначении шаров на концах стержней полюсов электрофорной машины. Ответ проверьте на опыте. Для этого снимите шары (верхний шар отвертывается) и получите разряд между концами стержней. Длина его в пределах 5—10 мм. Установите шары, искровой разряд получается длиной 100 мм и более. Опыт наглядно демонстрирует, что с острых частей наблюдается сильное стекание зарядов, а с шаров почти нет.

159. Зарядите демонстрационный конденсатор, внесите в него две пластины из одного металла, находящиеся в соприкосновении, разведите их (рис. 70) и коснитесь ими электрометров. Почему на пластинах обнаруживаются заряды?

160. Между пластинами конденсатора, соединенными с полюсами электрофорной машины, подвесьте на нити параллельно пластинам металлическую трубку (рис. 71, а). Зарядите конденсатор. Трубка устанавливается вдоль силовых линий поля (рис. 71, б). Разрядите машину. Трубка возвращается в первоначальное положение и т. д. Объясните явление.

161*. Возьмите стеклянную трубку длиной 5—8 см. Пропустите через нее нить и подвесьте между пластинами конденсатора параллельно им (рисунок 71, а)². Пластины соедините с полю-

¹ См.: Метелкин А. Ф. Опыты с колесом Франклина. — «Физика в школе», 1961, № 1, с. 68.

² См.: Елизаров К. Н. Основы учения об электрическом поле. М., 1959, с. 118.

сами электрофорной машины и зарядите. При этом трубка устанавливается вдоль силовых линий электрического поля конденсатора (рис. 71, б). Почему?

Опыт следует повторить. Для этого машину разрядите соединением полюсов. Трубка приходит в первоначальное положение. Конденсатор вновь зарядите, и она устанавливается вдоль поля.

162. Электрический ветер. Возьмите стеариновую свечу с малым пламенем и установите на подъемном столбике. На одном из полюсов электрофорной машины закрепите проволоку, один конец которой установите на уровне пламени и на расстоянии 4—5 см от него. Если привести в действие машину, то пламя свечи гаснет. Почему?

163. Возьмите из набора Горячкина по электролизу стакан и крышку с двумя закрепленными медными электродами. Клеммы крышки соедините проводниками с полюсами электрофорной машины (можно использовать индукционную катушку). Заполните стакан дымом, опустите незаряженные электроды в стакан и достаньте их. Дым в стакане сохраняется.

Затем зарядите электрофорную машину и, следовательно, электроды. Опустите их в стакан с дымом. Дым в стакане моментально исчезает. Как объяснить исчезновение дыма?

164. Поставьте два электрометра вблизи друг от друга так, чтобы расстояние между корпусами было около 10 мм. Соедините проводником шар одного электрометра с полюсом электрофорной машины, шар второго — с другим полюсом. Полюсы машины разведите и приведите ее в действие. Между корпусами электрометров наблюдается непрерывный искровой разряд (рис. 72), хотя корпуса изолированы от шаров и стержней со стрелками. Объясните наблюдаемое явление.

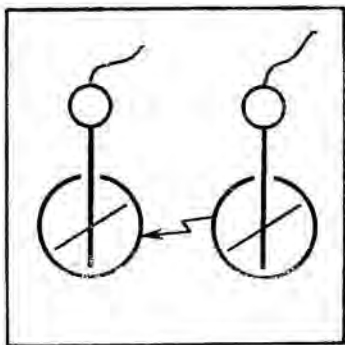


Рис. 72.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ. ПОТЕНЦИАЛ

165. Вблизи одного из полюсов электрофорной машины на расстоянии 20—30 см поставьте электрометр с шаровым кондуктором. Почему при зарядке машины заряжается и электрометр? Как устранить действие машины на электрометр?

После получения ответа возьмите лист жести и внесите его между полюсом машины и кондуктором электрометра. Стрелка последнего приходит в нулевое положение. Уберите лист жести, стрелка электрометра отклоняется.

166*. Поставьте электрометр на столик с ножками из изолятора. Соедините стержень электрометра с землей. Будет ли откло-

няться стрелка электрометра, если его корпусу сообщить заряд (или соединить корпус с заряженным проводником)?

167*. Поставьте электрометр на изолятор и зарядите его. Затем сообщите тот же заряд корпусу электрометра, пока стрелка не придет в нулевое положение¹. Что произойдет, если коснуться рукой стержня электрометра?

168*. Поставьте электрометр на изолятор и зарядите его. Затем соедините шаровой кондуктор электрометра с его корпусом при помощи проводника с эбонитовой ручкой. Почему стрелка приходит в нулевое положение?

Если коснуться рукой корпуса электрометра, то стрелка вновь отклоняется, правда на меньший угол. Почему?

169*. Соедините шаровой кондуктор и корпус электрометра с одним полюсом электрофорной машины, зарядите ее. Стрелка электрометра находится в нулевом положении. Удалите проводник от шарового кондуктора и коснитесь его пальцем. Стрелка отклоняется. Почему?

170*. Зарядите электрометр, стоящий на изоляторе, небольшим отрицательным зарядом. Затем сообщите корпусу положительный заряд. Почему стрелка отклоняется на больший угол?

171. Поставьте электрометр на пластинку стекла или плексигласа. Зарядите корпус электрометра и дайте стрелке успокоиться. Почему при поднесении руки к шару, а также при касании шара рукой угол отклонения стрелки увеличивается?

172. Вариант опыта. Поставьте электрометр на пластинку изолятора, зарядите его шар до небольшой разности потенциалов и дайте стрелке успокоиться. Коснитесь рукой корпуса электрометра. Почему угол отклонения стрелки увеличивается?

173. Зарядите шар электрометра положительным зарядом и подносите сверху к шару отрицательно заряженную эбонитовую палочку. Угол отклонения стрелки уменьшается. Подносите отрицательно заряженную палочку снизу к корпусу. Угол отклонения стрелки увеличивается. Почему?

Можно найти такую траекторию движения отрицательно заряженной палочки к электрометру, когда угол отклонения стрелки не будет изменяться.

174. Наэлектризуйте палочку из эбонита (плексигласа) и поднесите к отдельным участкам ее неоновую лампочку (рис. 73), которую держите за цоколь, а пяткой касайтесь палочки. Лампочка вспыхивает. Почему?

Примечание. Опыт можно повторить с любым наэлектризованным телом. В качестве индикаторов электризации тел с успехом можно использовать спектральные трубки, наполненные неоном, и баллоны ламп дневного света (исправные или с перегоревшими электродами).

¹ См.: Щербина А. С. Опыты с электрометром.—«Физика в школе», 1965, № 5, с. 100.

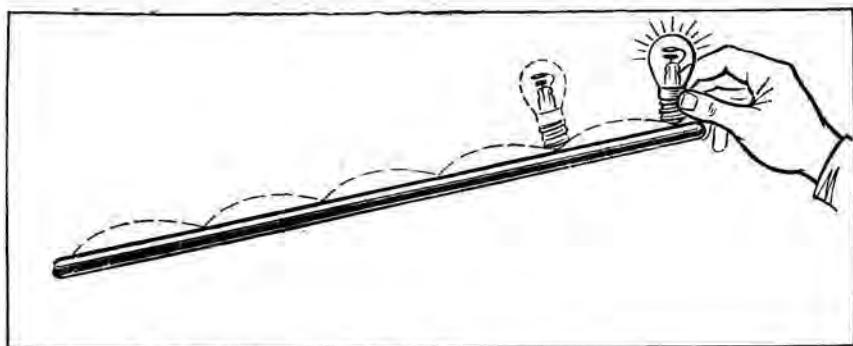


Рис. 73.

175. Эффектный опыт с неоновой лампочкой можно провести следующим образом. Возьмите и хорошо наэлектризуйте палочку из плексигласа или эбонита. Палочкой наэлектризуйте через индукцию электрометр или пластинку конденсатора. Поднесите неоновую лампочку цоколем к шару электрометра или к пластине. При этом возникает яркая красивая вспышка неоновой лампочки.

176*. Возьмите пяточковую неоновую лампочку и потрите боковой частью стеклянного баллона о кожу, шелк или какой-либо другой предмет в темноте. Почему наблюдается свечение?

Примечание. Свечение возникает при натирании не о всякое тело. Его нужно подобрать. При натирании об отдельные тела возникает малая разность потенциалов, которая не вызывает свечения.

177. Возьмите безэлектродную трубку и пластинку плексигласа от электрофора. Вначале поднесите безэлектродную трубку к пластинке. В трубке никакого свечения газа нет.

Затем наэлектризуйте пластинку и поднесите к ней безэлектродную трубку. В момент сближения трубки с пластинкой наблюдается свечение газа в ней. Особенно хорошо светится неон.

Обратите внимание на следующее: если трубка неподвижна относительно пластинки, то свечения газа в ней не наблюдается. Если трубку перемещать относительно наэлектризованной пластинки, то наблюдается свечение газа в трубке. Объясните наблюдаемые явления.

178*. Хорошо зарядите одну пластину от демонстрационного конденсатора и перемещайте в электрическом поле заряженной пластины безэлектродную трубку. Наблюдается свечение газа в трубке. Затем внесите между трубкой и пластиной лист жести. Свечение прекращается. Почему?

179. Электризация цветка. На стол с ножками из изолятора поставьте цветок в горшке (в качестве стола может служить доска,

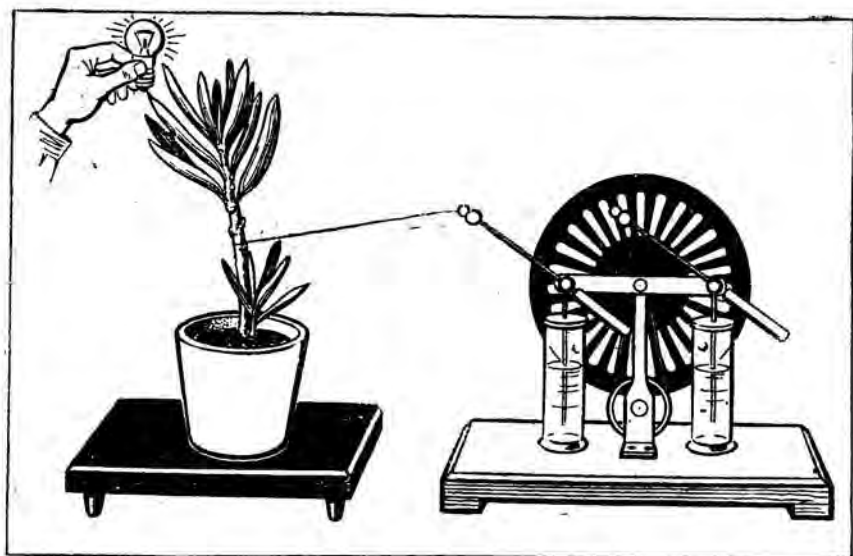


Рис. 74.

положенная на четыре граненых стакана). Соедините проволокой один полюс электрофорной машины с цветком и приведите ее в действие. Цветок заряжается. Поднесите к нему маталлический стержень. При этом наблюдается проскакивание искры,

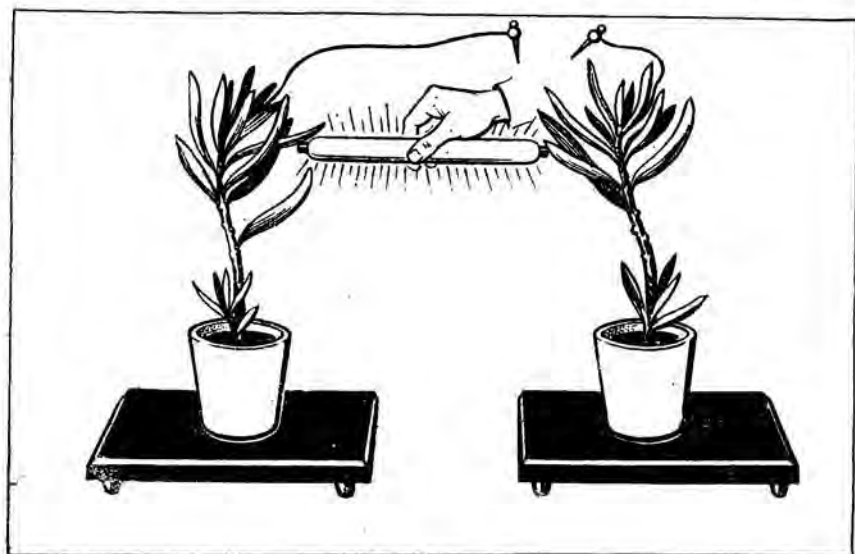


Рис. 75.

что особенно хорошо видно в темноте. Лампочка вспыхивает (рис. 74). Если ее держать в соприкосновении с цветком, то лампочка горит непрерывно.

Можно провести электризацию двух цветков разными зарядами. Для этого горшки с цветами устанавливают на отдельные изолированные столики и соединяют с разными полюсами электрофорной машины. Между цветками вносят газоразрядную трубку. Она светится (рис. 75).

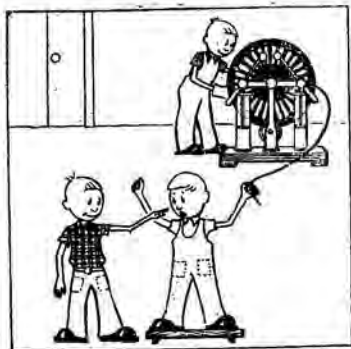


Рис. 76.

180. Электризация человека. Прежде всего человека нужно изолировать от земли. Для этого он встает на столик с ножками из изолятора и берется рукой за один из полюсов электрофорной машины. Расстояние между полюсами электрофорной машины должно быть не более 15 мм.

Приведите в действие машину и зарядите человека. Учащиеся могут подходить к нему и подносить свой палец к любому участку тела, что вызывает появление электрических искр (рис. 76). Они безопасны и пугают только своей неожиданностью. Однако не следует шутить с глазами. Можно взять за цоколь неоновую лампочку и подносить к различным участкам тела заряженного человека. Она будет светиться.

Подобные опыты протекают лучше в затемненном кабинете. На вечере они вызывают восторг всех присутствующих. Ученики обычно просят повторить опыт.

181. Электризация человека с «султаном». Ученик встает на столик с ножками из изолятора. В одну руку берет султан, а другой держится за полюс электрофорной машины. В этом опыте расстояние между полюсами может быть больше 15 мм, но никто не должен касаться заряжаемого ученика. При зарядке ученика листочки султана расходятся во все стороны.

После демонстрации заряжаемый ученик по команде учителя убирает руку с полюса машины, встает на пол. Листочки султана опадают.

Электризация человека с колесом Франклина проводится таким же образом.

182. Электризация человека с баллоном лампы дневного света. Заряжаемый человек встает на столик с ножками из изолятора. Одной рукой берется за полюс электрофорной машины, в другой держит баллон лампы дневного света (расстояние между полюсами в этом случае должно быть в пределах 15—20 мм).

Приведите в действие машину, в баллоне наблюдаются вспышки. Если баллон поднести к столу, водопроводной или

отопительной трубе, то в нем наблюдаются более яркие вспышки. Почему?

Второй ученик может коснуться баллона лампы, при этом в баллоне наблюдается также яркая вспышка.

При выполнении последнего опыта или подобных опытов второму ученику следует взять в руку какой-либо небольшой металлический предмет (ключ, отвертку) и им касаться электрода лампы. В этом случае ученик не будет чувствовать укола искры.

СИЛА ТОКА, НАПРЯЖЕНИЕ, СОПРОТИВЛЕНИЕ

ТОК КАК ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

183. «Живая» электрическая цепь. Всем учащимся, присутствующим на вечере, предлагают взяться за руки и образовать «живую» электрическую цепь. Электрофорную машину заряжают (причем расстояние между полюсами машины должно быть не более 15 мм). Крайние ученики одновременно касаются свободными руками полюсов заряженной электрофорной машины, и по цепи протекает кратковременный электрический ток.

184. Светящиеся слова. Для опыта на стекло наклейте маленькие кусочки фольги шириной 0,5—1 см с промежутками между ними 0,2—0,4 мм. Отдельные участки букв и сами буквы соедините между собой проволочками (рис. 77). К началу и концу слова подведите проводники от полюсов электрофорной машины или борнов катушки Румкорфа. В темноте наблюдается красивое свечение слова или буквы. Свечение объясняется возникновением искровых разрядов в промежутках между кусочками фольги под действием высокого напряжения, которое подводится от электрофорной машины или вторичной обмотки катушки Румкорфа.

185. Светящаяся трубка. Для опыта возьмите стеклянную трубку длиной 25—30 см и диаметром от 3 до 5 см. Концы ее оклейте фольгой. С обоих концов трубки вставьте пробки, в которые закрепите проволочные крючки и соедините их тонкими проводниками с фольгой. Узкие полоски фольги шириной 0,5 см наклейте на трубку в виде спирали, лезвием бритвенного ножа на полосках сделайте разрезы через 3—4 мм. Трубку подвесьте на штативе. К ее проволочным крючкам подведите провода от борнов катушки Румкорфа или полюсов электрофорной машины. Для успеха опыта лучше взять катушку Румкорфа на 12 в, ИВ-100. При ее работе по спирали протекает ток, а в разрезах наблюдаются искровые разряды, которые вспыхивают и гаснут красивой змейкой. Опыт хорошо проводить в темноте.

186. От искрового разряда между полюсами электрофорной машины может воспламениться вата, смоченная эфиром и закрепленная на конце проволоки.

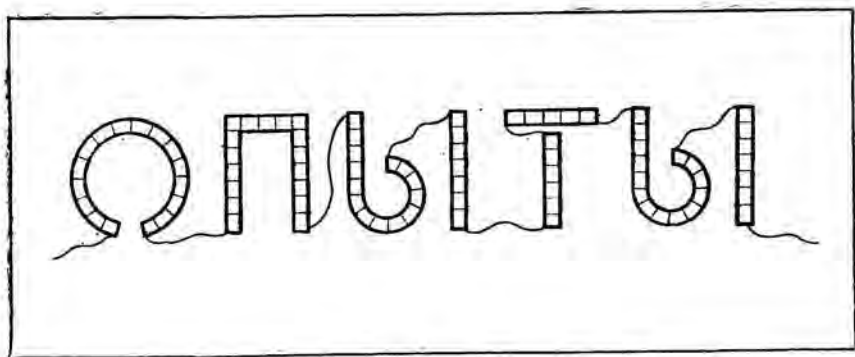


Рис. 77.

Приведите в действие электрофорную машину с расстоянием между полюсами 5—6 см (чем больше расстояние, тем больше мощность искры, тем быстрее загорится ватка). Ватку внесите между полюсами перед проскакиванием искры, которое определите на слух. Если ватка при одном разряде не загорелась, уберите ее. Машину зарядите и вновь внесите ватку.

Этот опыт показывает и объясняет возникновение пожаров в результате атмосферных разрядов — молний. Искровой разряд представляет собой кратковременный электрический ток, который сопровождается выделением теплоты. Температура воздуха около разряда повышается до температуры воспламенения эфира.

187. Опыт с молниеотводом. Подготовка и установка опыта. Из листов бумаги для рисования склейте макет дома. Его размеры в основании 200×150 мм, высота до крыши — 120 мм. На боковых стенках сделайте вырезы для окон (рис. 78). Дом установите на металлическом листе 4. Внутри дома на листе установите проволочку 3, на верхнем конце которой закрепите кусочек ватки 2, смоченной эфиром. Через крышу дома пропустите вторую проволоку 1, нижний конец которой должен касаться металлического листа, а верхний выступать над крышей на 5 см. Эта проволочка служит молниеотводом. Металлический лист с домом расположите на столике 5 с изолирующими ножками и соедините его с одним полюсом электрофорной машины, которую затем зарядите. Разрядник поднесите одновременно к концу молниеотвода на расстояние 3—5 см и к другому полюсу машины. Между молниеотводом и шариком разрядника наблюдается электрический разряд. Разряд (молнию) воспроизведите несколько раз. Учащиеся убеждаются, что при наличии молниеотвода дом останется невредимым. Затем проволоку 1, играющую роль молниеотвода, удалите. Вновь покажите электрический разряд через дом. Последний вспыхивает.

Здесь уместно рассказать ученикам, как объясняли возникновение молнии и сопровождающий ее гром верующие, и привести примеры, показывающие, как «стрела божья» не щадила служителей культа, подобные этому: «В 1767 г. в итальянском городе Брешиа произошла ужасная катастрофа. В подвале одной большой церкви этого города правительство Венецианской республики устроило пороховой склад, положив туда 80 т пороха. В это время уже был изобретен молниеотвод, но на церкви его все же не установили, считая, что «стрела божья» не поразит святого места. Но вот разразилась сильная гроза, молния ударила в церковь. Произошел оглушительный взрыв, и шестая часть города превратилась в развалины. Под обломками разрушенных зданий погибло около трех тысяч человек»¹.

188. Пластины демонстрационного плоского конденсатора соедините со стержнем и корпусом электрометра Брауна. Одну из них зарядите через индукцию от наэлектризованной палочки. Пластины установите на расстоянии 4 см друг от друга и внесите между ними маленький шарик из станиоля, висящий на шелковой нити. Вы увидите, как шарик будет быстро двигаться от одной пластины к другой (см. схему опытной установки на рис. 79). Объясните наблюдаемое явление.

189. Соедините пластины конденсатора с полюсами электрофорной машины и зарядите их. Введите между пластинами конденсатора электрический маятник (шарик из фольги на нити). Он будет колебаться от одной пластины к другой.

¹ Эльманович С. С. Научно-атеистическое воспитание на уроках физики. М., 1959, с. 29

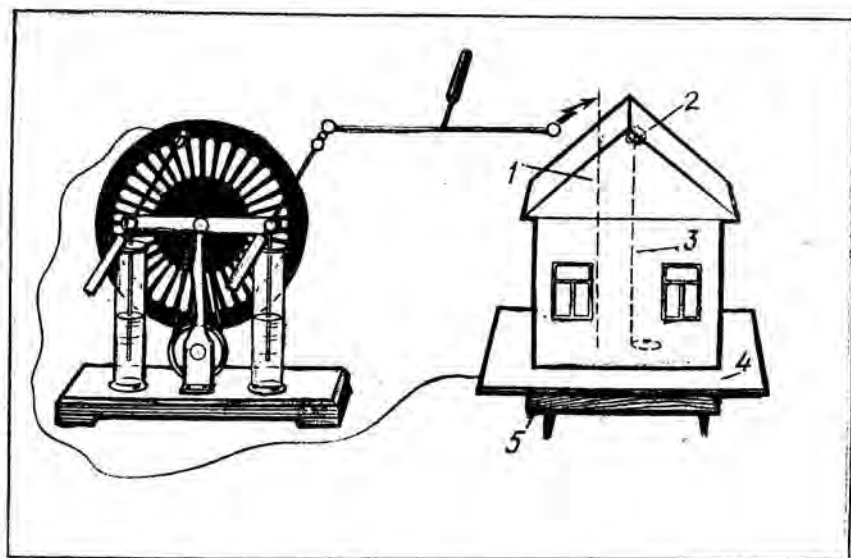


Рис. 78.

Если между пластинами конденсатора ввести пластину диэлектрика из плексигласа, маятник притягивается к диэлектрику и прекращает колебания. Почему?

При введении металлической пластины маятник продолжает колебаться¹. Почему?

190. Соберите электрическую цепь из 1—2 элементов, лампочки на 2,5—3,5 в, ключа и соединительных проводников. Причем под гайку одной клеммы элемента зажмите конец проводника с эмалевой изоляцией.

Дайте ученикам задание: найдите неисправность в этой простой электрической цепи.

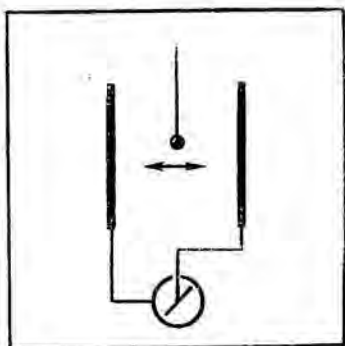


Рис. 79.

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И АККУМУЛЯТОРЫ

191. Картофельный элемент. К клеммам гальванометра демонстрационного амперметра присоедините медные провода. К концу одного из них прикрепите железный провод или гвоздь. Воткните медный провод и гвоздь в картофелину—стрелка гальванометра отклоняется (рис. 80). Почему?

В опытной установке (рис. 80) картофель можно заменить яблоком, луковицей или каким-либо овощем, и тогда вы получите яблочный или овощной элемент.

191 а. Возьмите из набора по электролизу одну цинковую и две медные пластинки, лампочку на 1 в и соедините по схеме (рис. 81). Вставьте цинковую пластинку посредине, а медные — по бокам соленого огурца. Нить лампочки накаливается (правда, накал получается слабым). Почему?

192. Возьмите латунную и цинковую пластинки, соедините их с гальванометром и опустите в сосуд с водопроводной водой. Гальванометр обнаруживает ток. Почему?

Почему при увеличении расстояния между пластинами ток уменьшается, при уменьшении — увеличивается?

Почему при изменении величины площади погружения пластин ток изменяется?

Если в воде растворить небольшое количество поваренной соли, то ток в цепи увеличивается. Почему?

193. Возьмите калориметр и гальванометр. Одну клемму гальванометра соедините с алюминиевым сосудом, а другую —

¹ См.: Мистечкин Б. Я. и Колинченко И. И. Проводник и диэлектрик в электрическом поле.—«Физика в школе», 1965, № 3, с. 60.

с латунным, наполненным водой. Почему при переливании воды из внешнего сосуда калориметра во внутренний гальванометр отмечает ток?

Если струя при переливании воды будет большего сечения, то гальванометр отмечает больший ток. Почему?

Примечание. В опыте используется гальванометр демонстрационного амперметра.

194. Возьмите алюминиевый сосуд от калориметра, налейте в него воды из водопровода и соедините с одной клеммой гальванометра. Проводник, присоединенный ко второй клемме гальванометра, опустите в воду (рис. 82). Почему гальванометр отмечает ток?

195. Для определения количества соли в почве создан прибор — гальванический солемер. Он состоит из металлического стакана и эбонитовой палочки с цинковым сердечником. В стакан берут исследуемую на содержание соли почву, подливают дистиллированную воду и опускают эбонитовую палочку. Металлический стакан и цинковый сердечник подсоединяют к миллиамперметру (гальванометру). По степени отклонения стрелки судят о количестве содержания соли. Проведите аналогичный опыт. Для этого используйте алюминиевый сосуд от калориметра, цинковую пластинку, землю и воду.

196. Батарея элементов В. В. Петрова. Первый русский электротехник В. В. Петров изготовил крупнейшую для своего

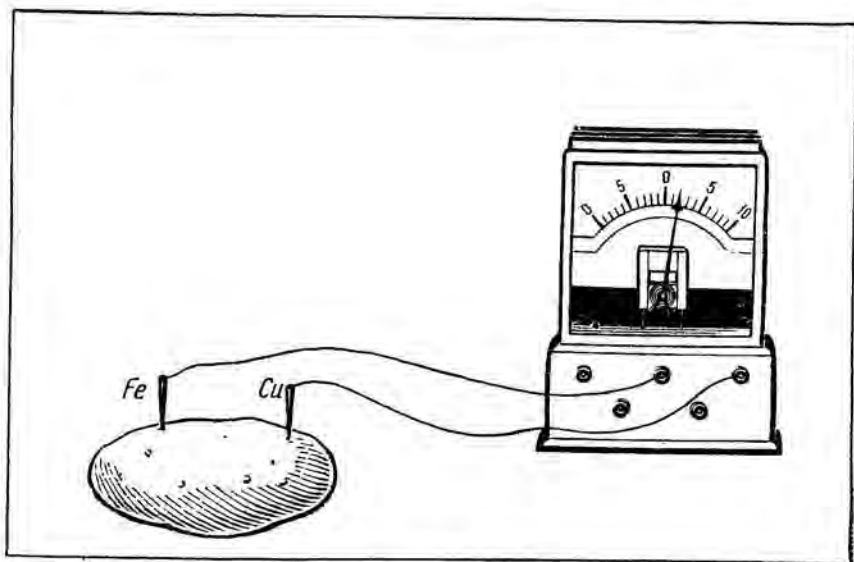


Рис. 80.

времени батарею гальванических элементов и при работе с нею сделал ряд важных открытий. С принципом устройства и действия батареи можно ознакомить учащихся. Для этого вырежьте несколько кружков из меди или латуни и такое же количество кружков из цинка. Кружки сложите, чередуя их, а между ними поместите прокладки, сделанные из материала, пропитанного раствором нашатыря или поваренной соли. При подключении батареи к гальванометру последний обнаруживает ток.

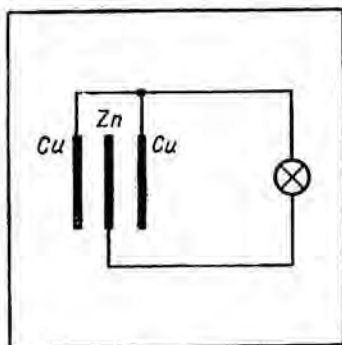


Рис. 81.

197. Возьмите медный и угольный электроды, присоедините их к гальванометру и опустите в электролит (воду). Заметьте направление отклонения стрелки. Замените угольный электрод цинковым. Почему изменяется направление тока?

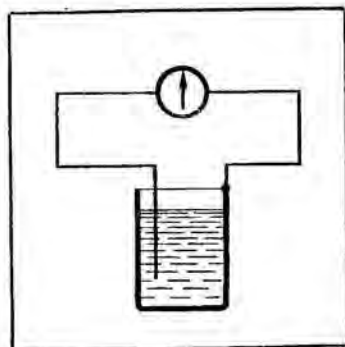


Рис. 82.

198. Всем известно, что дистиллированная вода является непроводником электрического тока. Возьмите два угольных электрода, бывших в употреблении, из набора по электролизу, включите их в электрическую цепь (рис. 83) и опустите в дистиллированную воду. Почему в цепи появляется ток?

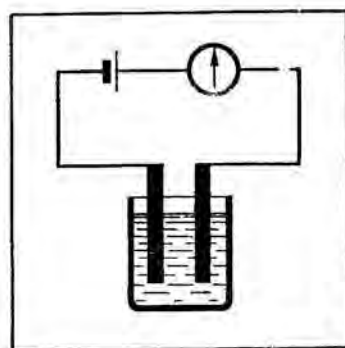


Рис. 83.

199. Металлический чайник (железный или медный) и алюминиевый сосуд от калориметра соедините проводниками с гальванометром (рис. 84). В чайник налейте воды с чаем, в которой растворите немного поваренной соли. Не объясняя этого, покажите переливание чая, при котором наблюдается возникновение тока. Почему возникает ток?

Изменяя длину и толщину струи, отмечаем изменение величины тока¹. Объясните это явление.

¹ См.: Правдин Н. А. Демонстрация зависимости сопротивления от длины, сечения и материала проводника.—«Физика в школе», 1966, № 6, с. 92.

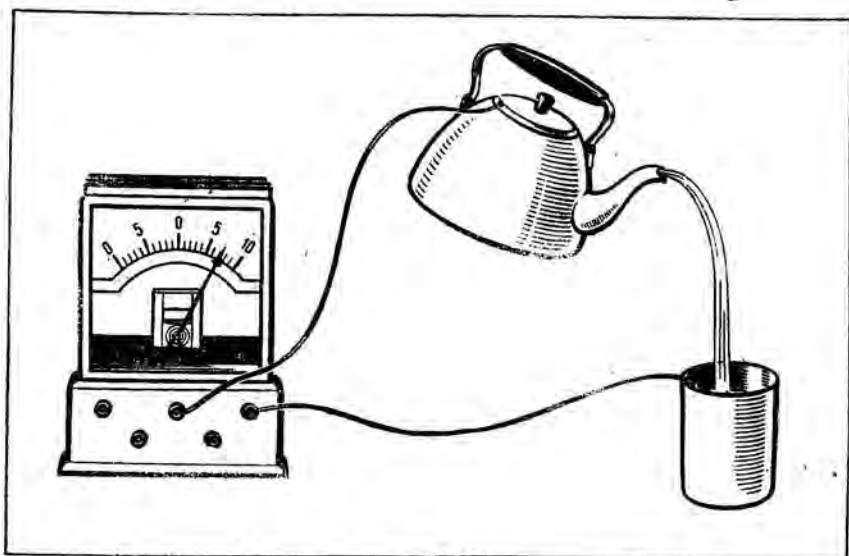


Рис. 84.

200. Возьмите раствор медного купороса и два угольных электрода, присоединенных к гальванометру. Почему при опускании угольных электродов в раствор медного купороса ток не возникает?

Пропустите через раствор ток от постороннего источника.

Причем на одном из электродов получите отложение меди. Затем прибор подключите к гальванометру. В цепи возникает ток. Почему?

201. К отрицательному полюсу щелочного аккумулятора присоедините проводник. Если этот проводник касается металлического корпуса аккумулятора, то проводник нагревается. Почему? Какой отсюда следует практический вывод?

202. Электрическую лампочку прикрепите к шнуру, на конце которого имеется вилка. Один проводник разрежьте (рис. 85). При включении лампочки в сеть она не будет гореть, так как в цепи имеется разрыв. С помощью прибора проверьте разные твердые и жидкие тела на электропроводность, соединяя концы разрезанного проводника стек-

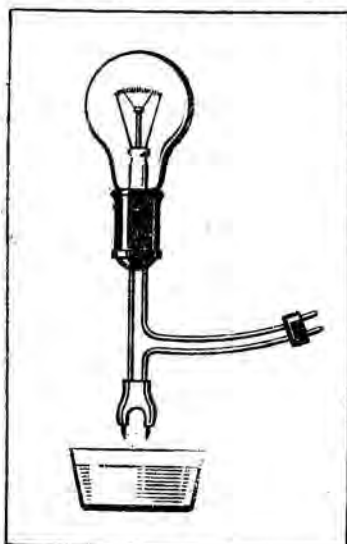


Рис. 85.

лом, деревом, проволокой. Налейте в стакан дистиллированной воды и опустите в нее концы проводников. Лампочка не будет гореть. Растворите в воде немного поваренной соли и опустите в раствор концы проводников. Лампочка горит. Прodelайте опыты с другими растворами и т. д.

СОПРОТИВЛЕНИЕ. УДЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ. РЕОСТАТЫ

203. Возьмите проводник, состоящий из отдельных медных, железных проволок одинакового диаметра, соединенных последовательно. Пропустите через него ток (проводник подключите к сети через какой-либо реостат). При этом одни участки нагреваются до красного каления, другие едва теплые.

Как объяснить это явление и где оно используется в практике?

204. Составьте проводник из медной, железной и никелиновой проволок одинакового диаметра и длины. Параллельно к отдельным участкам подключите одинаковые лампы. Почему они горят с разным накалом (рис. 86)?

205. Составьте электрическую цепь из отрезка цепочки от часов (учебной модели часов) длиной 50—80 см, батареи элементов (аккумуляторов) в 6 в, гальванометра, шунтированного на 10 а, ключа и соединительных проводников. Замкните цепь. При этом стрелка амперметра стоит на нуле. Возьмите руками концы цепочки, поднимите ее над столом так, чтобы она провисла. Следите за показаниями амперметра и растягивайте цепочку, постепенно увеличивая ее натяжение. При этом ток в цепи будет возрастать, что заметно по все большему отклонению стрелки амперметра от нуля. Чем объясняется это явление? Какие места цепочки во время опыта нагреваются сильнее?

Иногда штепсельная розетка и вставленная в нее вилка, присоединенная к каким-либо электрическим приборам, начинают

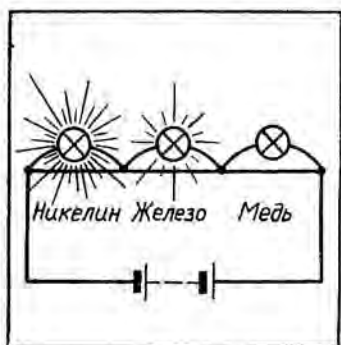


Рис. 86.

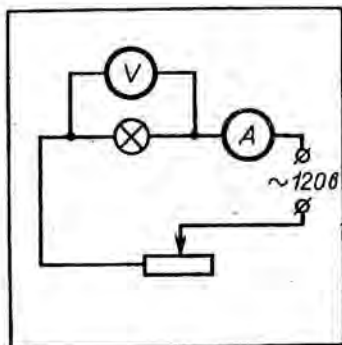


Рис. 87.

сильно нагреваться. Почему? Что нужно сделать для устранения этого нагревания?

206. Как изменятся показания вольтметра, амперметра, степень накала лампочки при передвижении ползунка реостата вправо (рис. 87)? Ответ проверьте опытом.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ

207. Возьмите универсальный трансформатор с катушкой на 220 в и катушкой для электросварки. В зажимы катушки для электросварки закрепите параллельно два медных проводника (рис. 88): один диаметром 0,3 мм, второй — 1,3 мм. Длина каждого проводника 7 см.

Вначале ответьте на вопрос: какой проводник будет сильнее нагреваться?

После ответа первичную катушку включите в сеть. На опыте наблюдается сильное нагревание толстого проводника (до красного каления — может даже перегореть). Почему?

208. Соберите электрическую цепь по рисунку 89 из лампы на 220 в, мощностью 25—50 вт и реостата на 5000 ом. Включите в сеть и вводите сопротивление реостата, пока накал лампы не будет слабым.

Если теперь параллельно реостату подключать вольтметр, то накал лампочки увеличивается. Почему?

209. Соберите электрическую цепь, состоящую из двух реостатов по 1000—1500 ом, лампы на 3,5 в и ключа (рис. 90). Включите собранную цепь в сеть переменного тока напряжением 220 в при разомкнутом ключе. Что будет наблюдаться в цепи, если замкнут ключ?

210. Соберите электрическую цепь (рис. 91). Для этого возьмите сухой элемент или аккумулятор, реостат на 500—1000 ом, гальванометр, ключ, спираль. Последнюю изготовьте из стальной проволоки диаметром 0,3 мм и длиной не менее 20 см. Стрелку

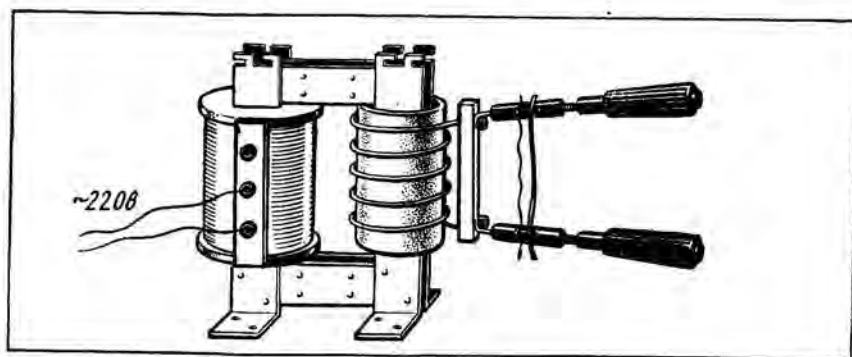


Рис. 88.

гальванометра установите на крайнее деление, замкните цепь. С помощью реостата добейтесь, чтобы стрелка гальванометра отклонилась на 5—6 делений. Поставьте вопрос перед учениками: как будут изменяться показания гальванометра, если нагревать спираль? После получения ответа нагревайте спираль пламенем спиртовки. Показания гальванометра увеличиваются на 3—4 деления. Выполните нагревание спирали несколько раз.

РАБОТА И МОЩНОСТЬ ТОКА

211. Модель лампочки Лодыгина. Возьмите колбу емкостью 500 см³, в горлышко которой вставьте деревянную (резиновую) пробку. Через пробку пропустите два электрода из медной проволоки диаметром 3—4 мм. На нижних концах электродов сделайте отверстия, в которых закрепите графитовый стержень от карандаша. Лампу подключите к источнику тока в 12 в. Наблюдаются раскаливание угольного стержня (рис. 92) и заполнение колбы дымом. Последнее обусловлено тем, что кислород воздуха поддерживает горение. Для устранения этого явления на ламповом заводе из колб откачивают воздух и заполняют их инертным газом.

212. Две лампы одного напряжения, но разной мощности (100 вт и 15 или 25 вт) соедините последовательно. Спросите учеников: какая лампа будет светить ярче?

Примечание. Лампы до получения ответа не включайте.

Большинство учеников, не задумываясь, говорят, что гореть будет ярче лампа в 100 вт. После включения ламп в сеть все с удивлением наблюдают, что ярче горит лампа в 15 вт (или 25 вт), а в 100 вт совсем не горит.

Некоторые ученики предлагают поменять лампы местами. Выполните это пред-

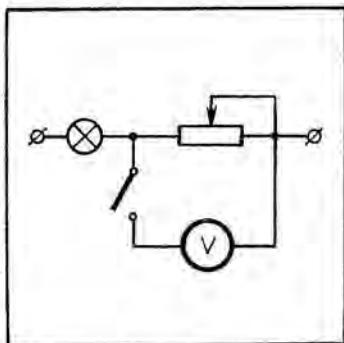


Рис. 89.

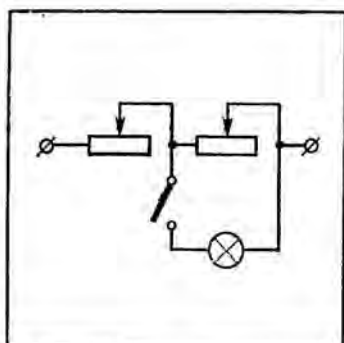


Рис. 90.

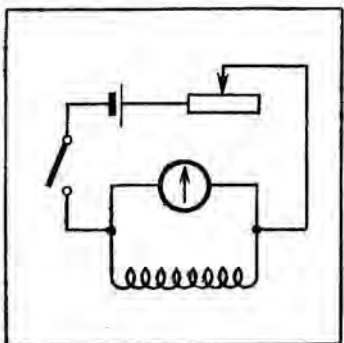


Рис. 91.

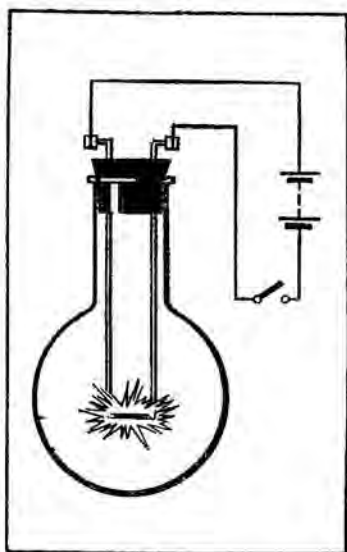


Рис. 92.

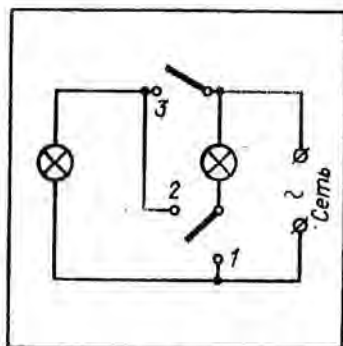


Рис. 93.

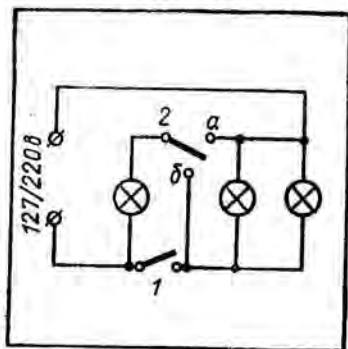


Рис. 94.

ложение (при этом вначале вывертывайте лампу в 15 вт, а ввертывайте ее последней).

Некоторые ученики высказывают мысль о том, что лампа в 100 вт перегоревшая. Тогда при наличии включения ламп в сеть выверните лампу в 100 вт, и все наблюдают, что лампа в 15 вт не горит. Затем вверните лампу в 100 вт и лампа в 15 вт загорается. Последний опыт показывает, что лампы включены последовательно и по ним каждой из них протекает ток.

После этого учащиеся обычно дают правильный ответ. У лампы в 15 вт сопротивление больше, и по закону Джоуля — Ленца при одном и том же токе в ней будет выделяться теплоты во столько раз больше, во сколько сопротивление ее больше сопротивления лампы в 100 вт (для доказательства можно привести теоретические расчеты сопротивлений ламп).

213. Две лампы одинаковой мощности (одна на 127 в, другая на 220 в, об этом присутствующим пока не говорите) соедините параллельно. Включите их в сеть напряжением 127 в. Горят они по-разному. Почему? Многие ученики затрудняются ответить на этот вопрос, и только отдельные отвечают правильно: лампы рассчитаны на разное напряжение.

214. На вечере физики можно показать простой опыт с двумя лампами, объяснение которого вызывает интерес.

Соберите схему электрической цепи по рисунку 93. Замкните контакты 1 и 3. Обратите внимание присутствующих на яркое горение ламп. Разомкните контакты 1 и 3 и замкните контакт 2. Лампы горят с недокалом. Попросите учеников объяснить наблюдаемое явление.

В одной из школ ученик ответил так: «Различное горение ламп объясняется тем, что в одном случае их включают параллельно, а в другом — последовательно». Казалось бы, этим ответом можно удовлетвориться. Но необходимо поставить дополнительный вопрос: в каком случае лампы включены параллельно и в каком последовательно? Почему в одном случае они горят полным накалом, а в другом — с недокалом? Эти вопросы помогут выяснить правильность понимания явления учениками.

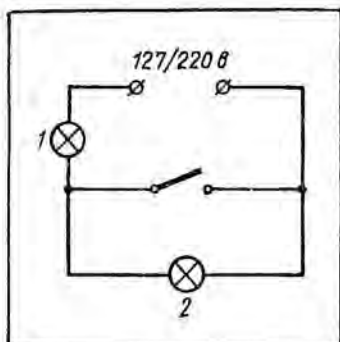


Рис. 95.

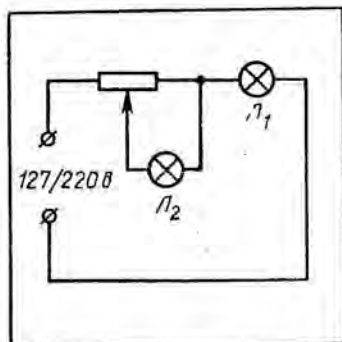


Рис. 96.

215. Три лампы, рассчитанные на одно и то же напряжение, одинаковой мощности, включите в схему электрической цепи, собранной по рисунку 94. Ответьте на вопросы:

1. Как будут гореть лампы, если замкнуть ключ 1 и ключ 2 (на контакт а)?

2. Как будут гореть лампы, если ключ 1 разомкнуть, а ключ 2 замкнуть на контакт б?

Ответы проверьте на опыте.

216. На рисунке 95 дана схема электрической цепи. Поясните, как будут гореть лампы одинаковой мощности, рассчитанные на одно и то же напряжение, при различных положениях выключателя: «включено» и «выключено». Теоретические объяснения проверьте на опыте.

217. Присоедините последовательно две низковольтные лампы к батарее элементов на 5—6 в. Почему иногда одна лампа горит, а вторая нет? Не торопитесь и дайте правильный ответ, который можете проверить на опыте.

218. Как нужно включить в сеть с напряжением 220 в электрическую лампу 60 вт, 220 в, реостат с сопротивлением 200 ом и с предельным током 2—2,5 а, чтобы с помощью ползунка реостата можно было бы изменять накал лампы от нуля до максимума? (На вечере одновременно с постановкой вопроса можно показать изменение накала лампы, не объясняя схему соединения до получения ответа.)

219. Реостат и две электрические лампы одинаковой мощности, рассчитанные на одно и то же напряжение, включены в сеть электрического тока (рис. 96). Поясните, как будут гореть лампы и как будет изменяться их накал при перемещении ползунка реостата. Ответ проверьте на опыте.

220. Две лампы одинаковой мощности и напряжения соедините последовательно и подключите их параллельно к реостату (рис. 97). Ползунок реостата соедините со средним проводником.

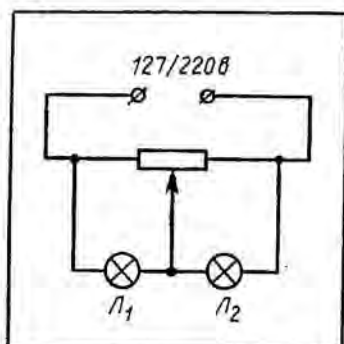


Рис. 97.

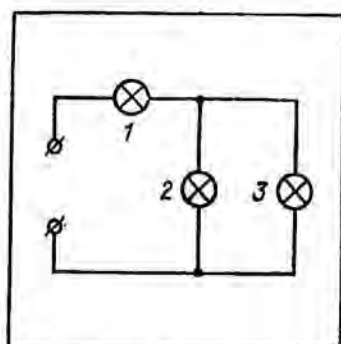


Рис. 98.

Установите ползунок посередине реостата и замкните цепь. Лампы горят с одинаковым накалом. Переместите ползунок в сторону. Теперь лампы горят с разным накалом. Почему?

221. На рисунке 98 показано включение трех одинаковых ламп. Одинаков ли будет их накал? Ответ проверьте на опыте.

222. Соберите электрическую цепь, состоящую из действующей модели электрического двигателя постоянного тока, низковольтной лампы на 2,5—3,5 в, ключа и батареи элементов на 5—6 в. Придерживая рукой якорь двигателя, замкните цепь. Обратите внимание на лампу — она горит полным накалом. Затем отпустите якорь (если он не крутится, то толкните его рукой) и посмотрите на лампу: накал ее уменьшается. Объясните почему.

223*. При подключении электрической цепи с лампами одинаковой мощности (рис. 99) к сети наблюдается отсутствие тока на участке BD . Чем это объяснить? Если одну лампу (например, 3) заменить лампой другой мощности, то на участке BD возникает ток. Объясните почему.

224. Почти в каждой квартире на месте ввода электропроводки устанавливается небольшой щиток, на котором имеются плавкие предохранители (рис. 100). От них идут провода к электрической лампе, розетке и т. д. В квартире погасла исправная лампа. Требуется проверить исправность плавких предохранителей. С помощью какого прибора можно это осуществить? Как проверить, подходит ли ток к щитку? Как проверить исправность каждого предохранителя?

225. Соберите электрическую цепь по рисунку 101: 1 и 2 — плавкие предохранители, 3 — неоновая лампа, 4 — лампа накаливания. Объясните:

1. Почему при исправных плавких предохранителях лампа накаливания горит полным накалом, а неоновая не горит?

2. Если предохранитель 2 неисправен (вывернем его), то наблюдается горение неоновой лампы, а лампа накаливания не горит. Почему?

3. Протекает ли ток через лампу накаливания в последнем случае?

Примечание. Опыт можно видоизменить, заменив неоновую лампу обычной.

226. Демонстрация искрового разряда между электродами автомобильной свечи. Соберите следующую опытную установку: свечу закрепите в лапке штатива, ее корпус и центральный электрод присоедините к борнам катушки Румкорфа, катушку подключите к батарее элементов на 6 в и приведите в действие. Между электродами свечи возникает искровой разряд. Кусочек ваты, прикрепленный к концу проволоки и смоченный эфиром, поднесите к искровому разряду между электродами. Вата вспыхивает. Эта вспышка происходит аналогично вспышке горючей смеси в цилиндре двигателя внутреннего сгорания.

Иногда между электродами свечи образуется мостик из нагара и электрический разряд не возникает, вспышки горючей смеси не происходит. Для демонстрации указанного явления введите в зазор между электродами кусочек угля и наблюдайте отсутствие разряда.

227. Электрическая дуга. Горение электрической дуги можно получить с помощью самодельного прибора. Для этого к двум угольным электродам присоедините изоляционной лентой по проводнику и укрепите их на деревянных стержнях длиной 300 мм (рис. 102). Дугу можно подключить к автотрансформатору типа КАТ от кинопроектора «Украина», у которого имеются гнезда на 30 в. Деревянными ручками сводите угли до соприкосновения и разводите. Наблюдается горение дуги в воздухе. Затем, опустив угли в воду, получите горение дуги в ней.

На опыте с дугой можно убедиться в ее использовании для электри-

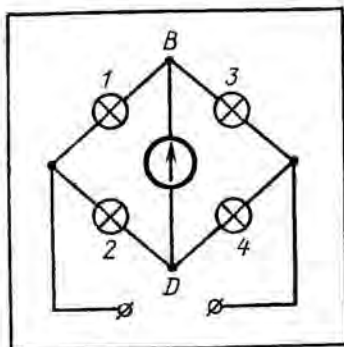


Рис. 99.

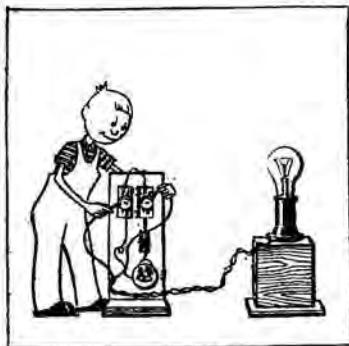


Рис. 100.

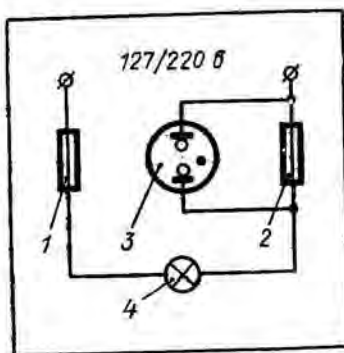


Рис. 101.

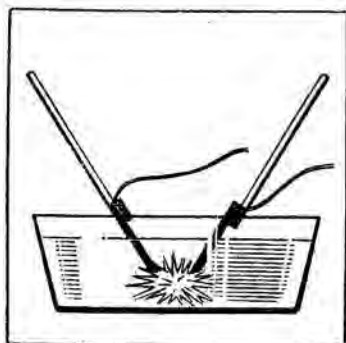


Рис. 102.

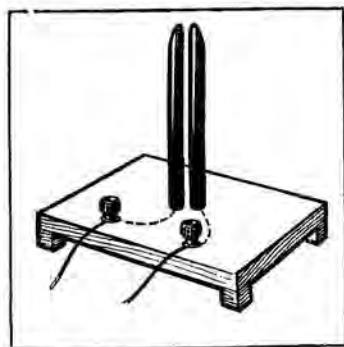


Рис. 103.

ческой сварки. Для этого концы двух полосок кровельного железа положите на один из углей дуги, сверху подводите второй уголь. Возникает дуга, и полоски свариваются.

Примечание. Во всех опытах с дугой нужно надевать черные очки или прикрывать глаза красным стеклом.

228. Свеча Яблочкова. Возьмите два угольных электрода от электрической дуги стационарной киноустановки или от батарейки карманного фонаря (угольные стержни у батарейки небольшого диаметра, и такая свеча при горении требует небольшого тока). Для установки угольных стержней используйте деревянную (эбонитовую, текстолитовую) пластинку размером $100 \times 80 \times 10$ мм, в ней просверлите два отверстия под угли с зазором 1 мм. Из латуни изготовьте два цилиндра высотой 2—2,5 см с внутренним диаметром, равным диаметру угольных стержней, и вставьте в них стержни. Угли устанавливаются на подставке вертикально и параллельно с зазором 1—1,5 мм (рис. 103), который может быть заполнен белой глиной или гипсом. На подставке закрепите две клеммы, от них к углям подходят проводники, которые могут выдержать ток до 10 а.

Для зажигания верхние концы углей свечи замыкаются углем. Как только концы углей свечи раскалятся, замыкающий угольный стержень убирают. Свеча горит ярким светом. Не забудьте перед свечой поставить красное стекло.

229*. Возьмите катодную трубку, поднесите к ней сбоку наэлектризованную эбонитовую палку и перемещайте ее около трубки. При этом наблюдается красивое свечение экрана трубки.

Поднесите наэлектризованную палку к электроду трубки, который раньше соединялся с «отрицательным полюсом» вторичной обмотки катушки Румкорфа. На экране трубки возникает светлая полоска катодных лучей. Объясните наблюдаемое явление.

230*. Возьмите гальванометр, поставьте его на столик со стеклянными ножками и соедините одну клемму с полюсом

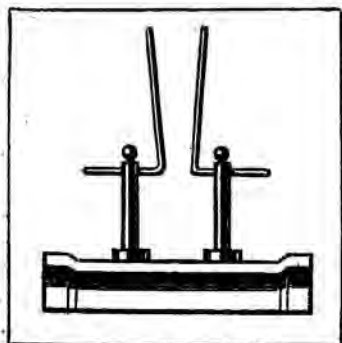


Рис. 104.

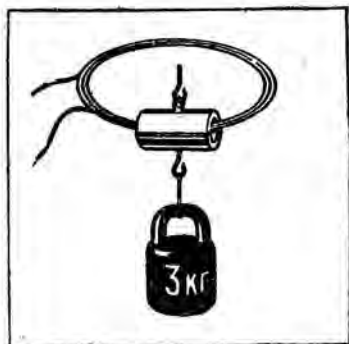


Рис. 105.

электрофорной машины, а вторую — с тонким проводником длиной 2—3 м. Второй конец проводника укрепите на эбонитовой палке.

Приведите машину в действие. Стрелка гальванометра отклонится. Почему? Если опыт проводить в темноте, то можно наблюдать вокруг провода коронный разряд.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКА

231*. Между электродами катушки Румкорфа укрепите проволоку (рис. 104), расстояние между которыми должно быть не более 8—10 мм. Приведите в действие катушку от батареи аккумуляторов на 12 в. Между проволоками возникает электрический разряд. Внимательно присмотревшись к нему, увидите, что он возникает в узкой части, затем поднимается и прекращается, вновь возникает, поднимается и прекращается. Как объяснить подъем разряда? Где используется подобное физическое явление?

232. Возьмите две катушки на 220 в от трансформатора, наденьте их на стальной стержень (лучше гладкий, никелированный стержень от штатива), расположенный горизонтально. Установите катушки на расстоянии друг от друга 5—6 см и включите их в сеть. Почему катушки притягиваются? (Если они отталкиваются, то следует поменять проводники на клеммах одной из них или перевернуть вилку в гнездах розетки.)

После опыта по притяжению катушек расположите их рядом и, изменив направление тока в одной из катушек, как указано выше, включите в сеть. Катушки отталкиваются и расходятся на расстояние до 10 см. Почему?

233. Соберите опытную установку по рисунку 105. Она состоит из катушки медной проволоки в 20 витков, которую подклю-

чают к батарее аккумуляторов на 6—10 в; двух половинок железного кольца с крючками. Если замкнуть электрическую цепь, то половинки железного кольца, взаимодействуя, притягиваются и могут удерживать груз от 3 до 10 кг. Почему?

Примечание. Масса удерживаемого груза зависит от числа витков, размеров железного кольца и величины тока.

234. Возьмите катушку на 220 в от универсального трансформатора и расположите ее на столе. Над ней закрепите сердечник (ядро), причем конец сердечника на 1—2 см должен входить внутрь ее. Включите катушку на одно мгновение в сеть напряжением 220 в. При этом катушка подпрыгивает вверх. Почему?

235. В установку предыдущего опыта внесите изменение: сердечник подвесьте на пружине. Почему при включении катушки на одно мгновение в сеть напряжением 220 в наблюдается одновременное движение катушки вверх, а сердечника — вниз?

ПОСТОЯННЫЕ МАГНИТЫ

236. Возьмите подковообразный магнит и поднесите его к картонке (стеклянной пластинке). Магнит не притягивает эти тела. Положите картонку (стеклянную пластинку) на мелкие гвозди, вновь поднесите магнит и поднимите его, при этом поднимается картонка (стеклянная пластинка), а за ней — гвозди. Почему?

237. Вариант опыта. Возьмите алюминиевый сосуд от калориметра, внесите внутрь его магнит. Сосуд не притягивается. Поставьте сосуд на мелкие гвозди или железные опилки. Поднесите магнит и поднимайте. При этом алюминиевый сосуд калориметра, а под ним гвозди или опилки поднимаются. Почему?

238. Подвесьте на нити железную пластинку. К одному концу ее поднесите магнит. Пластинка притягивается. Поменяйте местами пластинку и магнит. Поднесите пластинку к висящему магниту. Почему магнит притягивается к железной пластинке?

239. Возьмите кусок ножовочного полотна длиной 15—20 см, мысленно разбейте его на четыре части и намагнитьте. Для этого северным полюсом постоянного магнита водите по крайним частям, а южным — по средним. (На рисунке 106 стрелками показано движение полюсов при намагничивании.) Затем поднесите к железным опилкам. Почему они притягиваются к концам и середине полученного магнита? Где подобное явление используется на практике?

240. «Волшебная банка». Положите на экспериментальный стол стекло таким образом, чтобы часть его выдвигалась за край стола. На эту часть стекла положите боком железную банку из-под консервов. Ученик, находящийся под столом, перемещает

сильный подковообразный магнит снизу стола, чем и вызывает движение банки. Чтобы банка не скатилась со стола, по краям его можно положить линейки.

Опыт проходит следующим образом.

Ведущий объявляет: «Сейчас покажем опыт, который называется «волшебная банка». Он берет банку и показывает ее учащимся со словами: «Вот перед вами банка. Она как будто обыкновенная, но вместе с тем может выполнять мои приказания». После этого ведущий кладет банку боком на стекло и отдает приказания: «Банка, повернись влево. Банка, остановись. Банка, повернись вправо» и т. д. Все учащиеся с большим интересом следят за двигающейся банкой.

Примечание. Во время предыдущего опыта свет в кабинете выключают и один из ассистентов ведущего, управляющий движением банки с помощью магнита, незаметно забирается под стол. После следующего опыта свет также выключают, и ученик выходит из-под стола. Опыт объясняют в конце вечера.

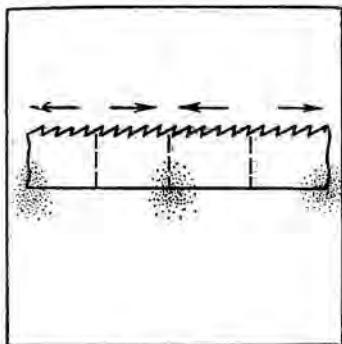


Рис. 106.

241. «Волшебная трубка»¹. Постановка опыта. Ведущий объявляет, что ученик М. имеет «волшебную трубку», с помощью которой он может прочесть число, составленное из цифр на картонных пластинках, любым желающим. Ученик М. удаляется в препараторскую или отворачивается. Один из учащихся подходит к столу и начинает набирать число, причем каждую цифру он предвзвешенно показывает классу, а затем кладет на стол и получившееся число прикрывает газетой. Ученик М. с трубкой начинает отгадывать цифры по порядку. Каждую из отгаданных цифр записывает на доске. Когда все они отгаданы, цифры показывают и сверяют с записью на доске. После первого опыта ученики просят повторить его, что и выполняется.

Полное объяснение опыта дают в конце вечера.

Для опыта проводится следующая подготовка. Намагните 1—2 использованных ножовочных полотна и сломайте их на куски длиной 6 см. Вы получите несколько магнитов. Нарежьте квадратные листки картона со стороной 7 см. Между каждыми двумя листками заклейте по одному магниту в различных положениях. Сверху каждого листка с магнитом напишите одну из следующих цифр: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Изготовьте трубку из плотной бумаги в несколько слоев длиной 20 см. Внутренний диаметр трубки сделайте таким, чтобы с одного конца ее можно было закрепить небольшой компас. На лимбе компаса нанесите те же цифры, что и на листках с магнитами. Цифры наносятся следующим образом: все листки с цифрами уложите в ряд, поднесите к ним по очереди трубку, смотрите в каждом случае, как располагается северный полюс магнитной стрелки, и ставьте против него соответствующую цифру.

¹ См.: Карпинский Г. К. Внеклассная работа по физике. М., 1951, с. 95.

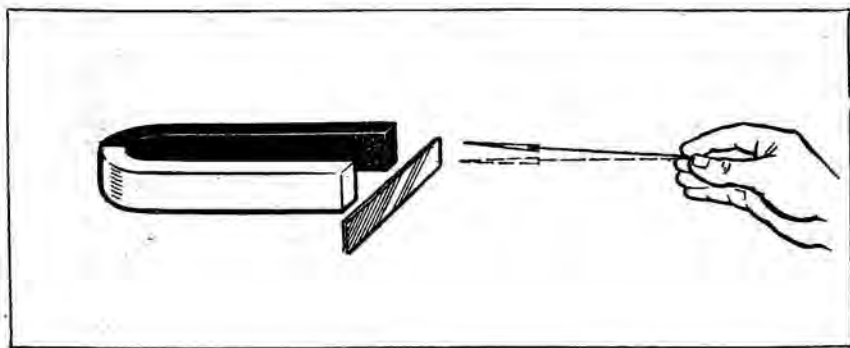


Рис. 107.

242. Полет самолета. Из бумаги вырежьте самолет длиной 5 см. Вдоль него в бумагу вставьте иголку. Перед классом на стойке повесьте карту. С обратной стороны карты отметьте главные города.

Перед опытом незаметно для учащихся за карту входит один из ассистентов ведущего с подковообразным магнитом.

Ведущий говорит, что самолет может перемещаться по карте из одного города в другой. Допустим, он будет на одном из аэродромов Москвы. С последними словами ведущий подносит самолет к Москве и отпускает его. Самолет удерживается на карте подковообразным магнитом.

Ученики называют города, и самолет «перелетает» в указанные на карте места.

Этот занимательный опыт увлекает присутствующих. В конце вечера, когда они узнают суть физического опыта, им хочется еще раз проделать его.

243. На дно колбы (бутылки), заполненной водой, упала стальная булавка. Как вынуть ее, не опрокидывая колбы и не опуская внутрь ее каких-либо предметов?

244. Легкую иголку подвесьте на короткой тонкой нити вблизи магнита так, чтобы она притягивалась к магниту, не касаясь его, и висела в воздухе. Поднесите к иголке горящую спичку. Иголлка падает. Остыв, она вновь притягивается к магниту. Объясните это явление.

245. Подковообразный магнит положите на край стола. Возьмите тонкую иглу с ниткой и положите на один из полюсов магнита. Затем осторожно тяните иглу за нить до тех пор, пока игла не соскочит с полюса. При этом наблюдается интересное явление: игла висит в воздухе (рис. 107).

В зазор между иглой и полюсом магнита в 4—5 мм внесите лист бумаги, фанерную дощечку, пластинку из латуни. В каждом случае игла остается висеть в воздухе. Но стоит внести

в зазор пластинку из железа и замкнуть полюсы магнита, как игла падает. Почему?

Если пластинку из железа вносить сбоку, не касаясь полюсов магнита, то игла отталкивается от ближайшего конца пластинки, оставаясь висеть в воздухе. Объясните это явление.

246. Подковообразный магнит своими полюсами удерживает железные предметы. Поднесите сверху второй такой же магнит (рис. 108). Почему железные предметы отпадают?

247. К подковообразному магниту поднесите якорь с крючком. На крючок подвесьте максимальный груз, который может удерживать магнит. Железной пластинкой замкните полюсы магнита выше якоря. Груз с якорем падает. Почему?

248. Подвесьте на нитях несколько иголок и подносите к полюсу магнита. Обратите внимание, что концы иголок около полюса расходятся. Почему? (Опыт следует повторить не один раз.)

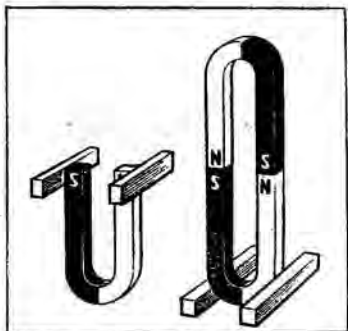


Рис. 108.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

249. Поднесите компас к нижней части железного ведра. Стрелка поворачивается к ведру южным полюсом. Перемещайте компас вокруг ведра, при этом стрелка все время направлена южным полюсом к ведру. Если переместите компас к верхней части ведра, стрелка поворачивается к нему северным полюсом¹.

Прodelайте аналогичный опыт с компасом, поднося его к нижней части ножки железной кровати, потом к верхней части

То же — с железной ручкой двери или с любым другим железным предметом, находящимся дома или в школе.

Объясните странное поведение магнитной стрелки.

250. Вариант опыта. Возьмите большую магнитную стрелку на подставке и поднесите ее к нижнему, а затем к верхнему концу штатива. Почему стрелка поворачивается к нижнему концу штатива с любой стороны южным полюсом, а к верхнему концу — северным полюсом?

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

251. Подключите обмотку любого электромагнита к гальванометру. Почему при замыкании и размыкании полюсов электро-

¹ См.: Флит Г. А., Длугач И. Я. Веселый спутник. Вологодское кн. изд-во, 1960, с. 49.

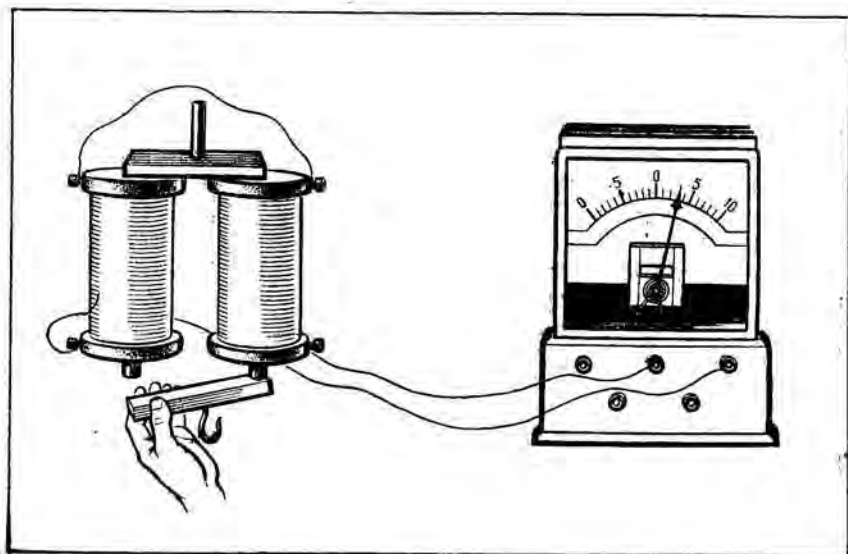


Рис. 109.

магнита якорем гальванометр отмечает возникновение тока в цепи (рис. 109)?

Примечание. Аналогичный опыт можно провести с моделью телеграфного аппарата, звонка, с катушкой на 220 в, снабженной сердечником, от универсального трансформатора.

252. Концы проводников от телефона присоедините к гальванометру. Вызовите движение мембраны около полюсов электромагнита телефона, то прижимая ее к полюсам, то отпуская. Почему гальванометр при этом обнаруживает ток?

253. Катушку от универсального трансформатора на 220 в установите на кольце штатива и подключите к гальванометру. Над ней поставьте сильный подковообразный магнит, а внутрь ее введите железный стержень длиной 25—30 см и диаметром 6—10 мм. Перемещайте стержень от одного полюса магнита к другому (рис. 110).

Почему при этом возникает ток? Где аналогичное явление используется в практике?

254. Два универсальных гальванометра соедините между собой проводниками. Если у одного из них вызвать движение стрелки, поворачивая гальванометр руками, то и у другого наблюдается отклонение стрелки. Это указывает на возникновение электрического тока в цепи. Чем это можно объяснить? (Гальванометры можно поменять местами.)

255. Возьмите универсальный трансформатор с полюсными наконечниками, которые установите на максимальном расстоя-

нии. Включите катушку в цепь переменного тока и внесите между полюсными наконечниками малую катушку от прибора Томсона, замкнув ее на лампу. Если витки катушки расположите параллельно торцовой поверхности полюсных наконечников, то лампочка горит. Если плоскости витков катушки расположите перпендикулярно плоскости торцовой поверхности, то лампочка не горит. Почему?

256. Опыт-головоломка. Возьмите проводник длиной 10 м, сложите его вдвое и сделайте катушку диаметром 4—5 см (о том, что мы имеем бифилярную обмотку, ученикам пока не говорите). Подключите концы обмотки к гальванометру и вводите внутрь ее магнит. Казалось бы, гальванометр должен отметить возникновение индукционного тока, но тока гальванометр не отмечает. Стрелка находится в покое. Как объяснить наблюдаемое явление?

Примечание. Если ученики затрудняются с ответом, надо объяснить явление.

257. Основную обмотку дроссельной катушки присоедините к гальванометру демонстрационного амперметра. Почему при внесении внутрь катушки водопроводной трубы возникает ток?

Поверните трубу с катушкой на 180° . Гальванометр обнаруживает ток¹. Почему?

Ударьте достаточно сильно молотком по концу трубы (рис. 111). Почему в момент удара возникает ток?

Переверните трубу с катушкой и вновь ударьте. Почему гальванометр отмечает в последнем случае больший ток?

Примечание. Трубу надо взять длиной 50—100 см и располагать параллельно силовым линиям магнитного поля Земли.

¹ См.: Котов А. Г. Несколько опытов по магнетизму и электромагнетизму. — «Физика в школе», 1951, № 5, с. 74.

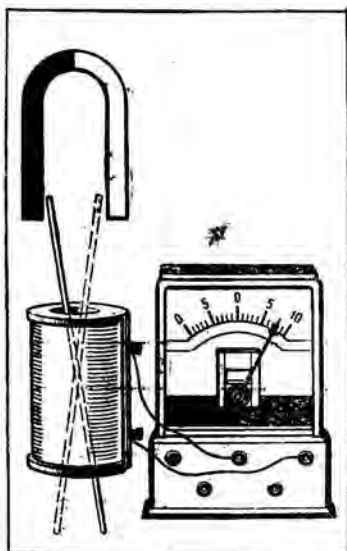


Рис. 110.

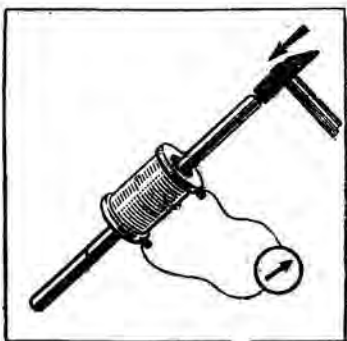


Рис. 111.

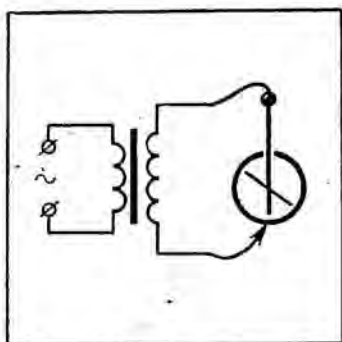


Рис. 112.

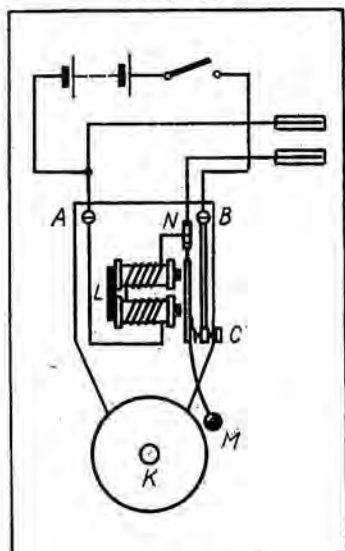


Рис. 113.

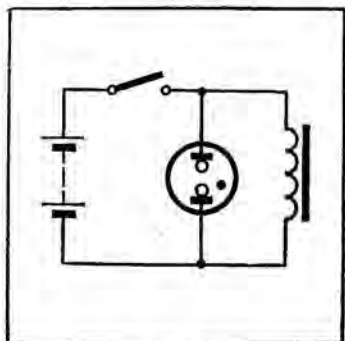


Рис. 114.

258. Изготовьте из медного провода толщиной 0,5—1,0 мм катушку в 30—50 витков диаметром 50 см и подключите ее к гальванометру демонстрационного вольтметра. Расположите катушку перпендикулярно к плоскости магнитного меридиана и к силовым линиям магнитного поля Земли. Поверните ее на пол-оборота, гальванометр отмечает ток. Поверните ее еще на пол-оборота, гальванометр отмечает ток другого направления. Почему?

Примечание. Особенно хорошо опыт получается, если к гальванометру подключить усилительную приставку.

259*. Возьмите универсальный трансформатор с катушкой на 220 в и дроссельной катушкой. Первую катушку включите в сеть переменного тока напряжением 220 в, а вторую — к электрометру (рис. 112)¹. Почему стрелка электрометра отклоняется, если первая катушка включена в сеть?

Примечание. Между концами вторичной обмотки возникает напряжение до 4000—5000 в. Во время опыта нельзя касаться руками электрометра, вторичной катушки проводников. **Опасно!**

260. Закрепите на валу микроэлектродвигателя марки ДП-4 мельничку, которую изготовьте из диска жести диаметром 70 мм. По радиусам сделайте надрезы и произведите изгиб лопаток. Проводники от микроэлектродвигателя соедините с гальванометром. Направьте на мельничку поток воздуха от вентилятора или пылесоса. При этом возникает ток. Почему?

261*. Соберите электрическую цепь из демонстрационного школь-

¹ См.: Шахмаев С. и Карапетян А. Демонстрация индуцированного электрического поля в разомкнутом контуре. — «Физика в школе», 1967, № 2, с. 40.

ного звонка, батарей щелочных аккумуляторов на 6 в, ключа и проводников, имеющих на концах металлические трубки¹.

В качестве трубок можно использовать металлические гильзы от дробового ружья. Обратите внимание на правильное соединение проводников с трубками. Они подключаются к выводам от катушек электромагнита звонка, минуя прерыватель (рис. 113).

Прикоснитесь руками к полюсам батареи аккумуляторов (при разомкнутой внешней цепи) или попросите коснуться другого товарища. При этом он не ощущает никакого тока.

Затем предложите этому же товарищу взять в руки трубки, а сами замкните электрическую цепь звонка. Ученик, ощутив удар, бросает провода.

Объясните, почему так получается.

Опыт протекает с большим интересом. Все присутствующие желают проверить опыт на себе.

262*. Соберите схему электрической цепи по рисунку 114 из катушки на 220 в от универсального трансформатора с замкнутым сердечником, батареи аккумуляторов на 6 в, ключа и неоновой лампы на 127—220 в, которую подключите параллельно катушке. При замыкании цепи лампа не горит. При размыкании цепи наблюдается вспышка неоновой лампы². Почему?

263*. Соберите электрическую цепь, состоящую из батареи элементов на 6 в, лампы накаливания и демонстрационного школьного звонка, соединенных последовательно, неоновой лампы на 120 в, присоединенной параллельно обмотке электромагнита (рис. 115).

1. Почему при замыкании цепи лампа накаливания не горит, а неоновая — горит?

2. Если проводник от клеммы В присоединить к клемме N, т. е. вы-

¹ Подобные провода с трубками имеются в наборах «Юный электроконструктор», где и описан данный опыт.

² См.: Городецкий Г. Я. Демонстрация явления самоиндукции при размыкании. — «Физика в школе», 1965, № 1, с. 76.

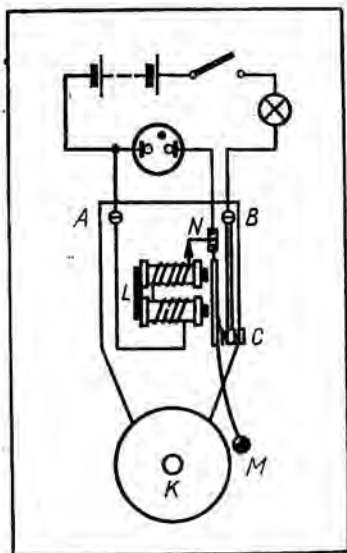


Рис. 115.

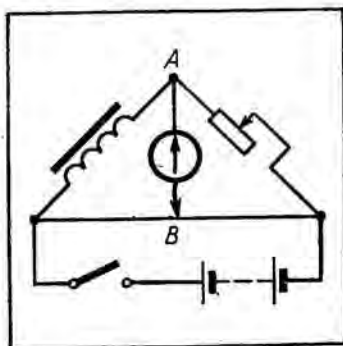


Рис. 116.

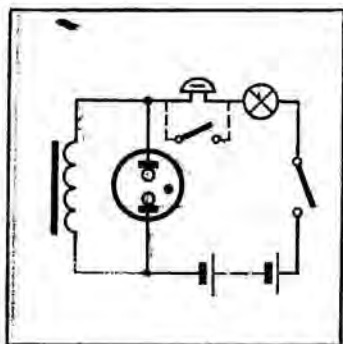


Рис. 117.

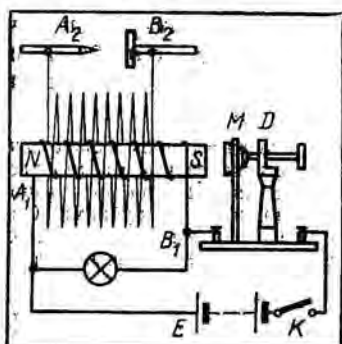


Рис. 118.

ключить прерыватель звонка, то лампа накаливания горит, а неоновая нет¹.

264*. Соберите электрическую цепь из катушки на 220 в с замкнутым сердечником от трансформатора, реостата на 50—70 ом, гальванометра, реохорда одного-двух щелочных аккумуляторов и ключа (рис. 116). Замкните цепь, перемещением ползунка реостата и скользящего контакта реохорда установите стрелку гальванометра в нулевое положение. Почему при замыкании цепи стрелка гальванометра отклоняется в одном направлении, при размыкании — в другом?

265*. Соберите электрическую цепь, состоящую из следующих приборов: электрического демонстрационного звонка, лампы накаливания на 6,3 в, катушки универсального трансформатора на 220 в с замкнутым сердечником, батареи щелочных аккумуляторов из 6—8 элементов, ключа и неоновой лампы ТН-20, которую подключите параллельно катушке (рис. 117).

Замкните цепь. При этом наблюдается горение неоновой лампы, а нить низковольтной лампы чуть накаливается.

Если выключить звонок, то лампа накаливания ярко загорается, а неоновая не горит. Почему?

266*. Можно ли нить лампы, рассчитанной на 127 в, накаливать от батареи аккумуляторов на 12 в? Если можно, то как это сделать?

Для опыта используйте катушку ИВ-100, питающуюся от батареи аккумуляторов на 12 в. Параллельно первичной обмотке катушки подключите электрическую лампу накаливания на 127 в (рис. 118).

Расстояние между электродами катушки установите максимальным. Замкните цепь, и нить лампы накаливается. Почему?

¹ См.: Шалыт С. С. Экспериментальные задачи.—«Физика в школе», 1959, № 4, с. 98.

Если взять небольшое расстояние между электродами, то нить лампочки почти не накаливается. Почему?

267. Медный провод сложите в виде плотной гармоники. Чтобы провода не расходились, их можно связать. Концы провода присоедините к гальванометру и перемещайте провод в магнитном поле подковообразного магнита перпендикулярно силовым линиям. Почему гальванометр не отмечает возникновения тока? Согласно закону индукции при перемещении проводника в магнитном поле должна возникать э. д. с. индукции. Не противоречит ли наш опыт этому закону?

ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

268. Возьмите катушку Томсона с сердечником. Включите ее в цепь переменного тока. Наденьте на сердечник сплошное металлическое кольцо. Обратите внимание учащихся, что оно висит в воздухе и нагревается. Чем объясняется наблюдаемое явление? Где используется оно в практике?

Когда кольцо сильно нагреется, передайте его учащимся, чтобы они убедились в нагреве кольца. В последнем случае опыт вызывает оживление.

269. На ту же катушку с сердечником наденьте медное кольцо. При наличии тока в катушке оно висит в воздухе. Поднесите к медному кольцу сплошное алюминиевое. Наблюдается притягивание одного кольца к другому. (Опыт повторите несколько раз.) Как объяснить это явление?

270. На ту же катушку с сердечником наденьте сплошное алюминиевое кольцо. Включите катушку в сеть. Наблюдается подбрасывание кольца над сердечником. Затем возьмите разрезанное алюминиевое кольцо и наденьте его на сердечник. При включении катушки в сеть разрезанное кольцо не подбрасывается. Как объяснить наблюдаемое явление?

271*. Два подковообразных магнита прикрепите одноименными полюсами к оси центробежной машины. Над полюсами магнита подвесьте на длинной нити алюминиевый сосуд от калориметра (рис. 119). Приведите во вращение магниты. Почему алюминиевый сосуд вращается?

272*. На оси центробежной машины укрепите один или два подковообразных магнита. Над ними подвесьте железный диск. При вращении магнита диск также приходит во вращательное движение? Чем объяснить это явление? Где оно используется?

273. Неоновую лампу на 127 или 220 в включите в сеть переменного тока соответствующего напряжения. Посмотрите на горящую неподвижную лампу в темноте. Вы увидите непрерывное свечение. Затем приведите ее во вращательное движение с радиусом 25—50 см. При движении лампы по окружности наблюдается не сплошной светящийся круг, а прерывистый. Почему?

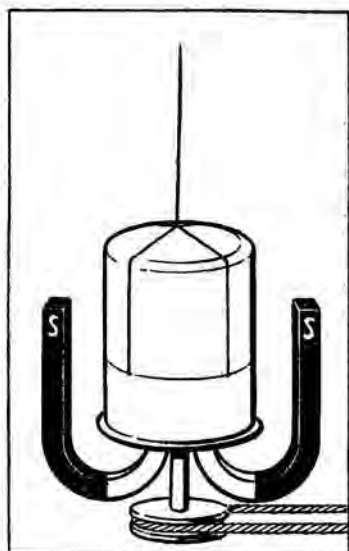


Рис. 119.

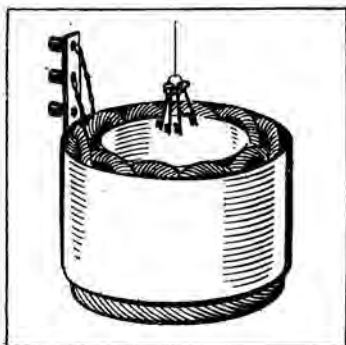


Рис. 120.

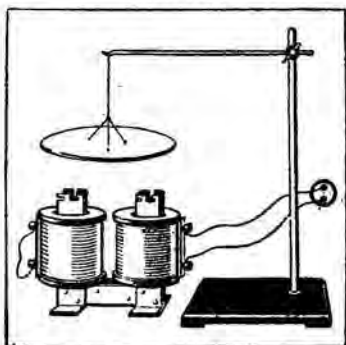


Рис. 121.

274*. Две одинаковые по напряжению и мощности лампы ($U = 220$ в, $P = 60$ вт) включите последовательно с разными конденсаторами в отдельные электрические цепи переменного тока. Почему лампы горят с разным накалом? В каком случае емкость конденсатора больше? (До получения ответа конденсаторы можно не показывать.)

Почему лампа, включенная последовательно с конденсатором меньшей емкости, горит с меньшим накалом?

275*. Электродвигатель «Пионер» включите в сеть последовательно с лампой на 3,5 в. Почему двигатель при медленном вращении ротора (тормозим его рукой) потребляет больше электроэнергии (лампочка горит с большим накалом), чем при быстром?

276. Будет ли гореть лампа при одном проводе, идущем к ней от розетки (обычно к лампе от розетки идут два провода)? Как будет гореть лампа?

277*. Как проверить, к каким клеммам на электрораспределительном щите подходит фазовый провод, а к каким — нулевой?

278*. Возьмите действующую модель электродвигателя трехфазного тока и установите статор на специальной подставке без ротора. Обмотку статора соедините треугольником и подключите ее к понижающей обмотке трехфазного трансформатора, обмотки которого соединены треугольником. Над статором по его центру подвесьте связку ключей (шарик) на нити длиной 50—60 см (рис. 120). Ключи должны быть на 10—20 мм выше сердечника статора. Включите трансформатор в сеть трехфазного тока. Почему связка ключей (шарик) приходит во вращательное движение?

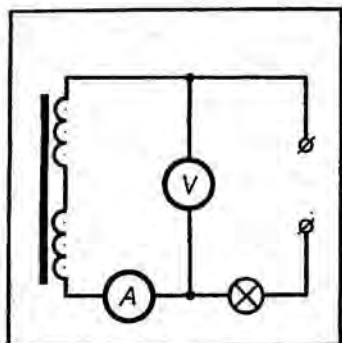


Рис. 122.

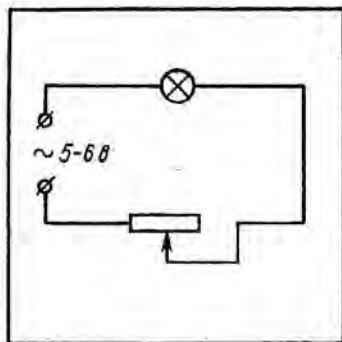


Рис. 123.

279*. Возьмите катушку из 40 витков проволоки диаметром 0,6 мм; диаметр витка 80 мм. Замкните ее на лампу в 1,0 в и подвесьте на нити внутри статора вместо ключей (рис. 120). Почему при включении тока вначале лампа ярко вспыхивает, а затем накал ее уменьшается? При этом катушка вращается?

Если катушку разомкнуть, то она не будет вращаться. Почему?

280*. Возьмите универсальный трансформатор без якоря с катушками на 220 и 12 в. Клеммы катушки на 12 в замкните медным проводом. Над катушками подвесьте диск из алюминия диаметром 20 см на нити длиной 30—50 см (рис. 121). Включите первую катушку в сеть напряжением 127 в. Диск приходит во вращение¹. Почему?

281*. Возьмите универсальный трансформатор с катушками на 120 и 220 в. В первичную обмотку трансформатора на 120 в включите последовательно электрическую лампу на 127 в мощностью 100 вт. Вторичная обмотка разомкнута, сердечник трансформатора не замкнут. Первичную обмотку включите в цепь переменного тока. Лампа горит. Затем замкните сердечник трансформатора. Накал нити лампы уменьшается. Как объяснить это явление?

282*. Соберите электрическую цепь (рис. 122): две катушки учебного трансформатора на 120 или 220 в, амперметр на 1—3 а и лампу накаливания на 100 вт соедините последовательно. Вольтметр на 250 в подключите параллельно катушкам.

Включите цепь в сеть напряжением 220 в. Обратите внимание, что лампа не горит и амперметр показывает малый ток. Вольтметр отмечает высокое напряжение.

Переверните одну из катушек и включите цепь снова в сеть. Почему в этом случае лампа горит почти полным накалом, амперметр отмечает увеличение тока, стрелка вольтметра стоит почти на нуле?

¹ См.: Билимович Б. Ф. Физические викторины. М., 1964, с. 132.

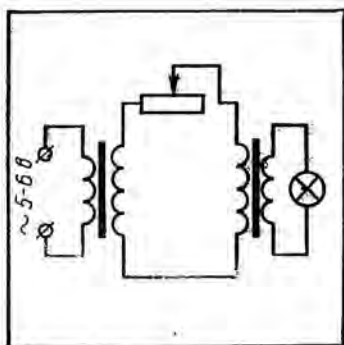


Рис. 124.

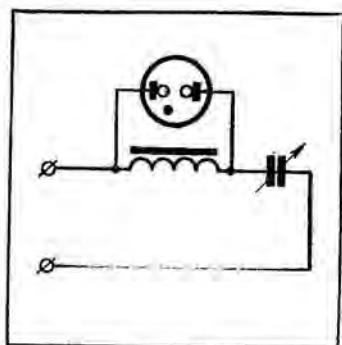


Рис. 125.

283*. Возьмите лампу на 6,3 в, реостат сопротивлением на 100 ом и составьте электрическую цепь по рисунку 123. К цепи подведите переменный ток напряжением 5—6 в от автотрансформатора кинопроектора «Украина» или от школьного регулятора напряжения (РНШ).

Вначале получите нормальный накал нити лампы. Постепенно увеличивайте сопротивление реостата, что ведет к уменьшению накала лампы. Когда сопротивление реостата будет доведено до 60—80 ом, нить лампы не светится, на что обращается внимание присутствующих.

После этого соберите электрическую цепь по рисунку 124. Для этого используйте два трансформатора на панелях. В линию высокого напряжения включите полное сопротивление реостата на 5000 ом. Переменный ток напряжением 5—6 в подведите к первичной обмотке первого трансформатора. Лампу подключите к вторичной обмотке второго трансформатора. При включении тока наблюдается почти нормальный накал лампы, хотя сопротивление высоковольтной линии измеряется тысячами ом. Таким образом, сопротивление во втором опыте больше сопротивления цепи в первом опыте в 60—80 раз.

Примечание. Опыт показывает преимущества тока высокого напряжения при передаче электрической энергии на большие расстояния.

284. Возьмите сердечник от универсального трансформатора без ярма с одной катушкой на 220 или 120 в, на сердечнике закрепите полюсные наконечники. Включите катушку в сеть соответствующего напряжения и внесите между полюсными наконечниками теплоприемник, соединенный с водяным манометром. Почему возникает разность уровней в манометре?

285*. Соберите электрическую цепь из батареи конденсаторов в 32 мкф, катушки на 120 в от универсального трансформатора с замкнутым сердечником (рис. 125). Параллельно катушке подключите неоновую лампу ТН-20. К цепи подведите переменный

ток напряжением 30 в (можно использовать автотрансформатор кинопередвижки «Украина»). Обратите внимание на то, что неоновая лампа не горит. Закоротите батарею конденсаторов. При этом к неоновой лампе будет подведено максимальное напряжение в 30 в, но она не горит.

Сместите якорь сердечника. Неоновая лампа ярко вспыхивает. Затем удалите якорь и поднимайте катушку над сердечником. Горение лампы вновь прекращается. Объясните наблюдаемое явление.

286*. Вариант демонстрации. Внесите изменения в схему предыдущей установки: вместо неоновой лампы включите вольтметр на 250 в параллельно катушке на 220 в, последовательно с ней — амперметр на 1,5—2,0 а, на входе цепи — вольтметр на 50 в. Включите цепь в сеть переменного тока и обратите внимание на показания вольтметров. Затем установите емкость в 32 мкф. Уберите якорь и приподнимите катушку на 4—6 см. При этом напряжение на катушке увеличится до 170 в, ток увеличивается в 10—15 раз, а напряжение на входе цепи будет около 30 в.

При изменении емкости или индуктивности в сторону уменьшения или увеличения напряжение на катушке и ток уменьшаются. Почему?

287*. Вариант демонстрации явления резонанса. Соберите электрическую цепь по рисунку 126. Катушку на 220 в от универсального трансформатора (на рисунке слева) включите в сеть напряжением 220 в. Колебательный контур (на рисунке справа) составьте из катушки на 120 в и катушки на 220 в с замкнутым сердечником, батареи конденсаторов на 58 мкф, лампы мощностью 60 вт и напряжением 220 в. Вначале лампа не горит. Незначительно сдвиньте якорь сердечника отдельной катушки. Появляется накал лампы. Установите емкость в 4 мкф. Накал лампы усиливается. Если далее уменьшать емкость или индуктивность контура, то накал лампы уменьшается и она гаснет. То же наблюдается при увеличении емкости или индуктивности¹. Почему?

288*. Соберите электрическую цепь по рисунку 127, которая состоит из катушки на 220 в от универсального трансформатора с замкнутым сердечником, батареи конденсаторов на 58 мкф, амперметра на 1—2 а, лампы накаливания на 220 в мощностью 100 вт. Включите цепь в сеть переменного тока напряжением 120 в. Обратите внимание, что лампа горит достаточно ярко. Затем уменьшайте индуктивность катушки, перемещая якорь сердечника. При этом лампа гаснет. Почему?

При дальнейшем уменьшении индуктивности (снимите якорь, поднимите катушку над сердечником) лампа вновь горит с прежней яркостью. Почему?

¹ См.: Шатров Д. М. Демонстрация электрического резонанса. — «Физика в школе», 1959, № 3, с. 71.

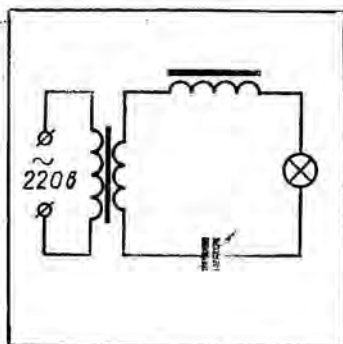


Рис. 126.

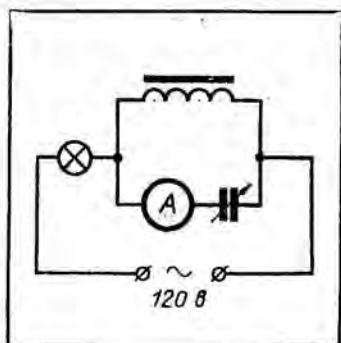


Рис. 127.

Уменьшайте емкость конденсатора до 16 мкф , при этом накал уменьшается. При дальнейшем уменьшении емкости лампа вновь горит с прежним накалом. Почему?

Установите емкость в 16 мкф , якорь сдвиньте только с одной части сердечника. При этом лампа не горит, что указывает на уменьшение тока. Но в то же время амперметр показывает увеличение тока в несколько раз. Почему?

289. Соберите электрическую цепь по рисунку 128 из демонстрационного диода, гальванометра, демонстрационного амперметра, потенциометра (реостат на 1500 ом). В качестве источника тока можно использовать кенотронный выпрямитель или ВУП (при использовании ВУП реостат не требуется). Замкните цепь и добейтесь протекания анодного тока.

Проделайте следующие опыты:

1. Поднесите к аноду диода отрицательно заряженную эбонитовую палку. Почему уменьшается анодный ток?

2. Поднесите руку к аноду (можно рукой коснуться стеклянного баллона диода). Почему уменьшается анодный ток?

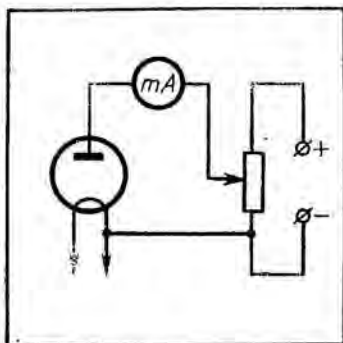


Рис. 128.

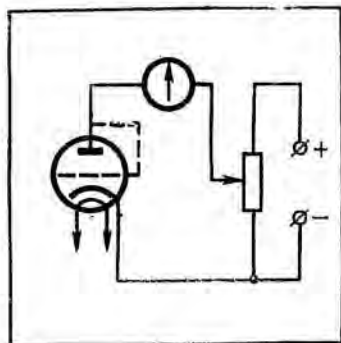


Рис. 129.

290. Соберите электрическую цепь из трехэлектродной лампы (можно использовать 6Н7С), гальванометра, потенциометра, ВУП или кенотронного выпрямителя (рис. 129). Вначале получите небольшой анодный ток, около одного деления гальванометра. Соедините проводником анод с сеткой. Почему ток резко возрастает?

Опыты с электронным осциллографом

Ряд занимательных опытов можно поставить с электронным осциллографом.

291. К зажимам Y-входа подключите микрофон и поставьте его на стол. Получите на экране осциллографа (ЭО) горизонтальную развертку луча. Ударьте молоточком по столу. На экране наблюдается всплеск возникающих колебаний. Почему?

Выполните хлопок руками перед микрофоном. На экране возникают колебания. Почему?

292. Микрофон, подключенный к ЭО, установите на одном конце демонстрационного метра. Возьмите камертон и возбуждите его на расстоянии 1 м от микрофона. На экране наблюдаются незначительные колебания. Затем поставьте камертон на второй конец метра, при этом на экране возникают большие колебания. Поднимите камертон — колебания почти исчезают. Поставьте — колебания возникают. Почему?

293. Возьмите подковообразный магнит и поднесите его сверху или сбоку корпуса ЭО (рис. 130). Наблюдается отклонение электронного луча. Почему?

Если повернуть полюсы магнита, то изменяется направление отклонения луча. Почему?

Почему не экранирует металлический корпус ЭО от магнитного поля?

294. Получите горизонтальную развертку луча ЭО. Сбоку корпуса ЭО поставьте трансформатор с замкнутым сердечником и включите его катушку в сеть. Снимите якорь трансформатора — сердечник окажется разомкнутым. На экране ЭО возникает синусоида. Замкните магнитопровод — синусоида исчезает. Повторите опыт и объясните наблюдаемое явление.

295. Возьмите сердечник без якоря от универсального трансформатора с катушкой на 220 в и включите в сеть напряжением 127 в. Получите горизонтальную развертку луча ЭО. При этом трансформатор должен находиться от ЭО на расстоянии не менее 1 м. Проводник

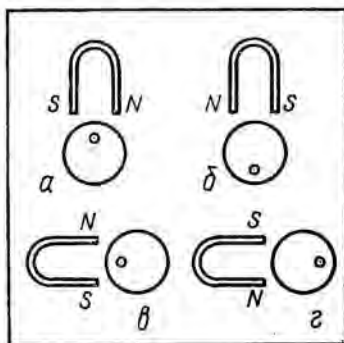


Рис. 130.

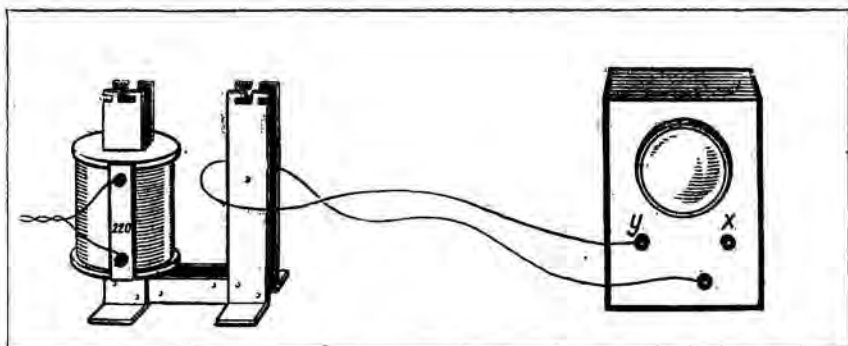


Рис. 131.

длиной 2,5—3 м подключите к зажимам *Y*-входа и наденьте на свободную часть сердечника (рис. 131). При наличии небольшого усиления на экране возникает синусоида. Почему?

Если из проводника сделаете двойную петлю и наденете на сердечник, то на экране амплитуда синусоиды удвоится. Почему?

Если сердечник трансформатора замкнете якорем, то амплитуда синусоиды возрастет (по отношению к первому опыту). Почему?

296. Возьмите две катушки от трансформатора и поставьте рядом: к одной на 220 в подведите переменный ток напряжением 6—25 в от школьного регулятора напряжения (РНШ), концы второй катушки на 120 в соедините с входом электронного осциллографа. Получите на экране ЭО появление синусоиды с малой амплитудой в 2—3 мм. Наденьте обе катушки на сердечник трансформатора, и амплитуда синусоиды резко возрастает, примерно раз в 15.

Если сердечник замкнуть ярмом, то сигнал увеличивается еще примерно в 2 раза (в общем 25—30 раз). Объясните наблюдаемое явление.

297. К катушке Румкорфа подключите батарею элементов на 6 в. Концы первичной обмотки соедините с вертикальным входом электронного осциллографа (на рисунке 132 дана схема катушки, буквами *a* указаны точки, которые надо соединить с ЭО).

Положение рукояток должно быть следующим: синхронизация «внутр.»; аттенюатор включен на 220 в; генератор развертки установлен на 30; ручкой «частота плавно» добейтесь неподвижного изображения; усиление на «X» возьмите максимальное, этим самым растягиваем осциллограмму по горизонтали.

На экране ЭО наблюдается неподвижная осциллограмма затухающих колебаний. Почему?

Опыты с трансформатором Тесла

(их следует проводить в затемненном кабинете)

298. Трансформатор Тесла подключите к катушке Румкорфа, которая питается от батарей на 10—12 в, и проведите ряд опытов по изучению свойств токов высокой частоты.

Опыт 1. Приведите прибор в действие, возьмите в руку какой-либо металлический предмет и поднесите его к шарiku вторичной катушки. Наблюдается проскакивание искры между шариком и предметом в руке. Токи высокой частоты протекают через тело человека, но человек не испытывает их действия.

В этом опыте ток не только течет через тело человека в землю, но и существует благодаря емкостному эффекту. Тело человека, как всякий проводник, обладает некоторой емкостью. Для доказательства поставьте ученика на резиновый коврик, тогда получится своеобразный конденсатор, у которого одной обкладкой служит тело человека, второй — земля, а обкладки «конденсатора» разделены диэлектриком — резиновым ковриком. Если ученик поднесет руку к шарiku вторичной катушки трансформатора Тесла, то возникает искра, что указывает на возникновение тока, хотя тело ученика изолировано от земли.

Опыт 2. Составьте электрическую цепь из учащихся и дайте им возможность убедиться, что ТВЧ не оказывает физиологического действия на человека, если генератор имеет малую мощность.

Опыт 3. Встаньте на столик, изолированный от земли. Одной рукой коснитесь шарика вторичной катушки, второй рукой держите за цоколь неоновую лампу и коснитесь вторым контактом лампы лба, щеки, носа второго ученика (рис. 133). При этом наблюдается свечение неоновой лампы. (Опыт вызывает большой интерес у учащихся. В опыте следует использовать лампу небольшой мощности.)

299. На верхний конец вторичной катушки трансформатора Тесла наденьте тонкостенный стеклянный стакан. Приведите

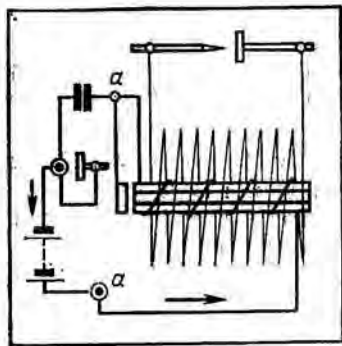


Рис. 132.

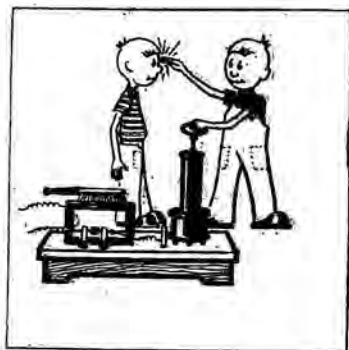


Рис. 133.

установку в действие и поднесите к стакану руку или металлический предмет, находящийся в руке. Между шариком и рукой через стакан проскакивают искры, т. е. через диэлектрик (стекло) протекает высокочастотный ток.

300. Поднесите баллон лампы дневного света ЛБ-15 сбоку параллельно плоскости пластин батареи конденсаторов трансформатора Тесла с любой стороны — наблюдается свечение баллона лампы.

Поднесите баллон лампы к вторичной катушке трансформатора Тесла — наблюдается свечение.

Если ученик возьмет в одну руку баллон лампы, а другой, держа какой-либо металлический предмет в руке, коснется верхнего конца вторичной катушки трансформатора Тесла, лампа ярко выпыхнет.

Если вторым концом баллона коснуться стола, трубы водяного отопления (водопровода), то свечение лампы усиливается. Объясните наблюдаемое явление.

Аналогичные опыты можно провести, используя трубку с неоновым газом или неоновую лампу.

Особенно красиво протекают опыты с неоновой пяточковой лампой, когда пяткой цоколя касаются верхнего конца вторичной катушки трансформатора Тесла или трубы отопления, водопровода, а другой рукой касаются катушки. Наблюдается яркое, красивое свечение газа неона во всем баллоне. На вечере следует показать опыты и с баллоном лампы дневного света, и с неоновой лампой. Ученики с удовольствием смотрят и просят повторить опыты.

301. Огни Эльма¹. Приведите в действие трансформатор Тесла, причем индукционную катушку И-100 кратковременно (1—2 мин) питайте повышенным напряжением в 20 в. В темноте над шариком вторичной катушки наблюдается электрический разряд в виде пучка фиолетового цвета. Этот разряд усиливается, если нижний конец вторичной катушки заземлить, присоединив к водопроводной трубе или трубе отопления.

Далее следует рассказать, что подобное свечение наблюдается на вершинах башен, мачт, одиноко стоящих деревьев и т. д. Это свечение получило название «Огни Эльма» в средние века, по имени церкви «святого Эльма», на башнях которой часто наблюдалось такое свечение. Огни Эльма возникают, когда напряженность электрического поля в атмосфере около острия достигает больших значений (до $3 \cdot 10^6$ в/м), что часто наблюдается перед грозой или во время грозы. По природе огни Эльма представляют собой особую форму коронного разряда с острия.

302. «Христос в огне»². Трансформатор Тесла прикрываем листом картона, расположенным вертикально, и подносим к картону кольцевую безэлектродную трубку, газ в которой светится. После этого рассказываем, что такие опыты используют в католических церквях для показа «чуда» — «Христос в огне». Для

¹ См.: БСЭ, т. 30, с. 503.

² См.: Кротова Р. Г. Научно-атеистический вечер с использованием физических опытов. — «Физика в школе», 1962, № 6, с. 66.

этого высокочастотный трансформатор устанавливают так, чтобы он не был виден молящимся. На стене вблизи трансформатора укрепляют колбы, наполненные неоном. Внутри их помещают изображение Христа. Во время службы в определенный момент включают трансформатор, газ в колбах светится. При этом создается впечатление, что изображение Христа охватывается огнем.

Опыты с генератором УВЧ

Проверку работы генератора УВЧ можно выполнять неоновой лампой, лампой дневного света, одинарным витком, замкнутым на низковольтную лампу.

На уроках не будет времени показать ученикам различные способы проверки работы генератора, а на внеклассных занятиях можно на этом остановиться, воспроизведя интересные опыты и дав им объяснение.

303. Приведите в действие генератор УВЧ.

Опыт 1. Возьмите неоновую лампу за цоколь, а пяткой касайтесь середины витка генератора. Лампа не горит. Если перемещать неоновую лампу по витку к электродам электронной лампы, то около последних лампа загорается.

Возьмите лампу дневного света и повторите те же опыты, что и с неоновой лампой. Для этого коснитесь витка генератора УВЧ одним из штырьков лампы; последняя вспыхивает, что указывает на наличие электрического поля около электродов электронной лампы.

Сопоставление опытов показывает, что лампа дневного света удобнее с точки зрения демонстрационных целей.

Опыт 2. Установите на генераторе излучающий диполь, свечение неоновой лампы (лампы дневного света) резко уменьшается или исчезает. Почему?

Опыт следует повторить несколько раз.

Опыт 3. Поднесите руку к излучающему диполю, яркость свечения увеличивается. Почему?

304. Вблизи закрытого колебательного контура генератора УВЧ поставьте резонирующий контур. Настройте его в резонанс. Лампа будет гореть. Затем выполните следующие опыты:

Опыт 1. Притроньтесь рукой к резонирующему контуру. Накал лампы уменьшается. Почему?

Опыт 2. Внесите кусок жести между контурами. Лампа резонирующего контура гаснет. Почему?

Опыт 3. Укрепите на генераторе открытый контур. Накал нити лампы резонирующего контура уменьшается. Почему?

Опыт 4. Притроньтесь рукой к открытому контуру. Почему накал нити лампы увеличивается?

Опыт 5. Приподнимите открытый контур над генератором. Почему накал нити лампы увеличивается?

Установите вблизи генератора открытый приемный контур с лампой. Настройте его в резонанс с открытым контуром генератора. Лампа горит. Затем сделайте следующие опыты:

Опыт 6. Поднесите руку к излучающему контуру генератора. Накал лампы приемного контура уменьшается. Почему?

Опыт 7. Поднесите руку к приемному контуру. Накал лампы уменьшается. Почему?

Опыт 8. Приподнимите открытый контур генератора. Накал лампы приемного контура уменьшается. Почему?

305. Установите приемный контур с гальванометром на расстоянии 5—6 м от генератора и выполните следующие опыты:

Опыт 1. Внесите между излучающим и приемным контурами лист кровельного железа со стороной 1,25 м. Почему угол отклонения стрелки гальванометра уменьшается? Почему стрелка не приходит в нулевое положение и отмечает слабый прием?

Опыт 2. Внесите между контурами доску. Почему гальванометр не отмечает изменения в приеме?

Опыт 3. Пусть в пространство между контурами войдет человек и переведет руки в горизонтальное положение, располагая их параллельно контурам. Почему угол отклонения стрелки гальванометра уменьшается?

306. Возьмите проводник в виде круглого витка, замкнутого на низковольтную лампу. Поднесите его параллельно к закрытому контуру работающего генератора. Лампа горит. Измените форму проводника, уменьшая площадь, ограниченную его контуром. Почему накал лампы уменьшается?

Опыты по оптике

Ряд интересных опытов можно провести по теме «Цвета тел».

307. Подберите отрезок разноцветной материи (причем, чем ярче и разнообразнее будут цвета, тем интереснее проходит опыт). Фитиль спиртовки посыпьте поваренной солью и зажгите, а электрический свет выключите. Пламя спиртовой лампы желтого цвета. А отрезок разноцветной материи кажется серым (степень серости в зависимости от окраски материи будет разной). Затем включите свет, и окраска материи будет переливаться всеми цветами радуги. Объясните наблюдаемое явление.

Примечание. Опыт нужно проводить в затемненном кабинете.

308. Картина в цветных лучах. На одном и том же листе бумаги выполните два рисунка разными красками: первый — светло-желтой краской, а второй — зеленой. (Перед опытом рисунки прикройте листом бумаги). Затем погасите свет, снимите лист бумаги и из проекционного фонаря направьте пучок света через зеленый светофильтр. Будет виден только первый рисунок, а за-

тем вместо зеленого светофильтра установите светло-желтый, тогда видно второй рисунок. Объясните наблюдаемое явление.

Примечание. Для успеха опыта нужно подобрать акварельные краски или тушь. Это наиболее трудоемкий процесс. Раствор красок следует брать слабый. Кроме того, нужно иметь хорошие светофильтры и использовать при освещении рисунков лампу в проекционном фонаре мощностью 100 вт.

309. Возьмите круглую колбу, заполните ее водой. Находясь на расстоянии 3—5 м от окна, перемещайте колбу перед чистым листом тетради. Колба с водой, как линза из стекла, дает изображение окна или другого предмета. Расстояние между колбой и экраном должно быть около 6—12 см.

310. Возьмите прямоугольный сосуд с водой и направьте через воду сосуда несколько (3—4) параллельных лучей света. Погрузите в воду круглодонную пустую колбу так, чтобы лучи падали на колбу. После прохождения лучей через колбу они расходятся. Почему?

311. Возьмите две стеклянные пластинки размером 60×80 мм (можно и другого размера). Слегка смажьте поверхность одной пластинки вазелином и посыпьте тальком. Тонкий прозрачный слой талька накройте второй пластинкой. Края пластинок заклейте бумагой. Посмотрите через пластинки на горящую лампу накаливания. Вы увидите вокруг лампы радужные кольца. Объясните явление.

Опыты с жидким кислородом

Поскольку в последние годы на многих заводах широко применяют жидкий кислород, то школы имеют возможность проводить с ним опыты. Для переноса кислорода с завода используют сосуды Дюара или термосы. Помните, что сосуды, в которых будете переносить или хранить жидкий кислород, нельзя плотно закрывать. Сосуд прикрывайте неплотным куском ваты, чтобы кислород мог испаряться, а пары выходить.

Опишем ряд возможных опытов с жидким кислородом.

Опыт 1. Налейте жидкого кислорода в химический стакан и покажите его цвет в лучах света от проекционного фонаря.

Опыт 2. Вылейте немного кислорода из стакана на подъемный столик. Обратите внимание учащихся на испарение жидкого кислорода. Поверхность стола подъемного столика остается сухой.

Опыт 3. Опустите конец резиновой трубки в жидкий кислород и заморозьте. Достав трубку, ударьте по ней молотком или ударьте ею по столу. Она разбивается, как хрупкое тело, на куски. Кусочки трубки передайте ученикам.

Опыт 4. Заморозьте зеленые листья, цветы, тонкие пластинки картофеля. Покажите их хрупкость после замораживания.

Опыт 5. Изогните конец резиновой трубки в виде крючка, последний закрепите проволокой и заморозьте. На резиновый крюк подвесьте груз в несколько килограммов.

Опыт 6. Приготовьте из свинцовой проволоки спираль и заморозьте. После опускания в жидкий кислород она обладает упругими свойствами.

Опыт 7. Приготовьте из свинца или резины колокольчик. Пр продемонстрируйте его звон до опускания в жидкий кислород и после.

Опыт 8. Опустите цинковую пластинку в кислород, а затем покажите ее хрупкость.

Опыт 9. Закрепите кусок парафина на проволоке и опустите в жидкий кислород. Затем подвергните парафин облучению светом электрической дуги. После этого в темноте парафин светится приятным светло-голубым цветом. Аналогичный опыт можно провести со скорлупой от яйца, с сахаром, картофелем.

Опыт 10. Приготовьте небольшую спираль из железа и включите ее в электрическую цепь. Установите небольшой ток в цепи. Опустите спираль в жидкий кислород. При этом наблюдается увеличение тока, что объясняется уменьшением сопротивления при понижении температуры спирали.

Опыт 11. Налейте немного спирта в пробирку и опустите ее в жидкий кислород для замораживания. Покажите ученикам спирт в твердом состоянии.

Опыт 12. Налейте жидкий кислород в стакан и опускайте в него тлеющую лучинку. Она загорается ярким пламенем.

Опыт 13. Возьмите слегка раскаленную железную проволоку и опускайте ее в жидкий кислород. Проволока начинает гореть.

Опыт 14. Возьмите высокий стеклянный сосуд, заполните его водой и поставьте на подъемный столик. Лейте из стакана жидкий кислород в воду. Наблюдается красивое явление: с поверхности воды вниз опускаются воздушные ракеты¹.

Опыт 15. Закрепите на проволоке кусочек угля или ваты, пропитайте жидким кислородом и подожгите.

При проведении опыта нужно быть осторожным. Жидкий кислород в термосе или стакане должен быть удален.

Опыты по автоматике

Поплавковое реле. Во многих случаях требуется поддерживать уровень воды или другой жидкости на определенной высоте. В настоящее время это выполняется автоматически с помощью прибора, который называют **поплавковым реле**. На рисунке 134 изображено «Демонстрационное поплавокное реле». Основной частью его является поплавок 1, который помещают в сосуд с жидкостью 2. Поплавок крепится на одном конце рычага 3. Второй конец рычага служит подвижным контактом. Изменение уровня

¹ См.: Карпинский Г. К. Внеклассная работа по физике, М., 1951, с. 88.

жидкости в сосуде изменяет положение поплавка. Это приводит к изменению положения рычага и его подвижного контакта. Понижение жидкости в сосуде заставляет поплавок опускаться, что вызывает перемещение подвижного контакта вверх. При определенном минимальном уровне жидкости происходит замыкание сигнальной цепи, загорается красная лампа 4, сигнализирующая о минимальном уровне жидкости. Если уровень жидкости повышается, то поплавок всплывает и вызывает перемещение подвижного контакта вниз. При определенном максимальном уровне жидкости в сосуде происходит замыкание сигнальной цепи и загорается зеленая лампа 5, сигнализирующая о наивысшем ее уровне.

При практическом использовании такой схемы поплавкового реле сигнальные лампы могут находиться за тысячи и десятки тысяч метров от места нахождения резервуара с жидкостью. По горению или отсутствию горения той или иной лампы можно судить о высоте уровня жидкости, находясь на большом расстоянии от резервуара.

Автоматическое включение двигателя поплавковым реле. Электродвигатель и реле могут быть удалены от места управления на огромные расстояния. Как проверить с места управления, работает двигатель или нет? Для этого соберите опытную установку с автоматическим включением электродвигателя при помощи поплавкового реле (рис. 135), где 1 — поплавок, 2 — контакты, 3 — электродвигатель, L_K — красная сигнальная лампочка,

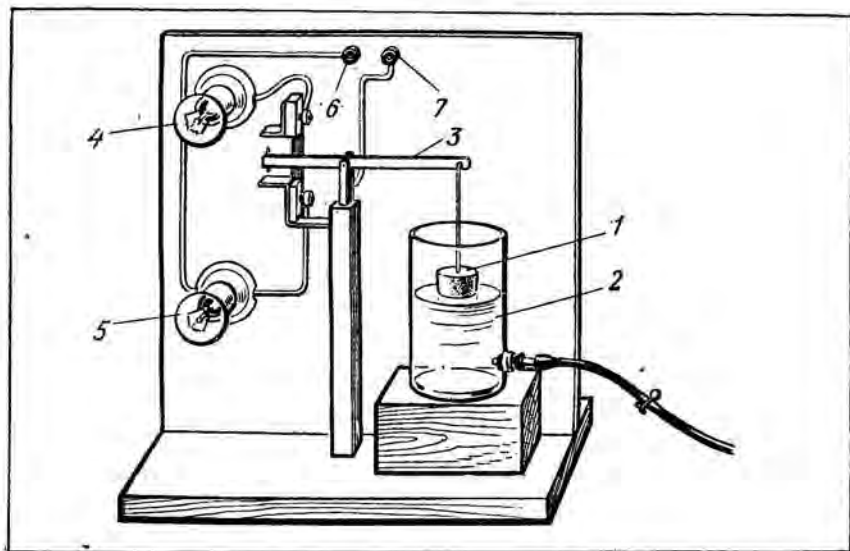


Рис. 134.

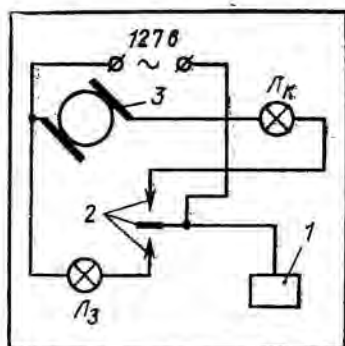


Рис. 135.

$Л_3$ — зеленая сигнальная лампочка. На одной стороне экспериментального стола установите поплавковое реле и двигатель $З$, на другой — красную электрическую лампу $Л_к$, включенную последовательно с двигателем. Пронаблюдайте автоматическое включение и выключение двигателя поплавковым реле. Горение лампы $Л_к$ указывает на работу двигателя, и наоборот. (Для двигателя «Пионер» на 127 в возьмите лампу на 3,5 в, 0,28 а.)

В производственных установках схема более сложна: красная сигнальная лампа работы электродвигателя включается не последовательно с двигателем, а имеет отдельную цепь и включается отдельным реле.

Автоматическая электроводокачка. Только что рассмотренное поплавковое реле может служить для автоматической работы электроводокачки с напорным баком (рис. 136). В прибор входят следующие основные части: 1 — электрический двигатель, 2 — центробежный насос, 4 — водонапорный бак и поплавковое реле.

Важной частью данной установки является центробежный насос, поэтому рассмотрим подробнее его устройство. Корпус 1 припаян к угловой стенке 2, изготовленной из листовой латуни толщиной 1,5 мм. В центре этой стенки припаяна трубка 5, которая будет подшипником вала рабочего колеса (рис. 137). Из этой же листовой латуни изготовлен фланец 3 и припаян по краю корпуса насоса. К этому фланцу шесть болтами 11 с гайками прикрепляется вторая стенка 4 с трубкой 9, по которой вода поступает во внутреннюю полость насоса. Сбоку к цилиндрическому корпусу насоса по касательной к нему припаяна выходная трубка 10, по которой вода поступает в бак водонапорной башни. Рабочее колесо насоса состоит из латунного диска 7, который припаян к валу 6 строго перпендикулярно. К диску и валу припаяны симметрично шесть изогнутых лопаток 8. Вал рабочего колеса насоса из стальной проволоки диаметром 7 мм должен вращаться в подшипнике свободно, но без люфта. Вставляя вал в подшипник, не забудьте надеть на него тонкую латунную шайбу и смазать его и шайбу.

При установке двигателя и насоса помните, что оси их должны быть на одной высоте. Для этого в зависимости от размеров электродвигателя применяется выравнивающая опора из дерева или металла. Вал двигателя и вал насоса соединяются гибкой муфтой из резиновой трубки длиной около 30 мм.

Модель водонапорного бака можно изготовить из большой бутылки, дно которой надо обрезать. Полученный сосуд устано-

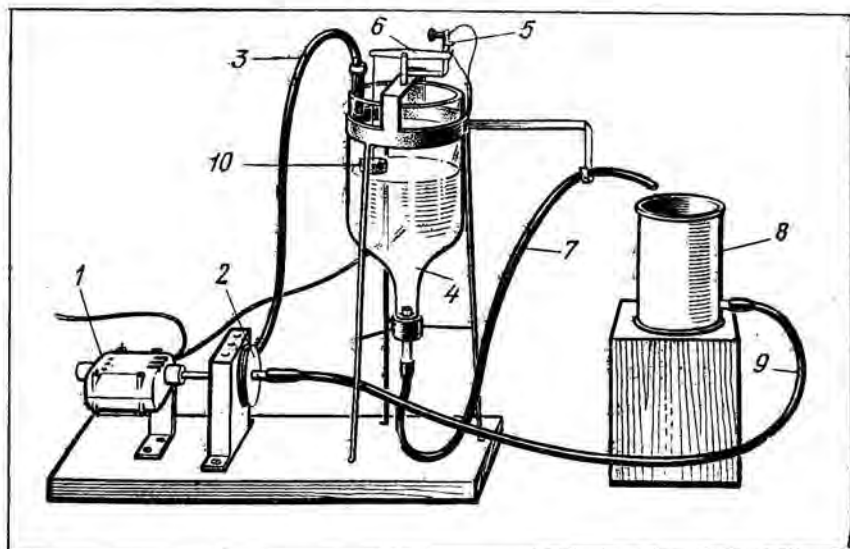


Рис. 136.

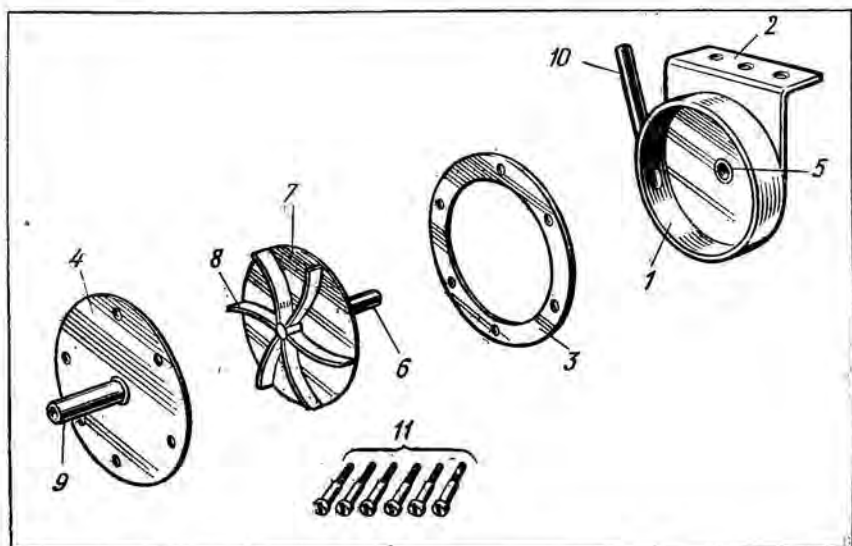


Рис. 137.

вите в тагане (рис. 136). Причем в нижней части тагана к его ножкам укрепите кольцо, в которое вставьте горлышко бутылки. Горлышко бутылки закройте резиновой пробкой с металлической трубкой. На нее наденьте резиновую трубку 7, свободный конец которой поднимите вверх и укрепите при помощи кронштейна из полоски латуни над сосудом 8, изготовленным из кровельного железа с отводным патрубком у дна.

Высоту, на которой следует укрепить конец резиновой трубки 7, подбирают опытным путем. Во всяком случае, из нее должна течь вода непрерывной струей при работе электроводокачки.

Сосуд 8 установите на подставке и соедините резиновой трубкой 9 с входной трубкой центробежного насоса. Из сосуда 8 по резиновой трубке 9 вода поступает в насос.

Следует учитывать, что насос работает тогда хорошо, когда он залит водой.

Далее на выходную трубку центробежного насоса наденьте резиновую трубку 3, свободный конец которой приподнимите и укрепите над водонапорным баком при помощи кронштейна так, чтобы вода из трубки текла вниз в бак и струю было видно при работе прибора.

На рисунке 138 дана электрическая схема прибора и устройство поплавкового реле. В электрическую цепь сети двигатель 1 включается поплавковым устройством, где 2 — контакт, 3 — рычаг, 4 — поплавок.

После сборки модели автоводокачки включите ее в сеть и наблюдайте за работой. Двигатель насоса автоматически включается в сеть при понижении уровня воды и выключается благодаря поплавковому устройству, когда воды в баке достаточно.

Опыт с терморегулятором. На использовании свойств биметаллической пластинки основано устройство и действие терморегуляторов — приборов, которые позволяют автоматически поддерживать температуру в заданных пределах.

Опытная установка с терморегулятором 1 показана на рисунке 139, а ее электрическая схема — на рисунке 140, где 2 — биметаллическая пластинка, один конец которой закреплен неподвижно, а второй под действием упругих сил свободно прижимается к контактному винту 5; 3 — сигнальная лампа, указывающая на включение или выключение нагревателя 4. При включении нагревателя происходит нагрев окружающего воздуха и биметаллической пластинки, что вызывает ее изгиб. При определенной температуре свободный конец пластинки отходит, и цепь разрывается. Нагреватель выключается, и температура окружающего воздуха понижается. Пластинка начинает изгибаться и при некоторой температуре вновь замыкает электрическую цепь. Таким образом, регулирование температуры в определенных пределах осуществляется автоматически. Подобные терморегуляторы применяются в термостатах, утюгах, инкубаторах и т. д.

Покажите терморегулятор опытной установки (рис. 139) в действии. Для ускорения процесса нагревания используйте спиртовку (поэтому в установке отсутствует нагреватель 4, указанный на схеме 140), а для ускорения процесса охлаждения пластинки опустите ее в стакан с холодной водой.

Автоматическое замыкание и размыкание цепи самодельным терморегулятором. Часто биметаллическую пластинку, являющуюся основой термического реле, изготавливают прямой и располагают вблизи нагреваемого тела. Рассмотрим прибор, показанный на рисунке 141. Он состоит из биметаллической пластинки, контактов и последовательно включенной лампы, расположенной под пластинкой.

Биметаллическую пластинку делают из двух склепанных пластинок — железной и алюминиевой, последнюю располагают внизу. Пластинку крепят на деревянном щите. На нем же укрепляют два угольника, к концам которых припаивают специальные контакты, сделанные из тугоплавкого и малоокисляющегося металла. Этими контактами и касается подвижным концом биметаллическая пластинка.

Сделайте прибор и включите его в сеть. Электрический ток протекает через пластинку и нить лампы. При горении лампы биметаллическая пластинка нагревается, изгибается и при некоторой определенной температуре отходит от контактов электрической цепи. Лампа гаснет. Пластинка постепенно охлаждается, при этом распрямляется и снова замыкает контакты. Затем она вновь нагревается, и процесс повторяется.

Пронаблюдайте периодическое размыкание и замыкание контактов электрической цепи.

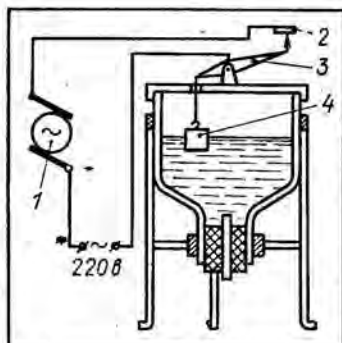


Рис. 138.

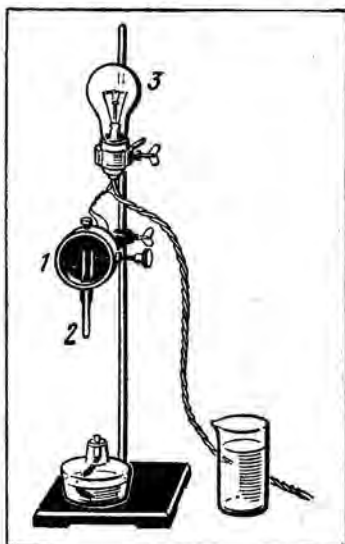


Рис. 139.

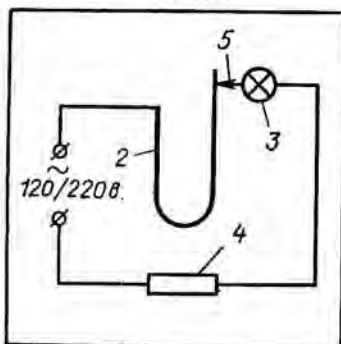


Рис. 140.

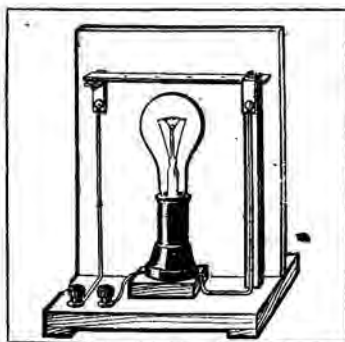


Рис. 141.

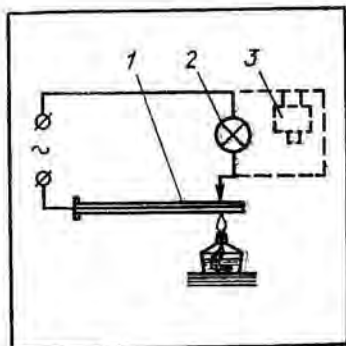


Рис. 142.

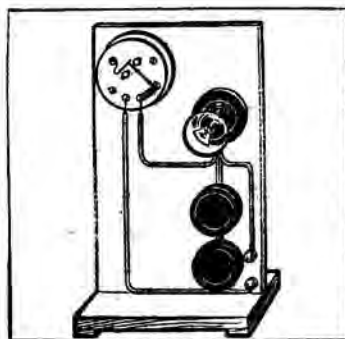


Рис. 143.

С подобным устройством мы встречаемся в электрических утюгах.

Опытная установка пожарной сигнализации. В пожарной сигнализации широко применяют различные автоматические устройства. В городах на предприятиях, складах устанавливают снаружи и внутри здания специальные приспособления, которые служат для подачи сигнала тревоги при пожаре. В простейшем случае термореле замыкает электрическую цепь и загорается сигнальная лампа «тревоги» в помещении пожарной команды.

Принцип работы такой установки пронаблюдайте на опыте. Соберите установку по рисунку 142, состоящую из биметаллической пластинки 1, сигнальной лампы 2 или звонка 3. При возникновении пожара пластинка нагревается (нагревайте ее спиртовкой или другим нагревателем), изгибается и замыкает контакты. Сигнальная лампа загорается, или звонит звонок.

Термическое реле — ограничитель тока. Термическое реле нашло широкое применение в электрических цепях для защиты электродвигателей, трансформаторов, электрической проводки от перегрузки, т. е. для защиты от перегрева.

Встречается большое количество разнообразных тепловых реле, отличающихся друг от друга по своему устройству. Однако в большинстве ограничителей тока используется биметаллическая пластинка. Нагревание последней происходит или при протекании тока непосредственно по самой пластинке, или по спирали, окружающей ее:

На рисунке 143 показано устройство прибора, демонстрирующего действие теплового реле. В приборе использовано тепловое реле — ограничитель тока на 8 а. Подобное реле

иногда встречается на щитках квартир. Оно состоит из биметаллической пластинки и контактов. Кроме реле, на приборе установлены электрическая лампа в 100 вт и две розетки, соединенные параллельно между собой и последовательно с реле.

Включите прибор в сеть напряжением 127 в. Загорается лампа. В одну из розеток прибора включите электрическую плитку (0,6 квт). Общая величина тока, протекающая через реле, оказывается в пределах 6 а. Если включите вторую такую же плитку, то общая величина тока будет порядка 11 а. Биметаллическая пластинка перегревается, изгибается и вызывает разрыв контактов. Лампа и плитки отключаются.

После разрыва цепи пластинка охлаждается и, выпрямляясь, замыкает контакты. Если лишняя нагрузка (вторая плитка) не снята, пластинка вновь перегревается и отключает цепь. Учащиеся наблюдают двукратное или трехкратное размыкание и замыкание цепи.

Подобное реле имеется в электрической цепи холодильников, стиральных машин, где оно служит для защиты двигателя от перегрева. Подобное термическое реле широко применяют в электротехнике.

Электромагнитное реле, его устройство и действие. Электромагнитное реле — прибор, в котором электромагнит замыкает или размыкает исполнительную электрическую цепь. Пользуясь демонстрационным прибором (рис. 144), ознакомьтесь с принципом его устройства.

Основной частью электромагнитного реле служит электромагнит. Над его сердечником находится якорь, представляющий собой железную пластинку. Якорь при помощи плоской стальной пружины прикреплен к железному ярму. Свободный конец якоря служит подвижным контактом, второй неподвижный контакт цепи укреплен на щите. Обмотка электромагнита (600 витков медной проволоки диаметром 0,5 мм и сопротивлением 3—4 ом) подключается к источнику тока в 2—4 в (батарея от электрофонаря). Эту электрическую цепь называют первичной или управляющей.

Кроме этой цепи, имеется вторичная цепь, которую принято называть **исполнительной**. На рисунке 144 она состоит из зажимов, к которым подключается сеть напряжением 127 или 220 в, соединительных проводников, розетки, контактов и якоря.

Исполнительную цепь подключите к сети и включите в нее электрическую лампу. При замыкании первичной цепи сердеч-

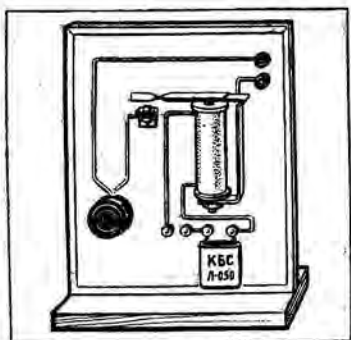


Рис. 144.

ник намагничивается и притягивает якорь. Электрическая лампа загорается.

Первое в мире электрическое реле было предложено и разработано русским ученым П. Л. Шиллингом.

Автоматический счет деталей. Электромагнитное реле нашло широкое применение в технике, особенно в автоматических линиях. В частности, этот прибор применяют для автоматического счета изготовленных на производстве деталей. В процессе производства детали движутся по конвейеру или какой-либо части станка и вызывают при этом замыкание контактов первичной цепи. Реле срабатывает, и прибор, находящийся в исполнительной цепи, регистрирует деталь.

Прибор для демонстрации этого явления может быть изготовлен так: в первичную цепь (рис. 144) включите приспособление, состоящее из разрезанного металлического желоба с упругой металлической пластинкой, выполняющей роль ключа в этой цепи. При своем движении шарики прижимают пластинку к желобу и замыкают управляющую цепь. При этом в исполнительной цепи наблюдается кратковременная вспышка лампы. По числу вспышек лампы можно судить о числе шариков. На производстве вместо лампы включается счетчик, который и производит счет деталей.

Автоматическое включение и выключение электродвигателя. Электромагнитное реле широко используется для управления электродвигателями на расстоянии. Двигатель, приводящий в действие какую-либо машину, установку, может находиться от пульта управления на расстоянии нескольких километров. Если от электродвигателя к месту управления протянуть провода, которые замыкались бы простым рубильником при пуске двигателя и размыкались при его остановке, то в этом случае в проводах, соединяющих пульт управления с двигателем, наблюдалась бы большая потеря электроэнергии. Поэтому для включения электродвигателя используют реле. Оно позволяет с помощью токов небольшой мощности управлять цепями, в которых протекают токи большой мощности.

На месте установки двигателя помещают электромагнитное реле, на пульте управления — пусковую кнопку управляющей цепи. Сигнал включения реле передают с пульта управления по линии связи (радио или проводкой). При нажатии пусковой кнопки сигнал поступает в реле. При этом замыкаются контакты исполнительной цепи, начинает работать двигатель. Выключение кнопки приводит к срабатыванию реле и остановке двигателя. Схема управления двигателем на расстоянии с простейшей управляющей цепью показана на рисунке 145.

Покажите на опыте управление двигателем на расстоянии с помощью реле. Двигатель и реле расположите на одном конце стола, кнопку и батарею из двух элементов — на другом.

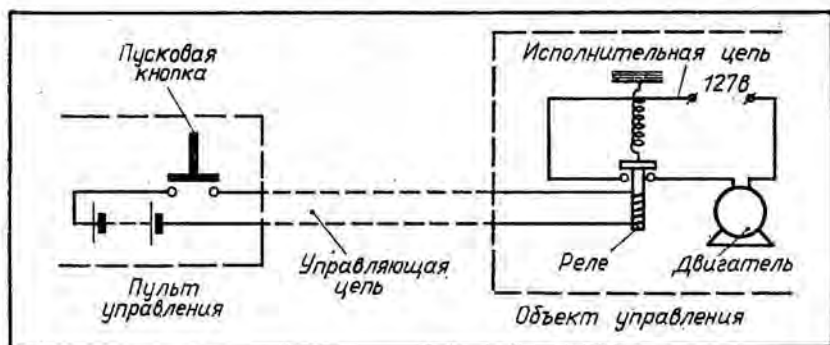


Рис. 145.

Реле можно собрать из готовых деталей набора по электромагнетизму или из набора электроконструктора. При отсутствии наборов можно использовать в качестве реле электрический звонок.

Электромагнитное реле в линиях связи. Электромагнитные реле нашли широкое применение в линиях связи: телеграфных, телефонных, радиорелейных, а также в линиях ретрансляции сигналов телевидения. Телеграфные сигналы передают на большие расстояния, измеряемые несколькими тысячами километров. При большой длине проводов сигнал, переданный из пункта отправления, придет к пункту приема ослабленным и не сможет вызвать срабатывания соответствующего механизма аппарата. Поэтому при большой длине телеграфных линий устанавливают специальные устройства через каждые 400—600 км. Эти устройства позволяют принимать слабые сигналы, усиливают их и передают дальше с большей (нужной) мощностью.

На рисунке 146 дана схема передачи телеграфных сигналов на большие расстояния. На пункте отправления ключом K замыкают цепь батареи B_1 ; при этом на промежуточной установке срабатывает реле, замыкающее цепь батареи B_2 , и сигнал большей мощности передается на приемную станцию, где он записывается на телеграфной ленте.

Соберите опытную установку по схеме рисунка 146 и убедитесь в передаче телеграфных сигналов на расстояние.

Реле обратного тока. В электрооборудовании автомобиля используется ряд электромагнитных реле. Познакомимся с устройством и действием одного из них на самодельном приборе «Реле обратного тока», который применяют на автомобиле для согласованности работы генератора и аккумуляторов.

Прибор состоит из электромагнита, имеющего две обмотки (рис. 147). Одна обмотка выполнена из небольшого числа витков медной проволоки с эмалевой изоляцией общим сопротивлением

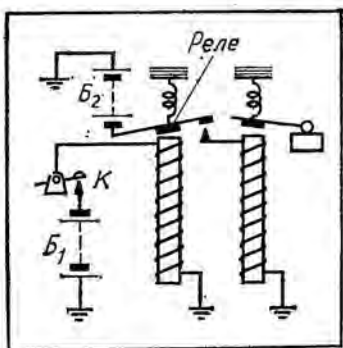


Рис. 146.

0,06 ом. Вторая обмотка состоит из большого числа витков медной проволоки сопротивлением 20 ом. Обмотки соединяются между собой последовательно, от средней точки их идет проводник к «минусовому» зажиму генератора. Верхний конец обмотки соединен с сердечником, а нижний — с «массой» (роль которой выполняет алюминиевая пластинка, расположенная внизу прибора).

Для демонстрации действия прибора в качестве батарей можно использовать два сухих элемента (или два щелочных аккумулятора), в цепь

которых надо включить универсальный гальванометр, шунтированный на 1—5 а, и лампу. Наблюдайте горение лампы и заметьте направление тока по отклонению стрелки гальванометра. Затем подключите генератор с ручным приводом (или вместо генератора 3—4 сухих элемента, или 5 щелочных аккумуляторов). Реле обратного тока срабатывает. Лампа горит, но в цепи батарей аккумуляторов наблюдается изменение направления тока: стрелка гальванометра отклоняется в другую сторону.

Автоматическая блокировка на железной дороге. Электромагнитное реле получило широкое распространение на железной дороге для автоматической блокировки, которая состоит в автоматическом управлении сигнальными сигналами светофоров.

При автоблокировке железнодорожный путь между двумя соседними станциями делят на участки длиной от 1 до 3 км, которые называют блок-участками. Каждый блок-участок электрически изолирован от смежного с ним. Два рельса пути блок-участка служат двумя проводами электрической цепи. Электрический ток, протекающий по рельсовому пути, проходит в месте стыка через стыковые прокладки. Однако для обеспечения надежной работы рельсовых цепей в местах стыка к рельсам приваривают проволоочные перемычки.

Между двумя соседними блок-участками устанавливают светофоры. Светофор имеет цветные сигнальные огни: красный свет означает, что путь занят; желтый предупреждает, что впереди свободен только один блок-участок и скорость поезда нужно снизить; зеленый показывает, что путь свободен не менее чем на двух блок-участках.

Для выяснения принципа устройства и действия автоматической блокировки рассмотрим схемы, показанные на рисунке 148, а, б, в. На рисунке даны три блок-участка, а светофор поставлен только один. Для работы светофора устанавливают два электромагнитных реле, при помощи которых осуществляется автоматическая сигнализация.

Электрический ток от аккумуляторов, подключенных к блок-участку III, протекает через обмотку верхнего реле. Якорь, притянувшись к сердечнику, замыкает электрическую цепь для тока, идущего через лампу зеленого цвета (рис. 148, а). Но ток через эту лампу будет протекать, если замкнуто нижнее реле, т. е. ток от аккумуляторов, подключенных к блок-участку II, идет только через обмотку нижнего реле. В этом случае для поезда, подошедшего к блок-участку II справа, путь свободен.

Если поезд перемещается с первого блок-участка на второй, то при этом автоматически загорится красный сигнальный свет. Для объяснения этого явления рассмотрите схему б на рисунке 148. Когда поезд находится на блок-участке II, то батарея элементов (аккумуляторов), подключенная к нему, оказывается замкнутой через колеса и оси поезда. Через обмотку нижнего реле ток уменьшается, якорь под действием пластинчатой пружины отойдет от сердечника, и замкнется электрическая цепь с красной сигнальной лампой. Красный световой сигнал указывает, что путь на блок-участке II занят. Когда поезд перемещается на блок-участок III, то красный световой сигнал сменяется желтым (рис. 148, в), так как якорь верхнего реле будет в нижнем положении, а якорь нижнего реле — в верхнем, и к источнику тока будет подключена желтая лампа.

На рисунке 149 показан прибор — макет автоблокировки, который действует согласно схемам рисунка 148. Блок-участки выполнены на основе рельсового пути от модели детской железной дороги. Поезд заменяет тележка с металлическими колесами

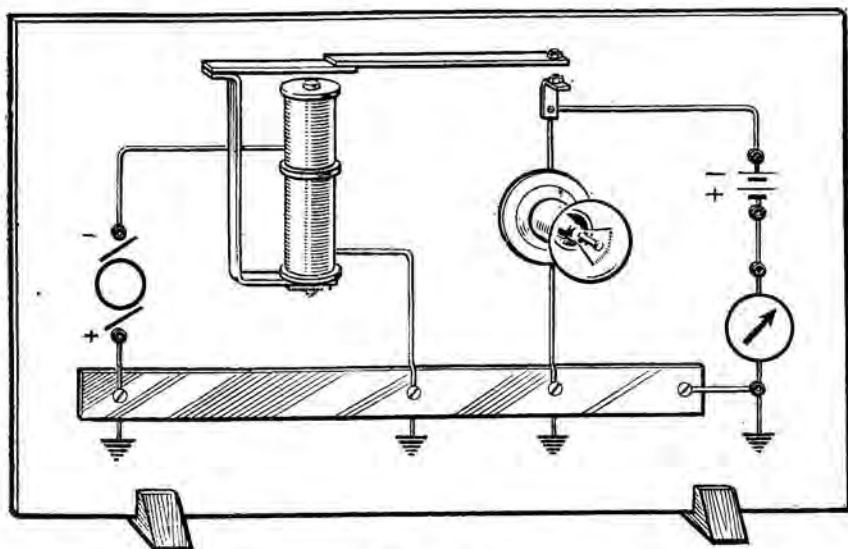


Рис. 147.

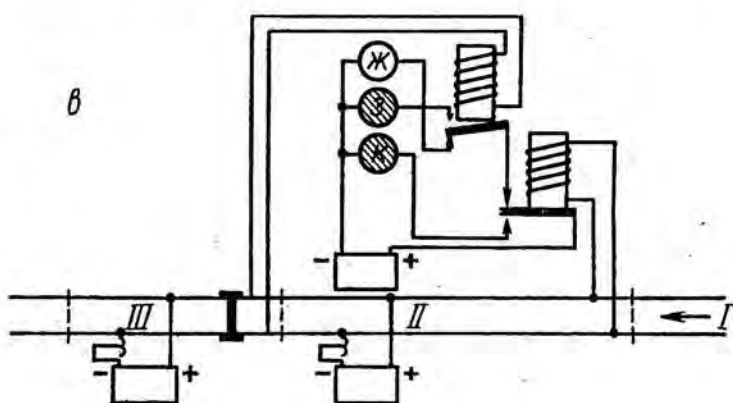
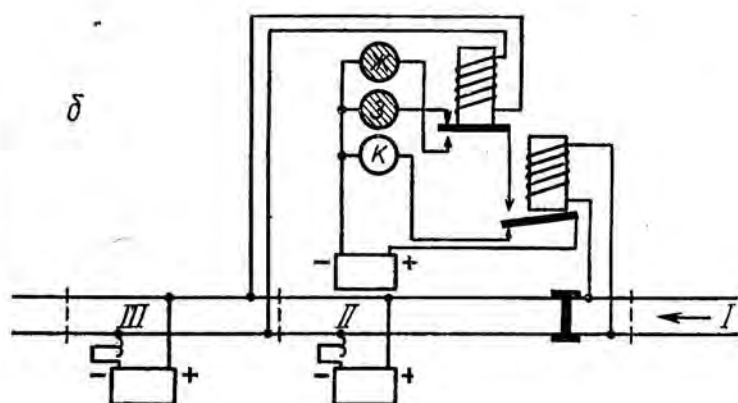
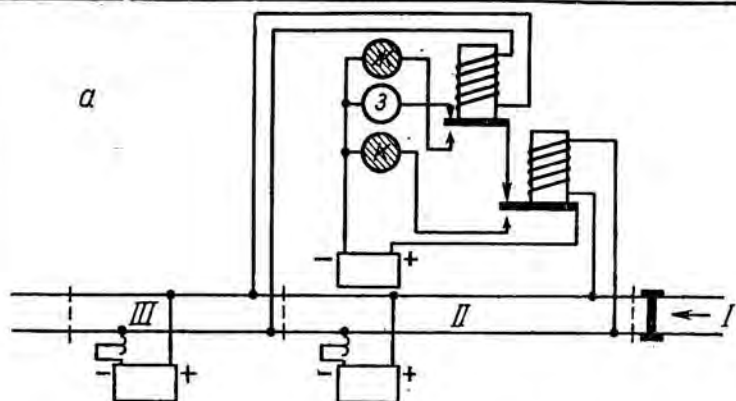


Рис. 148.

и осями. Убедитесь, что если поезд (тележка) находится перед светофором и впереди путь свободен, то горит зеленая лампа. Передвигайте тележку с участка на участок и наблюдайте переключение ламп светофора.

Примечание. Для изготовления наиболее важных частей прибора — двух электромагнитных реле можно использовать электромагнитное реле телефонного типа с сопротивлением обмотки в 3—4 ом. Схема автоблокировки, применяемая в действительности, является более сложной, чем рассмотренная выше, но основной принцип работы автоблокировки — управление сигналами светофоров движущимся поездом при помощи электромагнитных реле — соответствует демонстрационному прибору по автоблокировке.

Фотореле, его устройство и действие. Фотореле применяют для автоматического замыкания и размыкания исполнительной цепи при изменении освещенности фотоэлемента. Оно состоит из фотоэлемента ЦГ-3 (можно использовать ЦГ-4), усилительной электронной лампы 6П3, трансформатора, электромагнитного реле телефонного типа с сопротивлением обмотки 2000 ом, электролитического конденсатора в 10—20 мкф, двух сопротивлений: одного порядка 20—50 Мом, а второго 3000 ом и розетки.

Демонстрационное фотореле собирают на фанерной доске размером 600×450×6 мм. Доску окрашивают в черный цвет и на этом фоне цинковыми белилами рисуют схему фотореле (рис. 150). Монтаж фотореле выполняют по нарисованной схеме. Фотоэлемент укрепляют на пластинке из диэлектрика (эбонита) при помощи двух металлических пружинных зажимов, к которым припаивают проводники. Электромагнитное реле можно

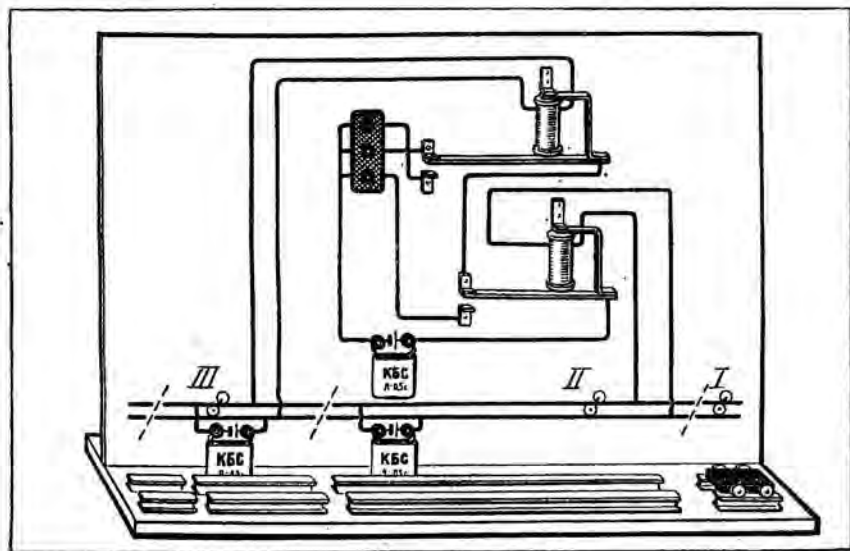


Рис. 149.

использовать с сопротивлением обмотки в пределах от 2000 до 8000 *ом*. Трансформатор служит только для понижения напряжения со 127 или 220 до 5—6 *в* (такое напряжение необходимо для питания нити накала лампы). Электрический монтаж фотореле выполняют проводом, который вставлен в хлорвиниловую трубку желтого цвета (этот цвет лучше виден на черном фоне).

Электромагнитное реле находится в анодной цепи электронной лампы. Его задача — автоматически замыкать и размыкать контакты исполнительной электрической цепи, управление которой осуществляется фотореле.

В цепи сетки находится фотозлемент, который замыкается через высокоомное сопротивление порядка 30 *Мом*, служащее для следующей цели: при освещении катода фотозлемента в его цепи возникает ток и на высокоомном сопротивлении создается падение напряжения. Хотя ток в цепи фотозлемента небольшой, падение напряжения на высокоомном сопротивлении по закону Ома будет большим. Это напряжение подается на управляющую сетку усилительной электронной лампы так, что отрицательный потенциал оказывается на сетке лампы, а положительный — на катоде. Отрицательный потенциал сетки будет препятствовать прохождению электронов в лампе. Электронная лампа, как говорят, будет «заперта» большим отрицательным потенциалом на сетке. Анодный ток будет ничтожным и недостаточным для того, чтобы электромагнитное реле притягивало свой якорь, поэтому контакты исполнительной электрической цепи будут разомкнуты.

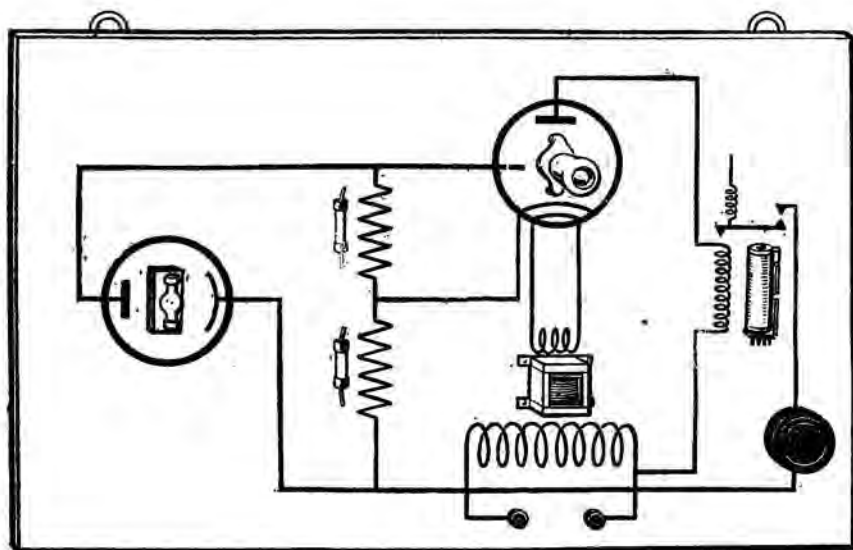


Рис. 150.

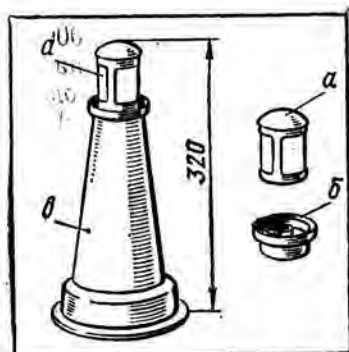


Рис. 151.

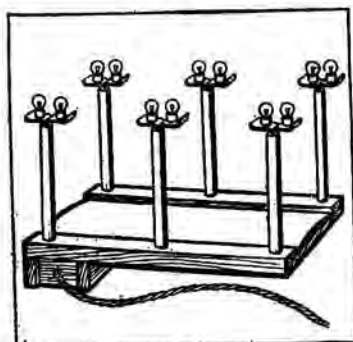


Рис. 152.

При неосвещенном фотоэлементе в его цепи тока не будет, падение напряжения на высокоомном сопротивлении будет равно 0, потенциал сетки относительно катода электронной лампы тоже равен нулю, ток через лампу возрастет и электромагнитное реле сработает.

Включите фотореле в электрическую цепь и проверьте его работу.

Автоматическое включение и выключение сигнальных ламп. Зажигание фонарей, включение электрических ламп на баках рек и каналов, сигнального света маяков можно производить с помощью фотореле, которое автоматически включает свет с наступлением темноты и выключает его утром.

Автоматическое включение и выключение сигнального света на электробаках и маяках можно наблюдать на действующей модели (рис. 151). Корпус маяка *в* сделан из листового железа, сверху укреплен патрон *б* для установки небольшого размера электрической лампы мощностью 15—25 *вт*, рассчитанной на напряжение сети. Лампа закрывается колпаком *а*.

Подключите модель маяка через розетку к фотореле, а последнее в сеть. Если осветить фотоэлемент, то маяк не будет гореть. Если его прикрыть, маяк загорится.

Автоматическое включение и выключение уличного освещения. В хозяйстве современного крупного города очень важную роль играют своевременное включение и выключение уличного освещения. Каждая минута напрасного горения тысяч уличных фонарей означает бесцельную трату огромного количества электрической энергии, а слишком позднее включение света затрудняет уличное движение и может привести к катастрофическим последствиям. Управление уличным освещением осуществляется с помощью фотореле, которое автоматически производит включение и выключение уличных фонарей.

На действующей модели (рис. 152) можно демонстрировать работу фотореле. Конструкция модели проста: на деревянной

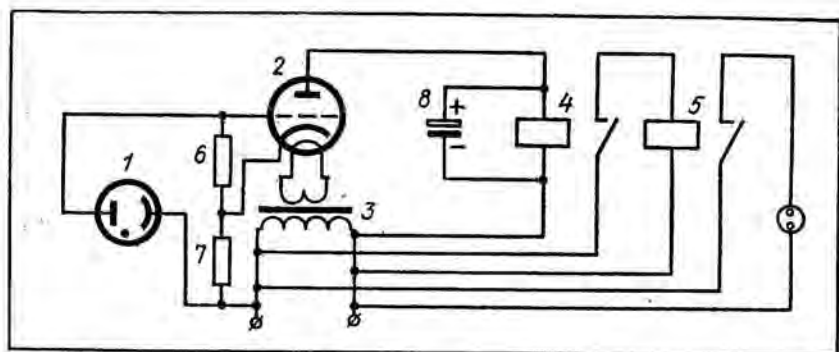


Рис. 153.

подставке, изображающей участок улицы, укреплены металлические трубки — фонарные столбы с электрическими лампами по 2,5 в. Электрические лампы соединены по две последовательно, а далее — параллельно. Внизу укреплен звонковый трансформатор, ко вторичной обмотке которого присоединяют лампы. Лампы на модели уличного освещения гореть не будут, если подключить модель к фотореле и осветить фотоэлемент. Если прикрыть фотоэлемент, то лампы на модели загораются.

Фотореле закрытого типа. С помощью демонстрационного фотореле можно включить электрические приборы с небольшой мощностью (до 25—30 вт).

Для включения электрических приборов, требующих большой мощности, собирают более сложную схему фотореле. Усложнение схемы связано с использованием вместо одного—двух электромагнитных реле, причем второе (рабочее) реле может работать на токах до 5 а.

На рисунке 153 дана схема фотореле закрытого типа. Она состоит из 1 — фотоэлемента ЦГ-3, 2 — электронной усилительной лампы 6ПЗС, 3 — трансформатора, 4 и 5 — двух электромагнитных реле, 8 — блокировочного конденсатора и двух сопротивлений: 6 — высокоомного 20—50 Мом и 7 — порядка 3000 ом. Одно электромагнитное реле — 4 телефонного типа с сопротивлением обмотки 2000 ом — включают в анодную цепь электронной лампы, а второе электромагнитное реле — 5 типа МКУ-48 или РПУ-1 — включают в исполнительную цепь первого реле.

Примечание. Поскольку электромагнитных реле очень много, то при их подборе нужно обращать внимание на сопротивление (которое обычно написано на приборе), допустимый ток и напряжение, указанные в паспорте.

Все детали фотореле укрепляют на шасси. Между электронной усилительной лампой и фотоэлементом установлено телефонное реле. Это необходимо для уменьшения нагревания светочувствительного слоя фотоэлемента.

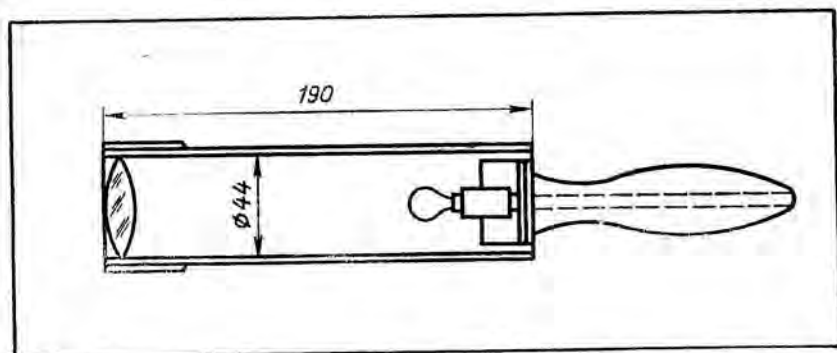


Рис. 154.

Для фотореле изготавливают деревянный футляр, заднюю стенку которого прикрепляют к шасси, а на передней делают отверстие диаметром 30 мм для прохождения света к фотоэлементу. К отверстию прикрепляют трубку для ограждения фотоэлемента от действия света посторонних источников.

К фотореле закрытого типа изготовлен осветитель, его устройство в разрезе показано на рисунке 154. Корпус осветителя делают из трубки, в передней части которой закрепляют линзу, позволяющую фокусировать лучи света лампы на фотоэлементе, а в задней части — патрон с автомобильной лампой на 6—12 в. Патрон с лампой в корпусе осветителя может перемещаться.

Применение фотореле в промышленности. Предварительно следует отметить, что советский инженер В. С. Вихман почти три десятка лет назад сконструировал токарный станок-автомат, который с помощью фотоэлемента обрабатывал детали по чертежу без участия человека. А в настоящее время уже большое количество станков-автоматов, снабженных фотореле, с огромной точностью вытачивают различные детали машин.

Аналогично действуют приборы, используемые в технике безопасности. Например, пресс, штампующий сложные и большие детали, при неосторожном движении рабочего, поместившего руку в опасное место, автоматически останавливается, так как рука закрывает луч света и заставляет срабатывать реле, останавливающее двигатель.

Включите фотореле и осветитель в электрическую сеть. Направьте луч света через трубку на фотоэлемент. При всяком прерывании луча фотореле срабатывает. Подключите к нему электродвигатель (вентилятор) и, прерывая луч света, покажите автоматическое включение и выключение двигателя.

Автоматический счет деталей. Для счета деталей, движущихся на конвейере, используют фотореле. Осветитель и фотореле помещают с двух сторон конвейерной ленты. К фотореле подключают электромагнитный счетчик. Изделие, двигаясь вместе

с конвейерной лентой, пересекает луч света. При этом срабатывает фотореле и электромагнитный счетчик получает импульс тока, благодаря чему его колесо поворачивается на одно деление.

Для демонстрации автоматического счета деталей при помощи фотореле изготовлена действующая модель электромагнитного счетчика (рис. 155).

Подключите его к фотореле и проходите или проводите рукой между осветителем и фотореле, прерывая луч света. Счетчик будет считать число прерываний света.

Вид счетчика сзади дан на рисунке 156. Обмотка электромагнита выполнена из 6000 витков медной проволоки диаметром 0,15 мм, общим сопротивлением 400 ом. Сердечник на нижнем конце имеет винтовую нарезку, благодаря которой он при помощи гайки прикрепляется к подставке счетчика. Якорь 6 изготовлен из полоски железа толщиной 2—2,5 мм. С одного конца к якорю припаяна проволока, служащая для него осью. На нее надета пружина 7, которая приподнимает якорь после выключения тока. На втором конце якоря укреплена собачка 2.

Храповик 4 изготавливают следующим образом. На плотной бумаге циркулем проводят концентрические окружности радиусом 28 и 30 мм. Окружности делят на 24 части, проводят радиусы и вычерчивают зубцы. Затем нарисованный храповик вырезают ножницами, наклеивают на алюминиевую пластинку толщиной 2 мм и напильником выпиливают зубья. В центре

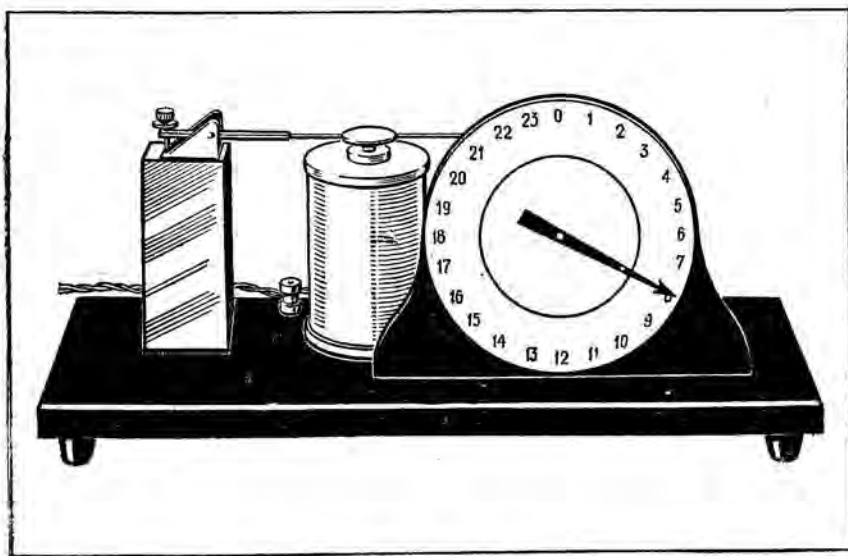


Рис. 155.

храповика просверливают отверстие, в которое вставляют ось. Храповик закрепляют на оси шпонкой или припаивают. Стойку 1 под ось храповика делают из листового железа или латуни. Ее укрепляют шурупами на подставке счетчика. Ось храповика вставляют в отверстия стойки и закрепляют шпильками. Из фанеры вырезают циферблат 3 и укрепляют на подставке угольником 5. Стрелку циферблата припаивают к небольшой трубе из жести, а последнюю плотно надевают на ось храповика.

Большое преимущество такого автоматического счета заключается в том, что сам счетчик деталей можно удалить от рабочего места и установить на контрольном щите. Подобные счетчики могут применяться для определения числа посетителей музеев, выставок, метро и т. д. На этом же принципе основана автоматическая сортировка деталей по цвету и форме, автоматический контроль размеров и качества деталей.

Электрический «сторож». Если инфракрасный луч направить так, чтобы он путем многократного отражения от зеркальных систем попал в итоге в фотореле, то создается своеобразный невидимый «забор» и подобное устройство служит для целей охраны помещений.

Индикатором нарушения этого невидимого «забора» может быть или световой сигнал, получаемый в специальном помещении охраны, или звуковой сигнал (сирена, звонок).

Для опыта используйте электрический звонок, который подключите к фотореле. Для получения инфракрасных лучей освеще-

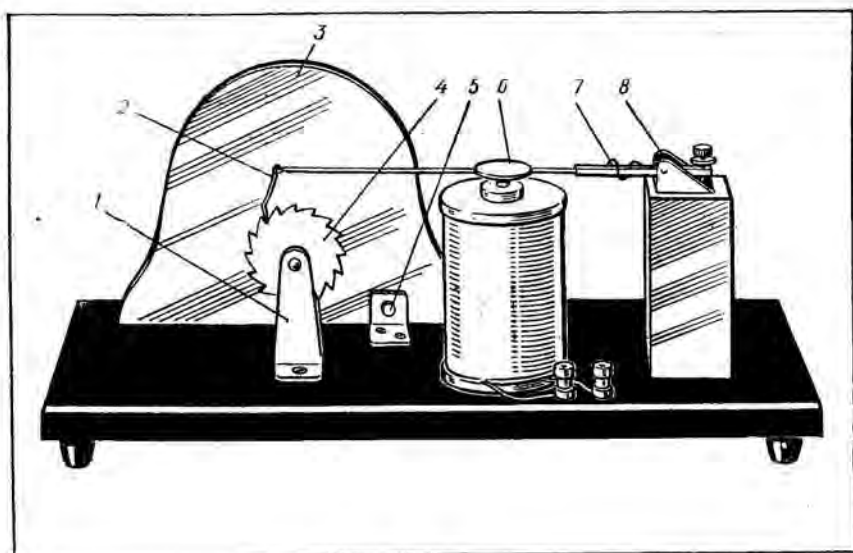


Рис. 156.

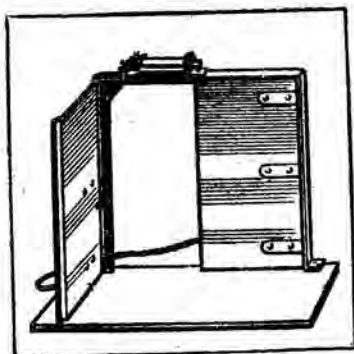


Рис. 157.

титель прикройте специальным светофильтром. Теперь при всяком прерывании видимого или невидимого света звонит звонок.

Фотореле, автоматически открывающее двери. В угольной промышленности в горизонтальных горных выработках — штреках — для регулировки потока свежего воздуха, поступающего от вентиляторов, устанавливают на некотором расстоянии друг от друга плотно закрывающиеся двери (в штреках их сотни). Но по штрекам движутся электровагоны с вагонетками, перед которыми необ-

ходимо своевременно открывать и закрывать эти двери, что выполняется с помощью фотореле.

Фотоэлемент устанавливают над дверью и закрывают решеткой из черных металлических пластинок, ограждающей фотоэлемент от действия посторонних источников света (электрических ламп шахтеров). На электровагоны устанавливают специальную фару, дающую яркий пучок параллельных световых лучей. Лучи света проникают сквозь решетку и воздействуют на фотоэлемент. В фотоэлементе возникает электрический ток, который усиливается и приводит в действие реле. Реле включает двигатели, открывающие двери; после прохождения поезда дверь автоматически закрывается.

Автоматическое открывание дверей можно наблюдать на действующей модели (рис. 157).

Модель ворот изготовлена из листового железа. На перекладине ворот укреплено электромагнитное реле. К якорю реле припаян стержень, который удерживает створки ворот после их закрытия.

Фотореле и осветитель помещают по разным сторонам модели дверей, так что луч света, попадающий на фотоэлемент от осветителя, перекрывает вход в дверь. Ворота подключают к фотореле. Всякое прерывание луча света заставляет срабатывать фотореле. При этом замыкается электрическая цепь, в которой находится электромагнитное реле ворот. Якорь реле притягивается, стержень, удерживающий створки ворот, при-

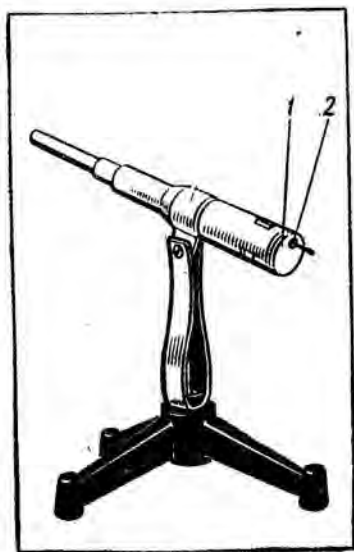


Рис. 158.

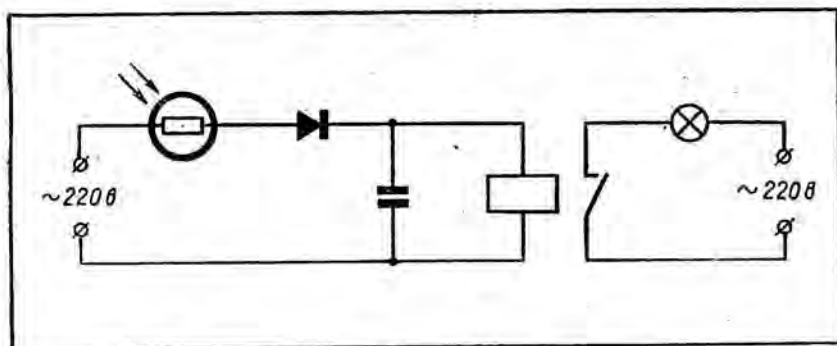


Рис. 159.

поднимается, и створки под действием пружин автоматически открываются.

Опыт с воротами протекает очень интересно, если использовать заводной игрушечный автомобиль. Автомобиль, двигаясь, прерывает луч света, открываются ворота, и он въезжает в них.

Пушка, стреляющая при помощи фотореле. Ствол модели пушки выточен, причем в задней (казенной) части внутренний диаметр сделан несколько больше, чем в передней. В заднюю (казенную) часть ствола плотно вставляют своеобразный замок (рис. 158, 1) с рожками на внутреннем конце. Рожки представляют собой две проволоки, из которых одну припаивают к телу замка, а вторую пропускают через эбонитовую втулку (рис. 158, 2). Перед демонстрацией рожки соединяют тонкой никелиновой проволокой. Концы проводника, по которым подводится электрический ток, прикрепляют к замку. Один конец припаивают к телу замка, второй — к проволоке, проходящей через эбонитовую втулку.

По бокам замка имеются два выступа. Благодаря этим выступам, которые входят вначале в продольные разрезы ствола, а затем при повороте в боковые разрезы, замок удерживается в стволе при выстреле.

Для зарядки пушки замок вынимают и со стороны задней части ствола вставляют небольшой кусочек измятой газетной бумаги, который служит в качестве пыжа. Пыж должен быть очень слабым. Затем всыпают небольшой заряд предварительно измельченного в порошок пороха. Замок вставляют. Пушку подключают к фотореле, которое при определенных условиях замыкает цепь. Никелиновая проволока нагревается и сгорает, порох вспыхивает, и происходит выстрел.

Фотореле на фотосопротивлении. Для его сборки возьмите фотосопротивление ФС-К1, электромагнитное реле типа РПУ-1 или МКУ-48 с сопротивлением обмотки 1000—2000 ом и более,

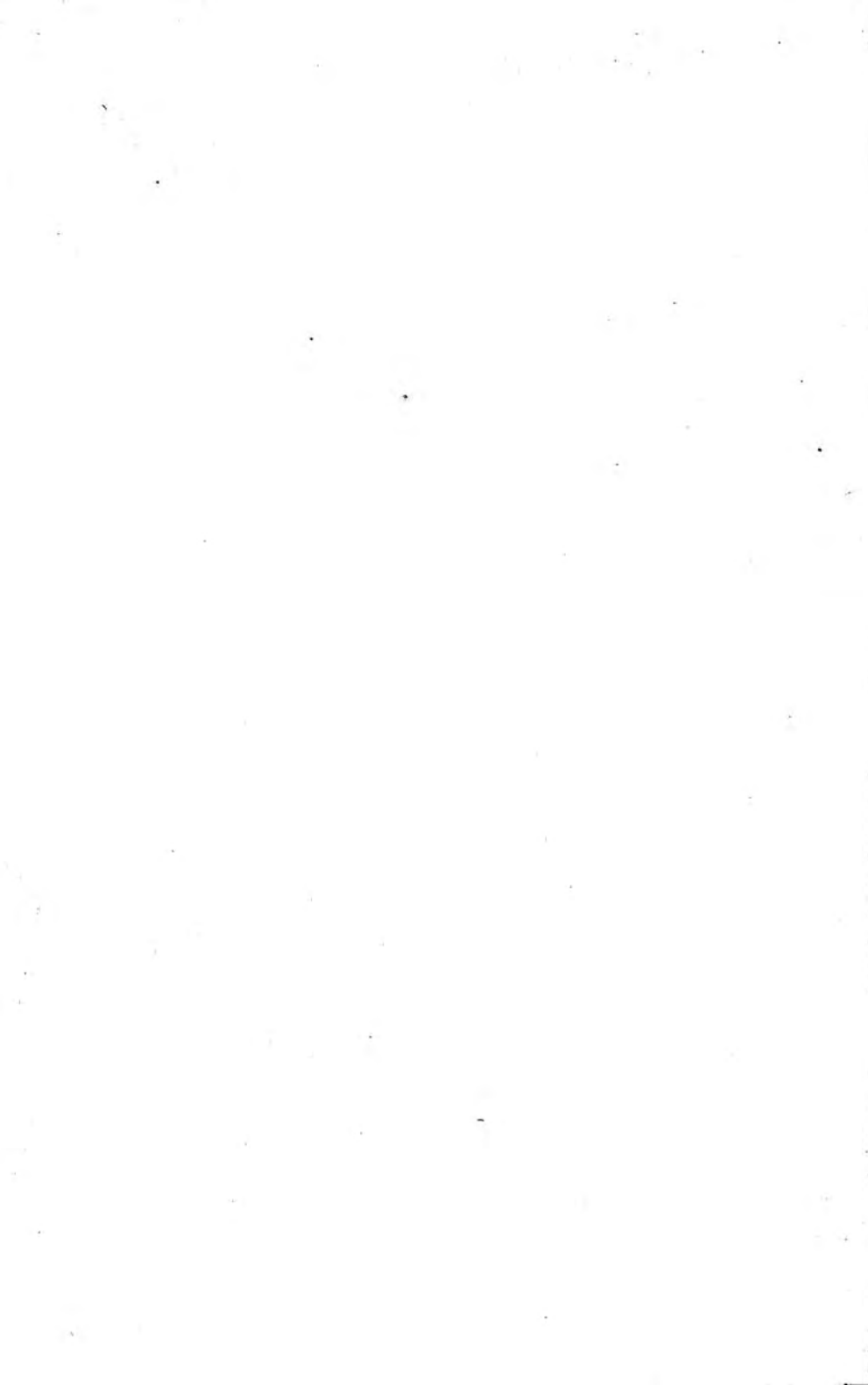
диод Д7Ж, конденсатор на 6 мкф и лампу. Соберите приборы по схеме (рис. 159).

Включите фотореле в сеть и освещайте фотосопротивление. При освещении последнего сопротивление уменьшается, а ток увеличивается. При некотором токе электромагнитное реле срабатывает, лампа загорается или гаснет в зависимости от того, к каким клеммам она подключена.

Подключите к контактам реле вместо лампочки звонок, двигатель и т. п. и наблюдайте работу реле.

Обратите внимание на значение конденсатора в цепи. Он подключен параллельно обмотке реле, и его якорь не вибрирует, реле срабатывает. Если его отключить, то якорь реле вибрирует, лампа не загорается.

ВИКТОРИНЫ



ПОЯСНЕНИЯ К ВИКТОРИНАМ

Об изготовлении и использовании викторин написано на стр. 6—7. Викторины № 1 и 3 предназначены для VI класса, а № 2, 4, 5 — для VII класса. Остальные викторины — повышенной трудности, их можно использовать на внеклассных занятиях или в старших классах.

Викторины № 6, 9, 11, 12, 13 взяты из журнала «Техника — молодежи» (1950 г., № 1, 2, 3, 5, 6), в некоторые из них внесены небольшие изменения. Остальные разработаны автором. При организации викторин в школе можно воспользоваться заголовком «Знаешь ли ты физику?», как это сделано у викторин № 2 и 6.

По каждой викторине в книге даются пояснения.

ВИКТОРИНА № 3

На рисунках викторины показаны опыты, приборы, явления. Дайте объяснение каждому рисунку, обосновывая свои ответы физическими законами и явлениями.

ВИКТОРИНА № 4

В одних случаях рассматриваемое физическое явление полезно и его стремятся усилить; в других — оно вредно и его проявление пытаются ослабить. Поясните, с какими физическими явлениями вы встречаетесь, рассматривая рисунки; в каких случаях явления полезны, а в каких — вредны.

ВИКТОРИНА № 5

Расскажите, что изображено на каждом рисунке, какое физическое явление используется или находит проявление, какое действие оно оказывает.

ВИКТОРИНА № 6

ЗНАЕШЬ ЛИ ТЫ ФИЗИКУ?

Изучая физику, законы, управляющие различными физическими явлениями и процессами, мы часто сталкиваемся с постоянными величинами и коэффициентами, входящими в формулы, уравнения и т. п. Здесь вы видите некоторые из этих постоянных величин и коэффициентов и рисунки, изображающие различные физические явления. Укажите, какой физический смысл скрыт в каждом из изображенных чисел и какой рисунок иллюстрирует то или иное число.

ВИКТОРИНА № 7

Определите, какой физический смысл скрыт в каждом из изображенных чисел и какой рисунок иллюстрирует то или иное число.

ВИКТОРИНА № 8

В электротехнике и физике находят применение токи разных напряжений. На рисунках изображены электроприборы и указаны напряжения.

Приведите в соответствие рисунки и числа.

ВИКТОРИНА № 9

На рисунках показан ряд физических явлений. Каждому соответствует своя расчетная формула. Укажите для каждого рисунка формулу, позволяющую рассчитать изображенное на нем действие.

ВИКТОРИНА № 10

Каждый закон, каждое свойство тела широко используется в технике как основа действия различных механизмов и устройств.

Но нередко бывает и так, что инженерам приходится искать пути, позволяющие ослабить те или иные физические свойства, когда они являются побочными и вредными.

Здесь приведено шестнадцать рисунков. На восьми из них изображены конструкции, полезно использующие какое-либо физическое свойство. Каждому соответствует рисунок из другой восьмерки, на котором изображена конструкция, предназначенная для ослабления действия того же самого свойства.

Найдите пары родственных рисунков и соответствующую формулу.

ВИКТОРИНА № 11

Укажите для каждого рисунка свою расчетную формулу.

ВИКТОРИНА № 12

Слева на всех рисунках изображены различные устройства, установки и приборы в их первоначальном состоянии. Догадайтесь, в результате каких переключений и воздействий или внедрения дополнительных частей в них возникли явления, изображенные на рисунках справа.

Для превращения одного вида энергии в другой создано множество различных устройств, машин, приборов, применяемых в промышленности и быту. Некоторые превращения энергии не имеют практического применения, но известны пути, позволяющие их осуществить хотя бы в виде опытов. На рисунках изображены устройства, машины, приборы для превращения энергии и сущность некоторых опытов, служащих этой же цели.

Найдите место каждому рисунку в клетках таблицы, расположенной в центре вклейки, учитывая, что буквы таблицы означают следующее: М — механическая энергия, В — внутренняя энергия, Э — электрическая энергия, Х — химическая энергия, Л — лучистая энергия.

ПОЯСНЕНИЯ К ОПЫТАМ

1. Наблюдается расширение воздуха при нагревании.
2. Подъем воды в трубке объясняется тем, что воздух в колбе нагревается от рук и расширяется, а давление его увеличивается.

4. Уменьшение уровня жидкости в трубке объясняется тем, что вначале нагревается колба и объем ее увеличивается.

5. В стакане воздух был нагрет. После охлаждения воздух сжался, занимаемый им объем уменьшился. Вода под действием атмосферного давления поднялась.

6. Надо зажечь бумагу, положив ее на маленький поплавочек из пробки, пламя накрыть стаканом. Воздух в нем нагреется, расширится, и часть его выйдет. Оставшийся в стакане воздух через некоторое время охладится и сожмется. Вода войдет в стакан, освобождая монету.

7. Это объясняется упругостью воздуха.

8. Опыт объясняется третьим законом Ньютона.

9. Лопасти вентилятора толкают воздух в одном направлении, а тележка с вентилятором перемещается в другом, что соответствует третьему закону Ньютона.

11. При выходе пары эфира взаимодействуют с загнутыми концами трубок по третьему закону Ньютона. Пары приобретают движение в одном направлении, а трубки вместе с пробиркой — в противоположном.

14. Удар молотка приходится по телу, обладающему достаточно большой массой. Изменение количества движения этого тела незначительно. Отсюда передача действия молотка на стакан незначительна.

В кузнице — наковальня, нижний боек с шаботом у пневматических и паровых молотов.

15. При резком выбивании картонного кольца из-под монеты время взаимодействия указанных тел мало, поэтому небольшая по величине сила трения, действующая на монету, не может сообщить последней скорость в горизонтальном направлении.

Практически монета сохраняет состояние покоя по инерции, но при удалении опоры падает в бутылку.

16, 17, 18. См. предыдущий ответ.

19. При медленном перемещении время взаимодействия между полотенцем и стулом достаточно, чтобы сила трения сообщила стулу некоторую скорость. При выдергивании полотенца рывком время взаимодействия мало. Импульс силы, действующей на стул, мал, следовательно, мало изменение количества движения стула. Практически скорость стула остается равной нулю. Он по инерции сохраняет состояние покоя.

20. См. предыдущий ответ.

21. Ногтем пальца вызывают движение скатерти рывками в направлении на себя. Скатерть движется вместе с монетой, затем срывается с ногтя и рывком перемещается обратно, а монета вследствие инерции остается. Этот процесс периодически повторяют до тех пор, пока монета не выйдет из-под стакана.

22. При вращении частицы диска (цепочки, стержня) вследствие инерции удаляются от оси вращения. При горизонтальном расположении диска большее число частиц удалено на большее расстояние от оси вращения, чем при вертикальном.

23. Холодный, более плотный, воздух удаляется от оси вращения, а теплый, менее плотный, приближается, чем и объясняется отклонение пламени.

24. На каждый из дисков действуют две силы: сила тяжести и сила сопротивления воздуха. В начале движения равнодействующая этих сил, направленная вниз, больше для металлического диска, поэтому он будет двигаться с большим ускорением. Но с увеличением скорости сила сопротивления воздуха увеличивается и становится равной силе тяжести. В итоге оба диска будут двигаться равномерно, но металлический диск — с большей скоростью.

Во втором случае сопротивление воздуха преодолевает только металлический диск, а сила тяжести сообщает обоим телам равные ускорения, не зависящие от масс.

25. При некотором минимальном числе оборотов, когда вода не выливается из банки при прохождении ею верхней точки, на воду действует только земное тяготение. Сила тяготения в верхнем положении вызывает у воды изменение скорости по направлению. В этом простейшем случае вода испытывает в верхней точке невесомость.

26. Пробка снимается с конца проволоки, если сообщить воде вращательное движение.

27. Палку или другое тело кладут на указательные пальцы правой и левой руки. Сближают пальцы под палкой. Они сходятся под ее центром тяжести.

28. Выступающий конец иглы обламывают, чтобы удар молотка приходился на всю поверхность пробки, которая пружинит. В результате почти вся сила удара воспринимается латун-

ной пластинкой (монетой) через иглу. Площадь опоры иглы о пластинку (монету) мала, поэтому возникает большое давление, благодаря которому пластинка (монета) пробивается.

29. Вертикальная линия, проведенная через центр тяжести системы из пробки с вилками, проходит через точку опоры. При этом центр тяжести лежит ниже точки опоры, а при этом условии система находится в устойчивом равновесии.

30, 31, 32, 33. См. предыдущий ответ.

34. Для подобной системы центр тяжести находится внутри угла, образованного вилками. Вертикальная прямая, проведенная через центр тяжести, проходит через точку опоры спичечной головки, поэтому система находится в равновесии.

35. Человек теряет равновесие при одновременном поднятии левой руки и ноги, так как прямая, проведенная через центр тяжести, перестает пересекать площадь опоры.

36. При разрежении воздуха под колоколом перчатка раздувается под действием давления воздуха, находящегося в ней.

37. Пробка вылетает под действием избыточного давления воздуха в склянке, которое возникает в результате разрежения под колоколом.

39. Узлы шелковой нити развязываются из-за малого трения.

40. Это явление используется в процессах пайки, сварки, склеивания, окраски и т. п.

41. Пластинки удерживаются силами взаимодействия молекул.

42. Подъем тарелки с мылом объясняется взаимодействием молекул тарелки и мыла.

43. Явление объясняется поверхностным натяжением, которое обусловлено взаимодействием молекул.

44. Плавание пластинки с гирей на поверхности воды объясняется поверхностным натяжением.

45. Поплавок со спиралью удерживается в воде силами поверхностного натяжения.

Эфир и мыльный раствор уменьшают поверхностное натяжение, поэтому пробирка всплывает.

46. Вода не смачивает парафин, поэтому образуется пленка поверхностного натяжения, которая удерживает воду.

47. Камфара при растворении понижает поверхностное натяжение воды у картона с одной стороны. Пластинка приходит в движение в сторону большего поверхностного натяжения.

48. Внутренняя пробирка удерживается атмосферным давлением и силами взаимодействия между молекулами воды и стекла. Вода является смачивающей жидкостью по отношению к стеклу, поэтому она стекает по поверхности пробирки. Под действием же вышеуказанных сил пробирка поднимается вверх.

49. Можно. Полоску сукна нужно расположить так, чтобы ее концы лежали в обоих стаканах (рис. 160). В полоске сукна имеются капиллярные сосуды, благодаря которым она играет

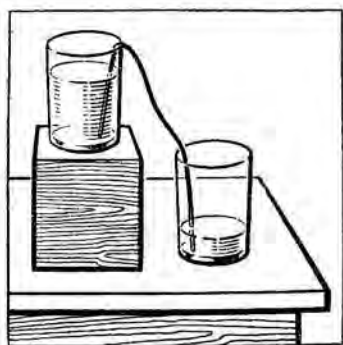


Рис. 160.

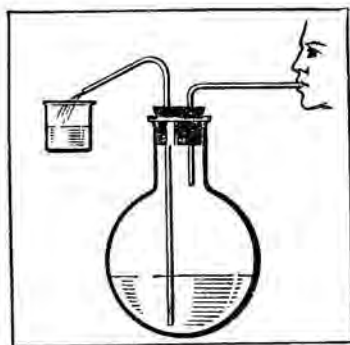


Рис. 161.

роль сифона. Опыт протекает медленно (сутками). Однако можно наблюдать, как вода поднимается по капиллярным сосудам материи.

Это явление используют, например, для поливки цветов. Ведро с водой устанавливают на подставку, а цветы — на пол. Кусок бинта опускают одним концом в ведро с водой, а другим — на землю цветка. Таким образом, происходит самостоятельный полив цветов.

50. Вес человека распределяется на опору так, что его давление равно давлению столба воды.

51. При накачивании внутри колбы (бутылки) создается повышенное давление воздуха на воду. Под действием этого давления вода бьет фонтаном.

Аналогичное явление используется в практике при добыче нефти. На нефтяных промыслах для повышения давления нефти под землю накачивают воду или газ. В результате фонтанирование нефти усиливается.

52. Если через одну из трубок вдуть в сосуд воздух, то давление воздуха на воду там повысится и вода через вторую трубку будет переливаться в пустой сосуд (рис. 161).

53. Первоначально равные концы цепочки уравнивали друг друга. Подняв один конец цепочки, мы нарушили равновесие. Длинный, более тяжелый конец стал перетягивать. Аналогичное явление наблюдается при переливании жидкости сифоном.

54. В опытной установке простого сифона резиновую трубку удобнее рассматривать как состоящую из двух колен: одного, более длинного, с большим столбом жидкости и другого — с меньшим столбом жидкости. Более длинный столб жидкости обладает большей силой тяжести и перетягивает короткий. Кроме того, нужно учитывать атмосферное давление, которое противодействует разрыву столба жидкости в трубке.

55. Прибор действует по принципу сифона.

56. Вода переходит из колбы в стакан в результате разности давлений воздуха в колбе и под колоколом.

Обратный переход воды обусловлен давлением воздуха, впускаемого через вентиль под колокол.

57, 58. См. предыдущий ответ.

60. Вода удерживается атмосферным давлением.

62. Стекло разрушается атмосферным давлением, поскольку снизу давление становится меньше в результате разрежения.

63. Под действием холодной воды пары в банке конденсируются, давление в ней резко падает и атмосферное давление ее сплюсчивает.

64. При работе насоса под стаканом было создано разрежение. Тарелка поднимается за стаканом вследствие атмосферного давления.

65. См. предыдущий ответ.

67. В процессе прижимания вантуза к чемодану мы сокращаем объем, занимаемый воздухом, и часть его выходит из-под вантуза. При прекращении давления вантуз расправляется и под ним образуется разрежение. Внешнее атмосферное давление прижимает вантуз и чемодан друг к другу.

68. См. предыдущий ответ.

69. Фонтан объясняется атмосферным давлением и разрежением, полученным в колбе.

70. Крышка с водой в бидоне удерживается атмосферным давлением.

72. Сверху на газету оказывает давление атмосферный воздух. При медленном нажатии на конец линейки воздух проникает под газету и частично уравнивает давление на нее. При резком ударе воздух вследствие инерции не успевает мгновенно проникнуть под газету. Давление воздуха на газету сверху оказывается больше, чем внизу, и линейка ломается.

73. Вода удерживается атмосферным давлением. Это явление используется в ртутных барометрах.

74. Давление на внутреннюю поверхность резинового шара равняется атмосферному, которое уравнивается давлением воздуха склянки и давлением упругих сил надутого деформированного шара.

75. Выход пузырьков обусловлен разностью давлений, возникающей при откачивании воздуха из-под колокола.

При работе насоса в пробирке получилось разрежение. Вода заполнила ее под действием атмосферного давления.

76. В порах дерева имеется воздух, который выделяется при откачивании его из-под колокола и создает картину «кипения» воды.

77. Первоначально в мыльных пузырьках воздух находится при атмосферном давлении. При откачивании воздуха возникает разность давлений между воздухом в пузырьке и наружным воз-

1. Почему ржавой иглой трудно шить?
2. Можно ли, не разбивая скорлупу яйца, узнать, сырое оно или вареное?
3. Железо в воде тонет. Почему же пароход, который в основном сделан из железа, не тонет?
4. Где пароход глубже погружается в воду: в реке или в море? Почему?
5. Почему нельзя тушить горящий керосин, заливая его водой?
6. В какое время года телеграфные провода сильнее провисают? Почему?
7. Почему цистерну не заливают полностью бензином?
8. Какой дом теплее — деревянный или каменный, если толщина стен одинакова?
9. Почему сырые дрова горят хуже?
10. Почему во время грозы нельзя укрываться под деревьями?
11. Верно ли, что снег греет землю?
12. Можно ли построить вечный двигатель?

(Электрифицированная викторина)

1. Чему равен ток в цепи при параллельном соединении проводников?

$$Q = qm$$

2. Чему равно напряжение на участке цепи при последовательном соединении проводников?

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

3. По какой формуле определяется количество теплоты, выделяющейся при сгорании топлива?

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

4. Какова формула закона Джоуля—Ленца?

$$I = \text{const}$$

5. Какова зависимость напряжения от сопротивления при последовательном соединении проводников?

$$I = \frac{P}{U}$$

6. По какой формуле определяется количество теплоты при испарении жидкости?

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

7. Какая физическая величина постоянна в цепи при последовательном соединении проводников?

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

8. По какой формуле определяется напряжение на участке цепи?

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

9. Как определить длину проводника по его сопротивлению?

$$Q = cm(t_2 - t_1)$$

10. Как определить силу тока по мощности, потребляемой прибором?

$$U = IR$$

11. По какой формуле определяется количество теплоты, необходимое для плавления тела?

$$Q = I^2 R t$$

12. По какой формуле определяется количество теплоты, необходимое для нагревания тела?

$$Q = Lm$$

13. Какая физическая величина постоянна в цепи при параллельном соединении проводников?

$$l = \frac{RS}{\rho}$$

14. По какой формуле определяется сопротивление проводника?

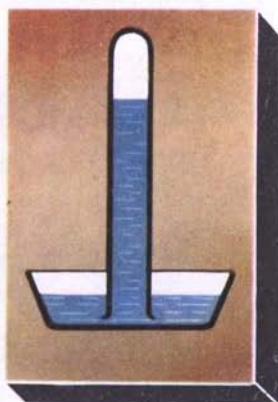
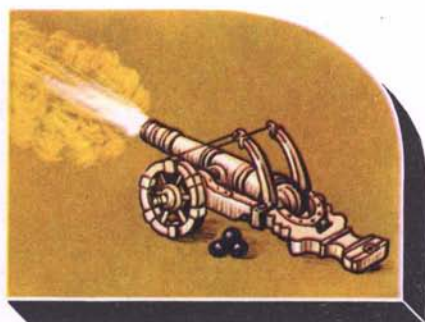
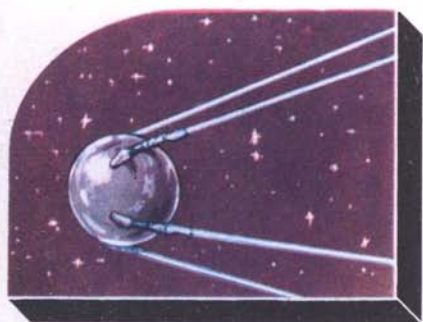
$$U = \text{const}$$

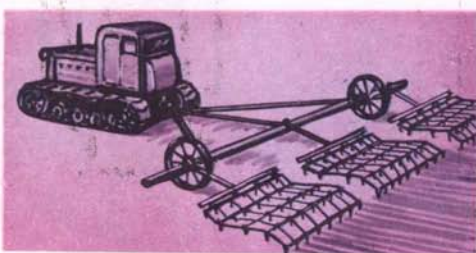
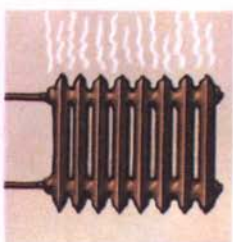
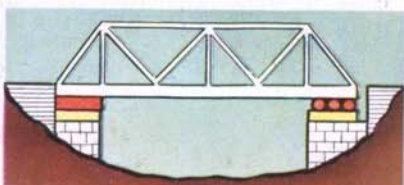
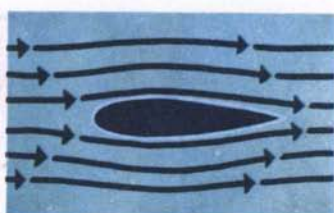
15. Как определяется сопротивление при последовательном соединении проводников?

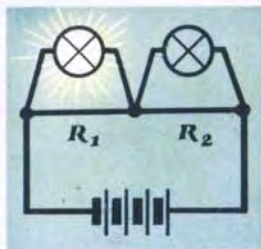
$$Q = \lambda m$$

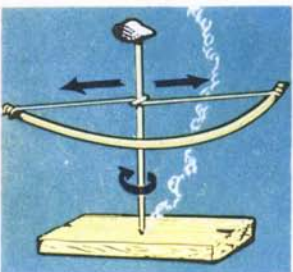
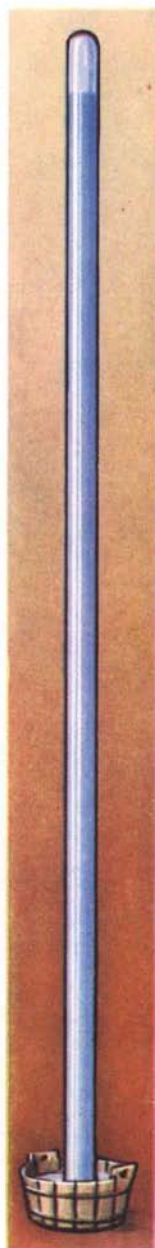
16. Как определяется сопротивление при параллельном соединении проводников?

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

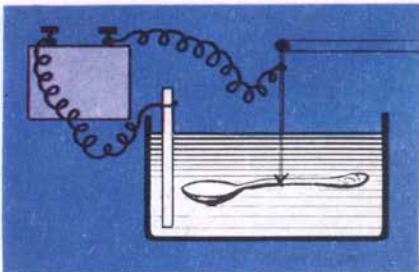








100 0
 4190
 780
 0,24
 9,81
 6,02 · 10²³





273,16

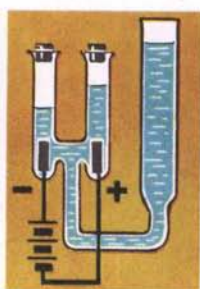
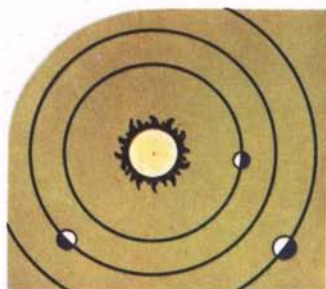
22,4 0

1033 000

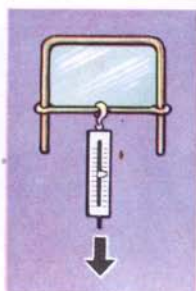
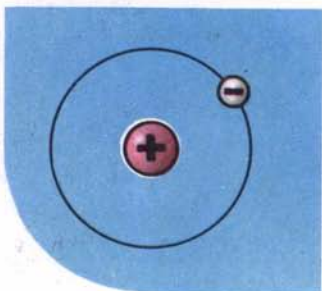
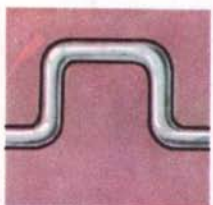
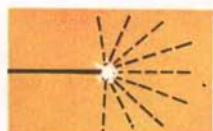
760 0000

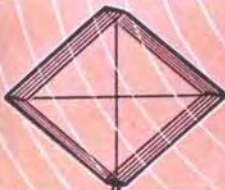
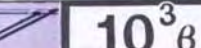
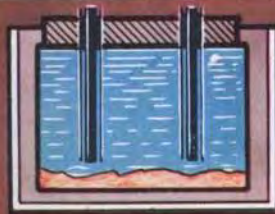
1,118 3

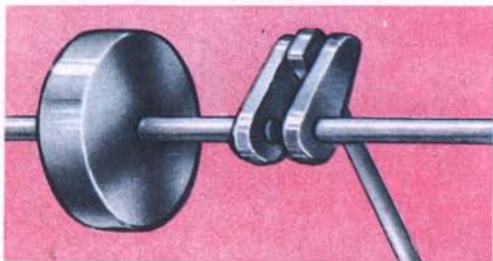




75,5 **11,2**
 $6,67 \cdot 10^{-8}$
 $12 \cdot 10^{-6}$
4,8 $\cdot 10^{-10}$
96494
2,3 $\cdot 10^6 \sim 539$ **3,4** $\cdot 10^5 \sim 80$
1620 **7,9**
1,33 **332**



		$12 \div 15 \cdot 10^3 \text{ в}$
$127/220 \text{ в}$		
	10^3 в	600 в
$0,3 \div 2,5 \text{ в}$		
	$\text{до } 10^5 \text{ в}$	$10^{-5} \div 10^{-7} \text{ в}$
$4 \cdot 10^5 \text{ в}$		
	$1,5 \text{ в}$	30 в
	12 в	
$4,5 \text{ в}$		



1. $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$
2. $F = \frac{mv^2}{r}$
3. $I = I_1 + I_2 + I_3$
4. $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
5. $pV = p_0 V_0$
6. $K = \frac{mv^2}{2}$
7. $Q = I^2 R t$
8. $M = Fl$
9. $\theta = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2}$





10. $F=ma$

11. $B = \mu\mu_0 \frac{I}{2\pi R}$

12. $\angle\alpha = \angle\beta$

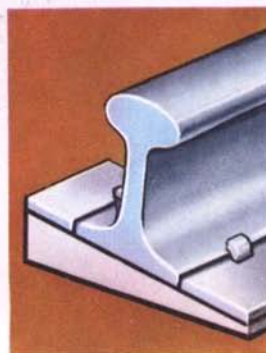
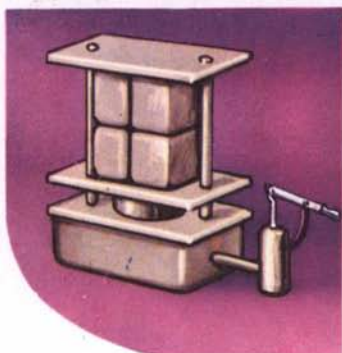
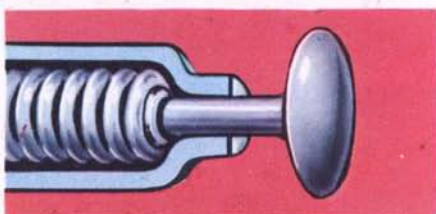
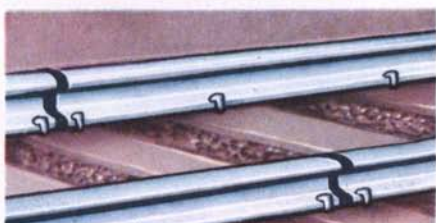
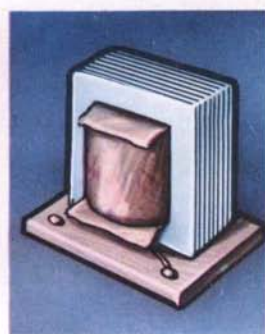
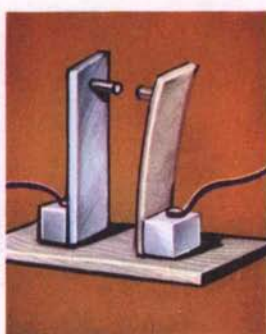
13. $l=l_0(1+\beta\Delta t)$

14. $v = \frac{v_0}{1 + \frac{v}{c}}$

15. $\frac{|\vec{a}_2|}{|\vec{a}_1|} = \frac{m_1}{m_2}$

16. $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$





$$1. Q = I^2 R t$$

$$2. l = l_0 (1 + \beta \Delta t)$$

$$3. F = kx$$

$$4. \frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

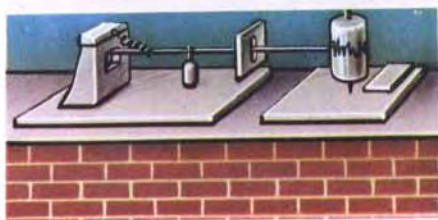


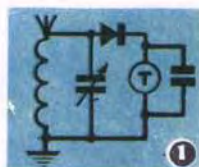
5. $p_1 = p_2$

6. $F = \frac{mv^2}{R}$

7. $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 0$

8. $F = \mu N$





$$1. V = V_0(1 + \alpha \Delta t) \quad 2. E = nE_1$$

$$3. C = C_1 + C_2 + C_3$$

$$4. I_1 U_1 = I_2 U_2 \quad 5. m_1 v_1 = m_2 v_2$$

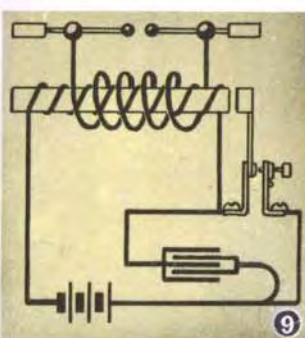
$$6. T = 2\pi \sqrt{LC} \quad 7. \Delta l = \frac{1}{E} \cdot \frac{Fl}{S}$$

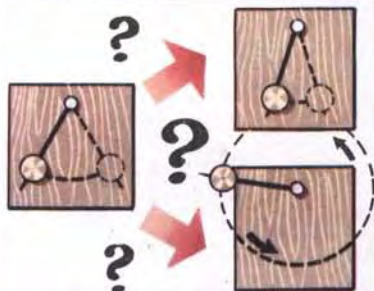
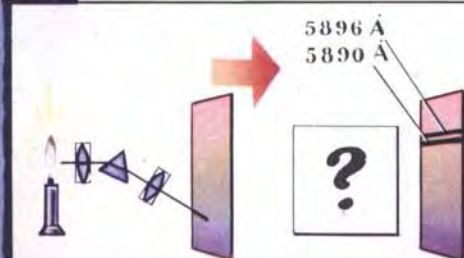
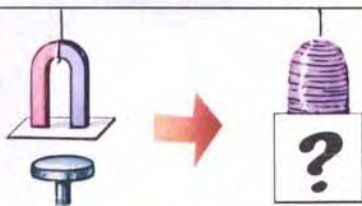
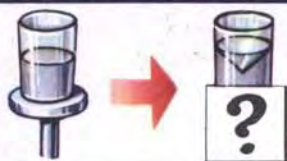
$$8. \frac{F}{P} = \frac{h}{l} \quad 9. C = \frac{\epsilon S}{4\pi d}$$

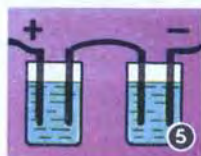
$$10. E = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad 11. \frac{F}{P} = \frac{h}{2\pi l}$$

$$12. F = qE$$

$$14. F_1 l_1 = F_2 l_2 \quad 13. h = \frac{2\sigma}{\rho g r}$$







	М	В	Э	Х	Л
М					
В					
Э					
Х					
Л					



духом. Давление в пузырьках становится выше, и под действием его пузырьки раздуваются.

Пена опускается под действием давления наружного воздуха.

78. Когда конец трубки 1 находится в воде нижнего сосуда, в верхнем сосуде возникает разреженное пространство и вода не может вытекать из трубки 2 вследствие атмосферного давления. В этот момент подается команда: «Вода, остановись!» Вода из нижнего сосуда через трубку 3 вытекает. Уровень ее понижается. Конец трубки 1 оказывается над водой. Через нее проникает воздух в верхний сосуд. Давление там становится равным атмосферному, и через трубку 2 начинает течь вода. Подается команда: «Вода, вытекай!». Уровень в нижнем сосуде повышается, так как вода из него вытекает медленнее, чем поступает. Конец трубки 1 вновь оказывается в воде и т. д.

Ученик следит за положением конца трубки 1 и подает команду.

79. При горении бумаги воздух нагревается и расширяется. После того как бутылку накроют ладонью, воздух в ней охладится и там возникает разрежение. Бутылка удерживается на ладони атмосферным давлением.

80. См. предыдущий ответ.

81. При горении воздух нагревается. После закрытия банки процесс горения прекращается. Воздух начинает охлаждаться. В банке возникает разрежение, благодаря которому она прижимается атмосферным давлением к фанере. Втягивание резины объясняется также атмосферным давлением.

На этом явлении основано лечение с помощью медицинских банок.

82. См. предыдущий ответ.

83. Фарфор или фаянс обладает большей плотностью, чем вода, поэтому при опускании блюдца ребром оно тонет.

При опускании блюдца дном на воду оно погружается в воду на такую глубину, при которой объем вытесненной воды по силе тяжести равен силе тяжести блюдца, что соответствует условию плавания тел на поверхности воды.

84. См. предыдущий ответ.

85. Соленая вода имеет большую плотность, чем картофель, поэтому он в ней плавает. Чистая вода имеет меньшую плотность, поэтому картофель в ней тонет.

86. Вначале в сосуд был налит водный раствор поваренной соли, на поверхности которого яйцо плавало. Затем подливали воду, плотность которой меньше плотности яйца.

87. В процессе горения постепенно убывает сила тяжести свечи. Для ее равновесия выталкивающая сила должна уменьшаться, а это возможно только с подъемом свечи.

88. Во втором случае объем пробирки с трубкой уменьшается, что приводит к уменьшению выталкивающей силы при той же силе тяжести, и пробирка тонет.

89. Первоначально сила тяжести поплавка равна выталкивающей силе. В холодной воде выталкивающая сила больше, а в теплой — меньше.

90. При нагревании давление воздуха в пузырьке увеличивается и часть воды из него вытекает. Общая сила тяжести пузырька с водой становится меньше выталкивающей силы. Пузырек всплывает.

91. Плотность керосина меньше, поэтому он поднимается вверх.

92. Указанная пробирка ведет себя, как тело, плавающее на поверхности воды. Ее сила тяжести уравнивается архимедовой силой, равной силе тяжести воды, вытесненной пробиркой. Причем часть объема пробирки находится над водой. В первом случае он равен объему палочек, находящихся над водой, во втором он обусловлен частью пробки.

93. Давление, производимое на пленку, передается воздуху; а через него воде. Она, по закону Паскаля, передает давление во все стороны без изменения. Воздух, имеющийся в пузырьке, сжимается, количество воды в нем увеличивается. Общая сила тяжести пузырька с водой становится больше выталкивающей силы, и пузырек тонет.

При прекращении давления на пленку часть воды из пузырька выходит. Общая сила тяжести пузырька с водой в нем становится меньше выталкивающей силы, и поэтому пузырек всплывает.

На этом явлении основаны погружение и всплытие подводных лодок. Перед погружением в них заполняют водой балластные камеры. При подъеме вода из камер вытесняется сжатым воздухом.

94. См. предыдущий ответ.

95. На цилиндр, а следовательно, и на правую чашку весов будет действовать архимедова сила, направленная вверх. Обозначим ее через F . По третьему закону Ньютона, цилиндр через воду будет действовать на левую чашку весов вниз с силой F . В итоге разность сил будет равна $2F$. Для доказательства возьмите ведро Архимеда, дважды его заполните водой и вылейте в пустой сосуд на правой чашке весов. Весы придут в равновесие.

96. Явление объясняется законом Паскаля и архимедовой силой. Внутри спичек имеются пузырьки воздуха. При увеличении давления пузырьки уменьшаются. Общая сила тяжести спичек с водой становится больше выталкивающей силы, и они тонут. При уменьшении давления пузырьки увеличиваются в объеме. Общая сила тяжести спичек с водой становится меньше выталкивающей силы, и они всплывают.

98. Равновесие объясняется тем, что сила тяжести воздуха в шаре приблизительно равна величине выталкивающей силы. Таким объяснением можно ограничиться в VI классе.

На внеклассном занятии ответ можно дополнить. Давление воздуха в шаре несколько больше атмосферного. Тогда на основании уравнения молекулярно-кинетической теории $p = \frac{1}{3} m n \bar{v}^2 = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2$ следует, что плотность воздуха в шаре больше плотности окружающего воздуха и, следовательно, сила тяжести воздуха в шаре несколько больше выталкивающей силы. Этим объясняется незначительное перетягивание оболочки шара, после выпуска воздуха из нее, чашкой с разновесками

99. Явление объясняется законом Бернулли. При продувании воздуха скорость его движения между стенками воронки и бумажного конуса больше, чем за основанием конуса. А где скорость меньше, там давление воздуха больше. Следовательно, давление воздуха на основание конуса больше. Это давление удерживает его в раструбе воронки.

100. См. предыдущий ответ.

101. В струе воздуха, где скорость его больше, давление меньше, чем в окружающем неподвижном воздухе. В итоге на шарик с боков действуют силы, которые удерживают его в струе, а снизу на шарик действует аэродинамическое давление, которое уравновешивает силу тяжести шарика.

102, 103. См. предыдущий ответ.

104. Когда из водопроводного крана течет струя воды, то она увлекает прилегающий слой воздуха. Когда шарик подносят к струе, происходит следующее: вблизи струи воздух движется с некоторой скоростью и давление здесь меньше, чем по другую сторону шарика. В итоге за счет разности давлений на шарик действует сила, прижимающая его к струе.

105. Явление объясняется на основании закона Бернулли.

106. Каждый цилиндр совершает сложное движение, участвуя одновременно в поступательном и вращательном движении. При вращении поверхность цилиндра увлекает слой воздуха, прилегающий к нему. В результате скорость движения воздуха относительно цилиндра с одной стороны (слева) будет меньше, а с другой (справа) — больше. Давление на цилиндр будет больше со стороны воздуха там, где его скорость меньше, и наоборот, что вытекает из закона Бернулли. Это добавочное давление очень мало и сказывается только на бумажном цилиндре.

108. Равные грузы могут сохранить равновесие на рычаге только в том случае, если длины плеч рычага равны, что и было вначале. Когда мы согнули один конец проволоки вдвое, то плечо рычага укоротилось вдвое и другой конец проволоки перетянул, так как сила тяжести этого конца приложена в точке, лежащей вдвое дальше от шнура, являющегося точкой опоры рычага.

109. При трении теплоприемник нагревается, его внутренняя энергия увеличивается. Давление воздуха в теплоприемнике повышается, что и отмечает манометр.

110. При нагревании увеличивается внутренняя энергия газа в колбе 2. Это влечет повышение давления газа в колбе 2 и трубке 3. Последнее приводит к фонтанированию воды, т. е. внутренняя энергия газа превращается в механическую энергию движущейся воды.

112. Латунная сетка обладает хорошей теплопроводностью. Благодаря этому она отводит тепло и быстро передает его воздуху. Это свойство латунной сетки используется в устройстве шахтных ламп.

113. Теплота от электрической плитки передается воде. Температура бумажной коробки не достигает температуры воспламенения.

114. Тепло от бумаги отводится гирей. Температура бумаги ниже температуры горения.

115. Последнее явление указывает на плохую теплопроводность воды.

117. При горении спички возникают восходящие конвекционные потоки, которые вызывают подъем чашки.

118. Когда горящую свечу накрывают стеклянной цилиндрической трубкой, доступ кислорода к свече ухудшается. Пламя ее уменьшается.

При подъеме трубки улучшается доступ кислорода к горячей свече, улучшается тяга.

Бумажная перегородка делит трубку на две части. По одной из них перемещаются вверх теплые струи воздуха, содержащие продукты горения, а по другой вниз — холодные. Таким образом, улучшаются условия доступа кислорода, процесс горения усиливается, пламя свечи увеличивается.

119. Под давлением проволоки происходит таяние льда. Процесс таяния связан с поглощением теплоты, которая отнимается от окружающей среды, в том числе от воды над проволокой. В итоге вода над проволокой замерзает.

120. Соль вызывает повышенное таяние снега. Этот процесс связан с поглощением теплоты. В результате вода замерзает (снег и соль берут в соотношении 3:1).

121. В результате конденсации водяных паров давление резко уменьшается, и вода из стакана под действием атмосферного давления поступает в колбу.

122. Эфир в колбе испаряется. Давление газа повышается, благодаря чему возникает фонтан.

123. Лучше пользоваться эфиром. Он испаряется, что связано с поглощением теплоты, которая отнимается от колбы и воздуха в ней. В результате давление в колбе падает. Вода под действием атмосферного давления поднимается.

124. Происходящий при пониженном давлении процесс кипения сопровождается поглощением теплоты, чем объясняется понижение температуры воды и ее замерзание.

125. При откачивании воздуха из-под колокола уменьшается

его давление. Эфир начинает кипеть при пониженном давлении. Образование паров эфира сопровождается поглощением теплоты, которая отнимается от эфира, стакана, пробирки с водой. В результате вода замерзает.

126. При движении термометра эфир испаряется, на что затрачивается теплота. Температура воздуха около ртутного шарика термометра понижается и водяные пары, содержащиеся в нем, становятся насыщающими. Они конденсируются на вате и образуют мельчайшие кристаллы снега.

127. Под капелькой образуется упругий слой пара. Он является плохим проводником тепла, поэтому капля испаряется медленно.

128. При сжатии груши давление над водой увеличивается что приводит к повышению точки кипения.

129. При нагревании в трубке вода переходит в пар. Давление его повышается. Пробка вылетает под действием силы давления пара, причем пробка и трубка взаимодействуют по третьему закону Ньютона.

130. От нагретой пластинки слюда расширяется и увеличивается в толщину. Это вызывает отклонение латунной пластинки в одну из сторон. С другой стороны происходит то же самое. Пластинка отклоняется обратно и т. д. Таким образом наблюдается переход внутренней энергии нагретой пластинки в механическую, получается своеобразный тепловой двигатель.

131. В банке образуется смесь воздуха с водородом, которая сгорает взрывообразно.

132. На опыте наблюдается принцип действия тепловой машины. Мы имеем нагреватель, рабочее тело (анилин) и холодильник. Рабочее тело получает энергию от нагревателя и за счет части ее совершает работу по преодолению силы тяжести и трения. Другую часть энергии рабочее тело отдает холодильнику (верхним слоям воды и окружающей среде).

При нагревании анилина плотность его уменьшается и становится меньше плотности воды при той же температуре, поэтому он поднимается. Вверху анилин охлаждается, плотность его увеличивается и становится больше плотности воды. Он опускается.

133. Наблюдается электризация резины о металл ножиц.

134. Электризуются оба тела.

135. При ударе диска о ладонь руки наблюдается электризация двух разнородных тел.

136. Да. Электризацию следует проводить толстым слоем газеты.

139. Наблюдается электризация резиновой трубки в результате соприкосновения двух разнородных тел: резины и движущегося воздуха.

Аналогичное явление наблюдается при перекачивании через шланги различных газов, жидкостей, в особенности нефтепродуктов (бензина, керосина и т. д.).

140. Наблюдается электризация песка и воронки как двух разнородных тел в процессе соприкосновения.

142. Эбонитовая палочка является изолятором. Если касаемся шарика одной точкой палочки, то заряд переходит на электрометр только с нее. Заряды с других точек палочки не переходят на электрометр.

Если эбонитовой палочкой проводим по шарiku, то при этом снимаем заряды с большего числа точек. В результате электрометр получает больший заряд.

144. Когда подносим наэлектризованную расческу к ножницам, на них наводятся заряды, которые взаимодействуют с зарядами поднесенного тела. В результате взаимодействия зарядов ножницы приходят в движение.

148. При работе машины нити заряжаются разноименно и, взаимодействуя, притягиваются.

151. Когда наэлектризованную палочку подносят к струе, в последней наводятся заряды, которые взаимодействуют с зарядами палочки. В результате струя отклоняется в сторону палочки.

152. Кусочки фольги, находясь на одной из пластин, приобретают заряд этой пластины и под действием электрического поля двигаются к другой пластине, где перезаряжаются и вновь двигаются обратно и т. д.

Выход кусочков фольги из промежутка между пластинами объясняется следующим образом: допустим, что все кусочки фольги одновременно зарядились от одной пластины и начали двигаться. Они имеют одноименные заряды. Взаимодействуя между собой, они отталкиваются и постепенно удаляются, т. е. выходят за пределы пластин.

153. Допустим, мы подносим к электрометру наэлектризованную эбонитовую палочку. На ней избыток электронов, которые создают вокруг электрическое поле. Последнее, действуя на электрометр, вызывает перераспределение зарядов на нем, т. е. электризацию. При касании шара электрометра пальцем другой руки одноименные заряды (электроны) относительно наэлектризованной палочки уходят в землю (на удаленный конец). На электрометре оказывается недостаток электронов, но избыток положительного заряда, что и обнаруживается после удаления пальца и палочки.

154. Первоначально электроны распределяются по всему электрометру: шару, стержню, стрелке. Если к электрометру поднести положительно заряженное тело, то электрическое поле вызывает перемещение электронов со стержня и стрелки к шару. При некотором расстоянии между палочкой и электрометром весь избыточный заряд, состоящий из электронов, оказывается сверху. Стрелка находится в нулевом положении.

Если снова будем приближать заряженную палочку к электрометру, электрическое поле ее вызывает дальнейшее переме-

щение электронов к шару. В итоге на стержне и стрелке оказывается недостаток электронов, но избыток положительного заряда, что и отмечает электрометр.

155. Полюс электрофорной машины следует соединить проводником с электрометром Брауна. Зарядив его, убираем проводник с помощью изолятора. Затем, наэлектризовав палочку из органического стекла о газету, подносим ее к электрометру. Если угол отклонения стрелки уменьшается, то полюс имеет отрицательный заряд, и наоборот.

156. Благодаря явлению электростатической индукции под действием электрического поля заряженного султана на руке наводятся электрические заряды, которые взаимодействуют с заряженными бумажными полосками султана.

157. На колесе Франклина по индукции наводятся заряды, плотность их на остриях достаточно большая. На нейтральные молекулы воздуха, находящиеся вблизи острия, действуют электрические силы, которые вызывают расщепление молекул на ионы. Разноименно заряженные ионы относительно заряда острия притягиваются и нейтрализуются. Одноименно заряженные ионы, взаимодействуя с зарядами на остриях, приходят в движение, одновременно начинают двигаться и острия, т. е. колесо, которое приобретает вращательное движение.

159. На пластинах, внесенных в электрическое поле, по индукции возникают заряды.

160. В электрическом поле трубка электризуется, и ее заряды взаимодействуют с зарядами пластин.

161. Стеклоянная трубка в электрическом поле поляризуется.

162. На выступах и остриях проводника плотность электрических зарядов может быть большой. В этом случае электрическое поле вблизи острия вызывает ионизацию молекул воздуха. Возникающие ионы образуют поток, направленный от острия, что обнаруживается по поведению пламени свечи.

163. Частицы дыма, находясь в электрическом поле, электризуются. Под действием сил электрического поля они перемещаются к электродам.

164. Наблюдаемое явление объясняется электростатической индукцией и стеканием зарядов с концов стрелки и стержня. В итоге корпуса электрометров заряжаются разноименно, между ними возникает разность потенциалов и искровой разряд.

165. В первом случае под действием электрического поля электрофорной машины на электрометре наводится заряд. Можно дать другое объяснение. Электрометр измеряет потенциал точки поля, в которой он находится.

Лист жести экранирует электрометр от действия электрического поля электрофорной машины. На листе по индукции наводится заряд противоположного знака относительно полюса машины. Этот заряд будет связан с зарядом машины. Одноименный заряд уходит в землю, так как лист жести заземлен через

тело человека (вообще лист может быть заземлен, т. е. соединен проводником с водопроводной трубой или с системой отопления).

166. Стрелка электрометра отклонится. Он будет показывать разность потенциалов между заряженным телом и землей.

При сообщении корпусу заряда последний по индукции наводит заряд противоположного знака на стрелке и стержне.

167. Вначале корпус и стержень со стрелкой имели один и тот же потенциал. Разность потенциалов равна нулю. Сняв заряд со стержня, мы создаем разность потенциалов между корпусом и стержнем. Это отмечает электрометр.

168. Стрелка отклоняется, если между стрелкой, стержнем и шаровым кондуктором, с одной стороны, и корпусом, с другой, имеется разность потенциалов. После соединения корпуса с кондуктором потенциалы их выравниваются и стрелка приходит в нулевое положение.

При касании рукой корпуса мы его заземляем. В результате между кондуктором и корпусом возникает разность потенциалов, что отмечает электрометр.

169, 170. См. предыдущий ответ.

171. Допустим, корпус зарядили положительным зарядом, электрическое поле которого вызывает перемещение свободных электронов от шара к стрелке и нижнему концу стержня. Когда подносим руку к шару, электрическое поле его наводит небольшой отрицательный заряд на руке, а это, в свою очередь, ведет к увеличению отрицательного заряда на стрелке и нижнем конце стержня. Когда рукой касаемся шара, мы соединяем его с землей. Свободные электроны переходят с земли на шар и нейтрализуют положительный заряд шара. В итоге увеличивается отрицательный заряд проводника, состоящего из шара, стрелки и стержня, что приводит к увеличению угла отклонения стрелки.

Или можно сказать иначе: наблюдается увеличение разности потенциалов между корпусом и шаром.

172. См. предыдущий ответ.

173. Если поднести отрицательно заряженную палочку к шару, часть свободных электронов с шара переходит на стрелку и нижний конец стержня, этим и объясняется уменьшение угла отклонения стрелки.

Если поднести эту же палочку снизу к корпусу, на последнем происходит перераспределение зарядов. Под действием сил электрического поля заряда палочки часть свободных электронов с внешней поверхности корпуса внизу переходит на внутреннюю. Электрическое поле внутри электрометра усиливается, угол отклонения стрелки увеличивается.

174. Вокруг наэлектризованного тела существует электрическое поле. Если коснуться лампочкой палочки, возникает кратковременный ток по цепи: лампочка, тело человека и земля.

176. При натирании лампочки возникает электризация баллона, что приводит к возникновению разности потенциалов и электрического разряда в лампе между электродами.

177. В опыте наблюдается процесс преобразования механической энергии в энергию электрического тока (в энергию свечения газа).

В воздухе всегда имеются ионы, которые под действием сил электрического поля приходят в движение. Скорость и кинетическая энергия ионов возрастают. Они сталкиваются с нейтральными атомами, молекулами и вызывают их ионизацию. Этот процесс связан с поглощением энергии. Одновременно наблюдается обратный процесс — процесс рекомбинации. Последний происходит с излучением энергии. Этим и объясняется свечение газа.

178. Жесть экранирует трубку от действия электрического поля.

182. Яркие вспышки в баллоне лампы дневного света, когда ее подносят к столу, трубе, объясняются уменьшением сопротивления цепи: электрофорная машина, человек, лампа, стол (труба), земля.

188. После внесения шарика на нем по индукции появятся заряды. Он притянется к заряженной пластине, получит от нее заряд и начнет двигаться в электрическом поле к незаряженной пластине. Движение шарика будет наблюдаться до выравнивания потенциалов обеих пластин.

189. Диэлектрик и проводник в электрическом поле электризуются по индукции. Заряды диэлектрика являются связанными, поэтому заряженный маятник притягивается к диэлектрику и прекращает колебаться. Заряды проводника не связаны. Имеются свободные электроны. Маятник, притягиваясь к проводнику, обменивается с ним зарядами.

191. Раствор минеральных солей, содержащихся в картофеле, и разнородные проволоки образуют гальванический элемент.

192. Вода всегда содержит в растворенном состоянии минеральные соли. При опускании двух разнородных пластин мы получаем гальванический элемент.

Всякий источник тока обладает сопротивлением, которое называется внутренним. Оно зависит от расстояния между пластинами и площади, погруженной в раствор.

При растворении поваренной соли в воде сопротивление элемента уменьшается, а ток увеличивается.

193, 194. См. предыдущий ответ.

197. В первом случае положительным электродом является уголь, а во втором — медь.

198. В результате использования угольных электродов в опытах с электролитами в порах оказались частицы солей, щелочей. При опускании электродов в дистиллированную воду происходит растворение этих частиц. В итоге возникает электролит.

199. Мы имеем гальванический элемент. Изменение величины тока объясняется изменением величины внутреннего сопротивления элемента, которое зависит от расстояния между электродами и площади поперечного сечения электродов, опущенных в электролит. Эта площадь в опыте определяется толщиной струи.

201. Положительный полюс щелочного аккумулятора замкнут на корпус. Поэтому проводник, присоединенный к отрицательному полюсу и замкнувшийся на корпус, дает короткое замыкание. Проводник нагревается, а аккумуляторы разряжаются. При работе со щелочными аккумуляторами надо следить за тем, чтобы проводники, присоединенные к полюсам, не касались корпуса аккумуляторов.

203. До красного каления нагреваются железные проволоки, так как они имеют большее удельное сопротивление, чем медные. Это явление используется в электрическом освещении, в различных тепловых электроприборах: нить электрической лампы, спираль плитки, утюга и т. д. изготовляют из специальных сплавов, обладающих большим удельным сопротивлением. Проводники, подводящие ток к нити лампы, спирали плитки, утюга и т. д., изготовляют из металлов, обладающих малым удельным сопротивлением. В результате нить лампы, спираль плитки, утюга и т. д. под действием тока накаливаются, а проводники, подводящие ток, почти не нагреваются.

204. Падение напряжения наибольшее на никелиновой проволоке, поэтому лампочка, подключенная параллельно к ней, будет гореть ярче, так как падение напряжения на ней будет такое же, как и на никелиновой проволоке. На медной проволоке оно небольшое, и лампочка, подключенная параллельно ей, не будет гореть.

205. Каждое звено цепочки с поверхности окислилось. Этот поверхностный окислившийся слой обладает плохой проводимостью электрического тока. Сначала, когда цепочка свободно провисла, все ее звенья соприкасались, цепь была замкнута, но тока не было, так как общее сопротивление цепи было очень большим. При натягивании цепочки в местах соприкосновения ее звеньев поверхностный окислившийся слой постепенно нарушался, общее сопротивление цепи уменьшалось и ток возрастал, что мы и наблюдали.

При протекании тока по замкнутой цепи сильнее всего нагреваются участки, обладающие наибольшим сопротивлением. Последнее будет наблюдаться в местах соприкосновения соседних звеньев цепочки.

Сильное нагревание штепсельной розетки и вилки наблюдается при плохих контактах между штепселями вилки и гнездами штепсельной розетки, между отдельными частями вилки или розетки. Для устранения сильного нагревания нужно исправить все контакты.

206. При перемещении ползунка реостата вправо общее сопротивление цепи увеличивается. Показания вольтметра, амперметра будут меньше. Степень накала лампочки уменьшится. Для опыта нужно взять реостат на 100 ом и лампочку на 100 вт.

207. При параллельном соединении токи в проводниках обратно пропорциональны их сопротивлениям. Сопротивление толстого проводника в несколько раз меньше тонкого, а ток в нем в несколько раз больше. Согласно закону Джоуля — Ленца, количество теплоты, которое выделяется в проводнике, пропорционально квадрату силы тока. Отсюда следует нагревание толстого проводника.

208. При подключении вольтметра сопротивление цепи уменьшается, ток увеличивается.

209. Реостаты включены последовательно, и напряжение сети распределяется между ними. Когда замыкают ключ, показанный на схеме, то лампа закорачивает сопротивление одного из реостатов. Моментально происходит перераспределение напряжения. При этом лампа будет гореть.

210. При нагревании спирали сопротивление ее возрастает. Так как она подключена параллельно к гальванометру, то ток в нем увеличивается.

216. При положении выключателя «включено» лампа 2 шунтирована и не горит.

При положении выключателя «выключено» лампы соединены последовательно и горят вполнакала.

217. Здесь могут быть два случая. I — лампы взяты разной мощности, горит лампа меньшей мощности. II — лампы взяты на разное напряжение: одна — на 6,3 в, вторая — на 2,5 в. Горит первая.

218. Реостат включают как потенциометр, параллельно обмотке которого присоединяют лампу (рис. 162).

219. 1. L_1 всегда будет гореть с большим накалом, чем L_2 .

2. При перемещении ползунка влево накал обеих ламп увеличивается.

220. При среднем положении ползунка падение напряжения на лампах будет одним и тем же. Поэтому они горят с одинаковым накалом. При смещении ползунка, допустим, вправо падение напряжения будет разным. На левой лампе оно больше, поэтому она горит с большим накалом.

221. Лампы 2 и 3 будут гореть одинаково, но с меньшим накалом, чем лампа 1.

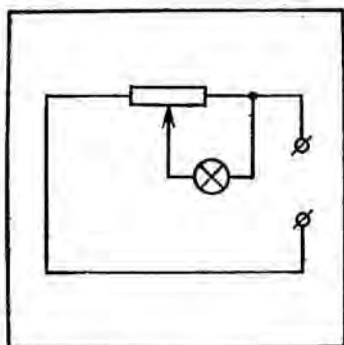


Рис. 162.

222. Накал уменьшается, так как часть энергии электрического тока идет на вращение якоря двигателя. Падение напряжения на обмотках двигателя при его работе увеличивается, а на нити лампы уменьшается. Такое объяснение может быть дано в VII классе.

Более строгое объяснение таково. При раскручивании якоря электродвигателя в его обмотке возникает противоэлектродвижущая сила, которая ведет к уменьшению тока в цепи и, следовательно, к уменьшению тока, протекающего через нить лампы.

223. Когда все лампы взяты одинаковой мощности и напряжения, то разность потенциалов между точками *B* и *D* равна нулю. Ток на участке *BD* отсутствует. Если лампа *3* будет с мощностью, отличной от мощности других ламп, то происходит перераспределение напряжения на лампах *1* и *3*. В результате потенциалы точек *B* и *D* будут неодинаковы, и на участке *BD* возникает ток.

224. Проверить исправность плавких предохранителей можно с помощью вольтметра или обыкновенной электрической лампы-пробника. Концы проводников, идущие от лампы-пробника, присоединяют к клеммам, расположенным выше пробки. Если лампа горит, то во внешней цепи есть ток.

Концы проводников, идущие от лампы-пробника, присоединяют к клеммам: слева — выше пробки, справа — ниже пробки. Если лампа горит, то правый предохранитель исправен.

Концы проводников, идущие от лампы-пробника, присоединяют к клеммам: слева — ниже пробки, справа — выше пробки. Лампа не горит. Следовательно, левый плавкий предохранитель неисправен.

225. При исправных предохранителях неоновая лампа будет шунтирована проводником (предохранителем 2). Во втором случае лампы оказываются соединенными последовательно. Неоновая лампа обладает очень большим сопротивлением по сравнению с сопротивлением нити обычной лампы, поэтому почти все напряжение падает на неоновую лампу. Она горит. Через нить лампы накаливания ток протекает. В этом можно убедиться на опыте. Выверните лампу накаливания. Перестает гореть и неоновая лампа.

229. При поднесении к электроду трубки отрицательно заряженной палки положительные ионы двигаются к электроду и выбивают с его поверхности электроны, которые вызывают свечение экрана.

230. В процессе коронного разряда наблюдается стекание заряда, который протекает через обмотку гальванометра, что и обнаруживает прибор.

231. Подъем разряда происходит под действием магнитного поля тока подводящих проводов, присоединенных к выводам вторичной обмотки катушки, и конвекционных потоков нагретого воздуха. Направление действующей силы со стороны магнитного

поля на электрический разряд находится по правилу левой руки.

Рисунок 163 поясняет действие магнитного поля на разряд. Цифрами 1 и 2 указаны проволоки, стрелками обозначены направления тока и магнитного поля для какого-то момента времени. Если одновременно изменяется направление тока и магнитного поля, то направление действия силы остается тем же (сила, действующая на разряд, направлена вверх).

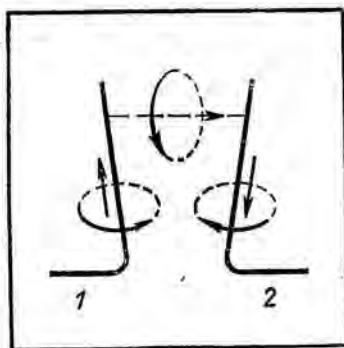


Рис. 163.

232. В опыте наблюдается взаимодействие параллельных и антипараллельных токов. При взаимодействии параллельных токов катушек они притягиваются, а антипараллельных — отталкиваются.

234. При протекании тока по обмотке катушки возникает магнитное поле, которое вызывает намагничивание сердечника. На нижнем конце сердечника возникает магнитный полюс, противоположный магнитному полюсу верха катушки. Происходит взаимодействие магнитных полюсов, в результате чего катушка поднимается.

235. См. предыдущий ответ.

236. Во втором случае наблюдается взаимодействие магнита и гвоздей через стекло (картонку), которое оказывается зажатым между магнитом и гвоздями.

237. См. предыдущий ответ.

238. Железная пластинка, находясь в магнитном поле, намагничивается. Причем на ближайшем конце пластинки возникает разноименный полюс относительно полюса подносимого магнита. Разноименные полюсы при взаимодействии притягиваются.

239. Мы получили три полюса: два по концам и один в середине. Подобное явление используется в магнитной записи звука.

243. Булавку достают магнитом.

244. Находясь в магнитном поле, игла намагничивается и притягивается к магниту. При нагревании горячей спичкой магнитные свойства ее теряются. Остыв, она вновь намагничивается.

245. Внесение железной пластинки в зазор между магнитом и иглой с замыканием полюсов приводит к замыканию магнитных силовых линий через пластинку. Игла размагничивается и падает под действием силы тяжести.

Во втором случае пластинка и игла, находясь в магнитном поле, намагнитились. На взаимодействующих концах образовались одноименные полюсы, которые при взаимодействии отталкиваются.

246. С внешней стороны магнитное поле ослабевает. В результате сила притяжения уменьшается.

247. Железная пластинка является шунтом, по которому происходит частичное замыкание магнитного поля. В результате сила взаимодействия между якорем и полюсами магнита уменьшается и груз с якорем падает.

248. Иголки, находясь в магнитном поле, намагничиваются. Причем на концах, расположенных к полюсу, образуются разноименные относительно магнита, но одноименные между собой полюсы. Взаимодействуя, они отталкиваются.

249. Все железные предметы дома, в школе и на улице находятся в магнитном поле Земли. Под действием этого поля они намагничиваются, причем нижняя часть предмета обнаруживает северный магнитный полюс, а верх — южный.

250. См. предыдущий ответ.

251. Сердечник электромагнита обладает остаточным магнетизмом. При размыкании магнитопровода (сердечника) наблюдается изменение магнитного поля около катушки, что приводит к возникновению э. д. с. и тока в витках катушки.

252. См. предыдущий ответ.

253. При перемещении стержня от полюса к полюсу он перемагничивается. В результате магнитное поле внутри стержня и вокруг него изменяется. Это изменение магнитного поля возбуждает в катушке э. д. с. индукции, а последняя в цепи создает ток.

В данном опыте наблюдается преобразование механических колебаний стержня в колебания электрического тока. Подобное явление наблюдается при воспроизведении звука с грампластинок.

254. Вместе со стрелкой гальванометра в магнитном поле движется и катушка. В катушке возникает э. д. с. индукции, а под действием э. д. с. в замкнутой цепи из двух гальванометров возникает электрический ток. При протекании тока по катушке второго гальванометра она поворачивается в магнитном поле вместе со стрелкой.

255. В первом случае наблюдается максимальное изменение магнитного поля сквозь контур катушки, в витках возникает индукционный ток, который вызывает горение лампочки. Во втором — витки параллельны вектору индукции магнитного поля и в них не возникает ток.

256. В опыте указывалось, что проводник был согнут вдвое. В каждой части проводника возникал индукционный ток, но они были противоположного направления и компенсировали друг друга.

Более правильное объяснение может быть дано через э. д. с. В каждой части возникает э. д. с., но э. д. с. одной части равна и противоположна по направлению э. д. с. другой. В итоге ток в катушке равен нулю.

257. В первом опыте труба действует как магнит, поскольку она находится в магнитном поле Земли. Во втором — поворот вызывает перемагничивание ее в поле Земли, что приводит к изме-

нению магнитного поля около катушки и к возникновению индукционного тока в ней.

При ударе увеличивается степень намагничивания трубы. В результате наблюдается изменение магнитного поля, которое приводит к возникновению тока.

При перемагничивании в процессе удара наблюдается большее изменение магнитного поля, что приводит к возникновению большего тока.

258. В витках возникает ток под действием магнитного поля Земли.

259. Электромметр показывает разность потенциалов между концами вторичной обмотки, т. е. он обнаруживает электрическое поле, которое возникает в незамкнутом проводнике, когда около последнего наблюдается изменение магнитного поля.

260. Опытная установка представляет собой действующую модель микроветроэлектростанции.

261. При замыкании цепи звонка ток протекает через обмотку электромагнита. Вокруг обмотки создается магнитное поле. Сердечник намагничивается и притягивает якорь. Цепь размыкается. Магнитное поле исчезает. При исчезновении магнитного поля в обмотке электромагнита возникает электродвижущая сила самоиндукции. Она имеет значительно большую величину, чем э. д. с. батареи аккумуляторов. Э. д. с. самоиндукции вызывает электрический удар. Так как прерывания тока наблюдаются непрерывно, то непрерывно создается э. д. с. самоиндукции и следуют электрические удары. В этом опыте электрические удары слабые, совершенно безопасные. Учащиеся бросают трубки с проводами от неожиданности.

262. При размыкании цепи в катушке возникает э. д. с. индукции, которая вызывает вспышку лампы.

263. При работе звонка в обмотке электромагнита возникает э. д. с. самоиндукции. Она имеет достаточно большую величину, чтобы вызвать горение неоновой лампы. Вследствие э. д. с. самоиндукции обмотка звонка обладает большим сопротивлением относительно лампы накаливания. Наибольшее падение напряжения в цепи будет на звонке. На лампе накаливания падение напряжения будет небольшим, поэтому нить ее не накаливается.

Во втором случае э. д. с. самоиндукции в обмотке звонка не возникает. Падение напряжения на звонке будет меньше, чем в первом опыте. Оно недостаточно, чтобы вызвать горение неоновой лампы. Падение напряжения на лампе накаливания достаточно для ее горения.

264. При замыкании цепи падение напряжения на катушке больше из-за э. д. с. самоиндукции. Потенциал точки *В* больше потенциала точки *А*. Через гальванометр течет ток от *В* к *А*.

При размыкании цепи падение напряжения на катушке уменьшается из-за э. д. с. самоиндукции. Потенциал точки *А* больше потенциала точки *В*. Ток течет от *А* к *В*.

265. При наличии звонка происходит периодическое замыкание и размыкание электрической цепи. Это приводит к возникновению э. д. с. самоиндукции в катушке. Э. д. с. самоиндукции противодействует росту тока в цепи, и низковольтная лампа не накаливается. Эта же э. д. с., имея величину в несколько раз большую, чем напряжение батареи, вызывает свечение неоновой лампы.

При выключении звонка ток в цепи будет больше, чем в предыдущем случае, и он вызывает накал лампы, а неоновая лампа не светится, так как для нее напряжение батареи очень мало.

266. Нить лампы накаливается вследствие токов самоиндукции. В первом случае основная часть энергии передается из первичной катушки во вторичную и расходуется на возникновение разряда между электродами.

267. Опыт не противоречит закону индукции. В каждом отдельном участке возникает э. д. с. индукции. При этом в одной части э. д. с. имеет одно направление, а во второй — другое. Общая э. д. с. в проводнике равна нулю. Гальванометр тока не обнаруживает.

268. Под действием переменного магнитного поля, существующего вокруг катушки, в металлическом кольце возникают индукционные токи. Они и вызывают нагревание кольца.

Нагревание тел индукционными токами используется в электрометаллургии для плавки металла, нагревания деталей при их обработке (закалка, прокатка и т. д.).

269. Медное и алюминиевое кольца находятся в переменном магнитном поле. В каждом из них возникает э. д. с. индукции, а под действием ее — индукционные токи. Эти токи в кольцах имеют одинаковое направление. Параллельные токи одинакового направления при взаимодействии притягиваются.

270. В каждом из колец под действием переменного магнитного поля возникает э. д. с. индукции. В сплошном кольце благодаря э. д. с. возникает индукционный ток, магнитное поле которого взаимодействует с магнитным полем катушки с током. В результате взаимодействия (по правилу Ленца) сплошное кольцо подпрыгивает. В разрезанном кольце э. д. с. индукции возникает, но тока нет и кольцо остается в покое.

271. При вращении магнитов наблюдается изменение магнитного поля относительно алюминиевого сосуда. В нем возникают индукционные токи, магнитное поле которых взаимодействует с изменяющимся магнитным полем.

272. При вращении магнита относительно диска мы имеем вращающееся магнитное поле. В диске возникают индукционные токи (токи Фуко), магнитное поле которых взаимодействует с наводящим магнитным полем. В результате диск приходит в движение. Это явление используется в счетчиках электроэнергии, в спидометрах.

273. Неоновая лампа светится прерывисто, совершая 100 вспышек в 1 сек. Это обусловлено колебаниями напряжения в сети. Зрительное впечатление сохраняется в течение 0,1 сек. Промежутки времени, соответствующие затуханиям лампы, измеряются сотыми долями секунды. В результате зрительные впечатления от вспышек неоновой лампы не успевают исчезать. Мы видим непрерывное горение, когда она неподвижна.

При движении по окружности моменты, соответствующие вспышкам и затуханиям лампы, разделены в пространстве.

274. Емкость конденсаторов разная. Конденсатор большей емкости включен с лампой, которая горит ярче, и наоборот.

Конденсатор меньшей емкости обладает большим сопротивлением, что следует из формулы $R = \frac{1}{C\omega}$ (в опыте используются бумажные конденсаторы емкостью 2 и 8 мкф).

275. При всяком торможении ротора увеличивается возникающая в нем электродвижущая сила. Это приводит к росту индукционного тока в обмотке ротора и к усилению магнитного поля.

Магнитное поле ротора ослабляет магнитное поле статора. При уменьшении индукции магнитного поля уменьшается противозлектродвижущая сила в обмотках статора, которая должна уравновешивать напряжение сети. Поэтому ток в статоре увеличивается.

276. Будет гореть, если второй провод от лампочки идет к водопроводной трубе, к трубе отопительной системы. Здесь могут быть два случая: если линейное напряжение в сети 220 в, то

а) лампа, рассчитанная на 220 в, горит вполнакала;

б) лампа, рассчитанная на 127 в, горит полным накалом.

277. 1. Это можно выполнить с помощью лампы-пробника. Одним проводом от нее касаемся клеммы (гнезда розетки), а вторым — водопроводной трубы или водяного отопления. Если лампа горит, то к клемме (гнезду) подходит фазовый провод. Если она не горит, то — нулевой.

2. Это же можно проверить неоновой лампой. Касаемся пальцем винтовой нарезки цоколя неоновой лампы, а основанием цоколя — клеммы. Если лампа горит, то к клемме подходит фазовый проводник. Если она не горит, то — нулевой.

278. Ключи (шарик) находятся во вращающемся магнитном поле. В них возникают индукционные токи, магнитное поле которых взаимодействует с магнитным полем тока статора.

279. В первый момент происходит максимальное изменение потока магнитной индукции относительно катушки. В ней возникает максимальная э. д. с. При вращении катушки изменение потока индукции уменьшается.

Вращение катушки объясняется взаимодействием магнитного поля индукционного тока с магнитным полем тока статора. В разомкнутой катушке ток не возникает.

280. В катушках протекают токи, сдвинутые по фазе на 180° , т. е. их максимумы наступают в разное время. Магнитное поле этих токов вращающееся. Оно наводит в диске индукционные токи, магнитное поле которых взаимодействует с вращающимся магнитным полем. В результате диск приходит во вращение.

281. Первичная цепь состоит из катушки с лампой. Когда замыкаем сердечник, индуктивное сопротивление катушки возрастает, ток в цепи и накал лампочки уменьшаются.

282. В первом случае магнитные потоки катушек совпадают и в них возникает максимальная э. д. с. самоиндукции, из-за которой резко возрастает индуктивное сопротивление катушек.

Во втором опыте магнитные потоки направлены навстречу друг другу. Индуктивное сопротивление катушек мало, и ток в цепи резко возрастает, что и наблюдается.

284. Между полюсными наконечниками существует переменное магнитное поле, под действием которого в металлическом корпусе возникают токи Фуко, которые вызывают нагревание теплоприемника и воздуха в нем. В итоге давление воздуха в теплоприемнике увеличивается, что отмечает манометр.

285. Электрическая цепь представляет собой колебательный контур. При смещении якоря изменяется индуктивность контура, изменяется период собственных колебаний контура. При некотором значении индуктивности контура частота собственных колебаний совпадает с частотой вынуждающих колебаний. Наступает явление резонанса; напряжение на катушке и конденсаторе в отдельности оказывается выше внешнего в несколько раз, что отмечается горением неоновой лампы.

286. См. предыдущий ответ.

288. Катушка с конденсатором составляет колебательный контур. При изменении индуктивности и емкости мы изменяем период собственных колебаний контура. При некотором значении индуктивности и емкости контур оказывается настроенным в резонанс с частотой тока сети. В этом случае происходит «перекачивание» энергии из конденсатора в катушку и обратно. Амперметр показывает максимальный ток, а из внешней цепи контур почти не потребляет энергии, на что указывает прекращение горения лампы. Это явление получило название резонанса тока.

289. Отрицательно заряженное тело уменьшает напряженность электрического поля между анодом и катодом диода.

Во втором опыте также наблюдается уменьшение напряженности поля, так как рука человека, связанного с землей, имеет более низкий потенциал, чем анод.

290. Сетка расположена ближе к катоду. Это приводит к увеличению напряженности электрического поля, что следует из формулы $E = \frac{U}{d}$. Увеличение напряженности ведет к увеличению тока.

292. Дерево лучше проводит звук, чем воздух.

293. Движущиеся электроны отклоняются под действием магнитного поля, что и наблюдается в первых опытах. Корпус ЭО изготовлен не из ферромагнетика.

294. При замкнутом сердечнике магнитное поле замыкается внутри него. При разомкнутом происходит рассеяние магнитного поля, что и обнаруживается по возникновению синусоиды ЭО.

295. Проводник находится в магнитном поле, изменяющемся по закону синуса, поэтому в нем возникает э. д. с., изменяющаяся по тому же закону, что отмечает ЭО.

При изменении числа витков э. д. с. индукции изменяется по закону $E = n\varepsilon$, где ε — э. д. с. индукции одного витка, n — число витков и E — полная э. д. с.

При замыкании сердечника петля проводника пронизывается большим магнитным потоком.

296. При наличии сердечника, особенно замкнутого, большой магнитный поток пронизывает витки вторичной катушки. Без сердечника происходит большое рассеивание магнитного потока. Этот опыт хорошо доказывает значение сердечника и его замкнутости для повышения к. п. д. трансформатора.

297. Обратите внимание на электрическую цепь первичной обмотки катушки Румкорфа. Она представляет собой колебательный контур, в котором возникают электрические колебания. При разрыве цепи первичной катушки постоянный ток протекать не может, но переменный замыкается через конденсатор. Эти колебания возникают за счет энергии разрушающегося магнитного поля.

Замыкания и размыкания цепи периодически повторяются. Отсюда циклы затухающих колебаний следуют друг за другом и подаются на экран ЭО, где они накладываются. Частота генератора развертки подбирается равной частоте циклов. В результате на экране ЭО получаем неподвижную осциллограмму затухающих колебаний.

300. Газ, находящийся внутри лампы, содержит небольшое количество свободных электронов и положительных ионов, которые при отсутствии электрического поля двигаются хаотично. Под действием электрического поля заряды приобретают направленное движение; при соударениях с нейтральными молекулами вызывают их ионизацию, которая становится лавинной. В итоге возникают электрический разряд и свечение лампы. Свечение лампы около конденсатора и катушки доказывает наличие электрического поля около них.

Усиление свечения лампы при касании стола, трубы отопления или водопровода объясняется уменьшением сопротивления цепи: катушка, человек, лампа, земля.

303. 1. Горение неоновой лампы (лампы дневного света) происходит под действием электрического поля, которое существует около электродов электронной лампы. В закрытом колебательном контуре магнитное поле сосредоточено внутри и около катушки

самоиндукции, а электрическое поле сосредоточено внутри и около пластин конденсатора. Последнее явление доказывает опыт с неоновой лампой.

2. Ослабление свечения ламп объясняется уменьшением напряженности электрического поля около электродов электронной лампы и конца витка. Это обусловлено тем, что часть энергии из закрытого колебательного контура передается в открытый, а последний ее излучает.

3. Прикосновение руки к открытому контуру выводит его из резонанса. В результате уменьшается передача энергии из закрытого контура. Напряженность электрического поля растет, что отмечают лампы.

304. 1. Прикосновение руки к резонирующему контуру вызывает изменение его индуктивности и емкости, а это выводит его из резонанса.

2. Лист жести экранирует резонирующий контур от токов высокой частоты.

3. Часть энергии электромагнитного поля закрытого контура излучается открытым контуром. Отсюда резонирующий контур будет находиться в ослабленном электромагнитном поле, и в нем возникает меньший ток.

4. Изменяются индуктивность и емкость открытого контура, изменяется его собственная частота. При этом нарушается его настрой в резонанс с контуром генератора. Последний меньше излучает энергии через открытый контур.

5. Связь между открытым и закрытым контурами генератора ослабляется, излучение генератором уменьшается. Резонирующий контур будет находиться в усиленном электромагнитном поле, и в нем возникает больший ток.

6. См. ответ на пункт 4.

7. См. ответ на пункт 1.

8. См. ответ на пункт 5.

305. 1. Уменьшение угла отклонения стрелки гальванометра объясняется отражением электромагнитных волн от листа железа.

На опыте наблюдается частичный прием электромагнитных волн, что объясняется явлением дифракции, т. е. огибанием препятствия — листа железа электромагнитными волнами. Длина листа железа 1,25 м, длина электромагнитной волны, излучаемой генератором УВЧ, 2 м. Таким образом, размеры препятствия порядка длины электромагнитной волны. При этих условиях происходит явление дифракции, что и наблюдается в данном опыте.

2. Дерево является диэлектриком, через который электромагнитные волны проходят свободно, как и через воздух, который также является диэлектриком.

3. От человека, как от проводника, наблюдается отражение электромагнитных волн.

306. В первом случае контур проводника пронизывал больший магнитный поток. При этом возникала большая э. д. с. Во вто-

ром — контур проводника пронизывался меньшим магнитным потоком. В нем возникала меньшая э. д. с., в проводнике протекал меньший ток, что отмечала лампочка.

307. Цвет тела зависит от состава падающего света и от отражательных свойств тела. При освещении слабым желтым светом наблюдается серость материи, так как освещенность получается слабая. Отражение данного света от одних участков слабое, и они кажутся более темными; от других — сильнее, и они кажутся светло-серыми.

При освещении электрическим светом, содержащим в своем излучении все цветные лучи, мы наблюдаем различную окраску материи.

308. При освещении желтыми лучами последние практически отражаются одинаково от белого фона и рисунка, выполненного желтой краской. Последний сливается с белым фоном и перестает быть различимым. Желтый свет почти не отражается от зеленой краски. Рисунок, выполненный зеленой краской, становится черным на желтом фоне экрана. Он виден.

Аналогично объясняется рисунок в зеленых лучах.

310. Колба с воздухом представляет собой линзу, оптическая плотность которой меньше оптической плотности воды. Лучи света при переходе из воды в воздух удаляются от перпендикуляра, восстановленного к границе раздела двух сред.

311. Радужные кольца объясняются явлением дифракции. На частицах талька лучи отклоняются и интерферируют.

КРАТКИЕ ОТВЕТЫ НА ВИКТОРИНЫ

(Ответы на викторины № 3, 4, 5 даны в порядке расположения рисунков.)

Викторина № 3

Полет искусственного спутника происходит по инерции.

Стрельба из орудия происходит в результате взаимодействия снаряда и орудия через посредство пороховых газов. Причем снаряд, обладающий меньшей массой, приобретает большую скорость в одном направлении, а орудие, имеющее большую массу, приобретает меньшую скорость в другом направлении. Полет снаряда можно назвать действием, откат орудия — противодействием.

Подъем и плавание воздушного шара объясняются действием архимедовой силы.

На основании явления капиллярности горючее поднимается по капиллярам фитиля, что и обеспечивает горение спиртовки.

Подъем тарелки за куском мыла объясняется взаимодействием молекул.

Установившееся движение парашютиста будет равномерным, поскольку сила тяжести и сила сопротивления воздуха уравновешивают друг друга.

Перпендикулярность направления струек воды, бьющих из пожарного рукава, объясняется законом Паскаля.

Вода в перевернутой стеклянной трубке удерживается атмосферным давлением.

Действие чайника основано на принципе сообщающихся сосудов.

Явление отдачи, возникающее при взаимодействии тел, полезно в случае ракеты. Это же явление в случае стрельбы может принести неприятности (средний рисунок справа).

Явление трения и возникающая при этом теплота полезны при зажигании спичек. Эти же явления стремятся ослабить при обработке деталей на токарном станке, для чего используют эмульсию, которой поливают резец и место обработки детали (рисунок слева).

Давление движущегося воздуха в одних случаях полезно. Например, его используют для движения парусных лодок. В других — оно вредно и является силой сопротивления, которую приходится преодолевать. Например, крыло самолета делают обтекаемой формы.

Явление теплового расширения тел в одних случаях используют, например, в устройстве терморегуляторов утюгов (рисунок внизу); в других — принимают меры для предупреждения возможных разрушений, которые могут возникнуть в результате теплового расширения. Например, одна из опор мостовой фермы покоится на опорах (катках).

Термос сделан так, чтобы уменьшить потерю теплоты в окружающее пространство.

Радиатор — тепловой прибор — должен отдавать максимальное количество теплоты окружающему воздуху, поэтому его поверхность делают большой.

У растения имеются капиллярные сосуды, по которым поступает питание. В данном примере явление капиллярности полезно. На рисунке внизу слева землю взрыхляют, чтобы увеличить капиллярные сосуды и замедлить потерю влаги через испарение.

Электромагнит переносит железные листы, используется магнитное действие тока.

В электросварке используется тепловое действие тока.

Изолированный от земли электрометр имеет заряд.

Увеличение давления нефти при накачивании воды основано на законе Паскаля.

Магнитное поле вредно действует на правильный ход часов.

Электрическое поле используется для очистки воздуха.

При плохом контакте происходит разрушение изоляции у проводника, обусловленное тепловым действием тока.

Заземление бензовоза делается с целью предохранения от искрового разряда, обусловленного электростатическими зарядами, возникающими при движении бензовоза.

В электрическую цепь входят два проводника одинаковой длины и сечения, но обладающие разным сопротивлением. Первый проводник имеет большее сопротивление, и на нем больше напряжение; поэтому лампочка, подключенная параллельно к нему, горит ярко.

В автомобильной свече используется искровой разряд для воспламенения горючей смеси.

Два разнородных электрода, опущенные в речную воду, образуют гальванический элемент; поэтому гальванометр, замыкающий электрическую цепь, обнаруживает ток.

Проходя крутой поворот на большой скорости, автомобиль может по инерции съехать с дороги в кювет.

Железный стержень штатива, находясь в магнитном поле Земли, намагничивается. Причем на нижнем конце образуется северный магнитный полюс, и он притягивает южный полюс магнитной стрелки. На верхнем — южный магнитный полюс, и он притягивает северный полюс магнитной стрелки.

Викторина № 6

100° С — температура кипения воды (верхний рисунок слева).

0° С — температура таяния снега (второй рисунок снизу на левой стороне вклейки).

—273,16° С — температура абсолютного нуля по шкале Цельсия (термометр на правой стороне вклейки).

4190 дж механической работы нужно совершить для получения 1 ккал теплоты (нижний рисунок на левой стороне вклейки, слева).

22,4 л — объем, занимаемый грамм-молекулой любого газа при нормальных условиях (рисунок баллона с водородом).

+780° С — температура, при которой теряются магнитные свойства железа (рисунок с магнитом на правой стороне вклейки).

1033 см водяного столба — нормальное атмосферное давление (рисунок водяного барометра слева).

0,24 кал теплоты выделяется электрическим током в проводнике, когда ток совершает работу в 1 дж (рисунок, изображающий глажение белья электроутюгом, верхний на правой стороне вклейки).

760 мм рт. ст. — нормальное атмосферное давление иллюстрируется чашечным ртутным барометром и anerоидом, изображенными на правой стороне вклейки.

$9,81 \text{ м/сек}^2$ — ускорение свободного падения тел (второй рисунок слева, сверху).

$1,118 \text{ мг}$ — такое количество серебра откладывается на катоде при прохождении 1 к электричества через раствор соли серебра (нижний правый рисунок на левой стороне вклейки).

$6,02 \cdot 10^{23}$ — число молекул в грамм-молекуле любого газа (рисунок баллона с водородом).

$300\,000 \text{ км/сек}$ — скорость распространения света (нижний рисунок на правой стороне вклейки).

Викторина № 7

$75,5 \text{ дин/см}$ — поверхностное натяжение воды при 0°С (средний рисунок внизу вклейки).

$11,2 \text{ км/сек}$ — вторая космическая скорость (верхний правый рисунок вклейки).

$6,67 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/(\text{г} \cdot \text{сек}^2)$ — гравитационная постоянная (верхний левый рисунок вклейки).

$12 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$ — коэффициент линейного расширения железа, иллюстрируется компенсатором в паропроводе.

$4,8 \cdot 10^{-10}$ — заряд электрона в электростатической системе единиц (нижний левый рисунок вклейки).

96 494 — число Фарадея, указывает, какое количество электричества в кулонах протекает через электролит при выделении на электроде одного грамм-эквивалента вещества (средний рисунок сверху вклейки).

1620 лет — период полураспада радия (второй рисунок сверху на правой стороне вклейки).

$7,9 \text{ км/сек}$ — первая космическая скорость.

1,33 — коэффициент преломления воды (средний рисунок на правой стороне вклейки).

332 м/сек — скорость распространения звука в воздухе при 0°С (нижний правый рисунок вклейки).

$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$, или 539 кал/г — удельная теплота парообразования воды (второй рисунок сверху на левой стороне вклейки).

$3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, или 80 кал/г — удельная теплота плавления льда (третий рисунок сверху на левой стороне вклейки).

Викторина № 8

$127 \div 220 \text{ в}$ — напряжение, под которым горят электрические лампы.

$12\,000 \div 15\,000 \text{ в}$ — напряжение между электродами свечи автомобильного двигателя.

- 1000 в — напряжение между электродами газосветных трубок.
 600 в — напряжение тока в проводах троллейбусной линии.
 $0,3 \div 2,5$ в — напряжение между электродами электролизной ванны при получении чистой меди.
 $10^{-5} \div 10^{-7}$ в — напряжение, возникающее в витках рамочной антенны радиоприемника.
 До 100 000 в — напряжение между полюсами электрофорной машины.
 До 10 000 000 в — напряжение между шарами электростатического генератора Ван-дер-Граафа.
 400 000 в — напряжение тока, передаваемого по проводам высоковольтной линии.
 30 в — напряжение между электродами электрической дуги.
 12 в — напряжение аккумуляторной батареи автомобиля.
 1,5 в — напряжение гальванического элемента.
 4,5 в — напряжение батарейки карманного фонаря.

Викторина № 9

(Рисунки на левой стороне вклейки.)

Взаимодействие Солнца и вращающейся вокруг него планеты определяется по закону всемирного тяготения (формула 1).

На втором рисунке изображено накачивание камеры мяча воздухом, различные состояния которого для одной и той же массы при постоянной температуре определяются формулой 5.

Ходу лучей в перископе соответствует формула 12.

При взаимодействии двух тел ускорения, приобретаемые телами, обратно пропорциональны их массам (формула 15).

Момент силы, действующей на вращающееся маховое колесо, вычисляют по формуле 8.

Температуру смеси из горячей и холодной воды вычисляют по формуле 9.

Кажущееся преломление ложки объясняется преломлением света при переходе из одной среды в другую (формула 4).

Кинетическую энергию ударяющегося о препятствие снаряда определяют по формуле 6.

(Рисунки на правой стороне вклейки.)

Величина тока в неразветвленной части цепи равна сумме величин токов в параллельно соединенных проводниках, что соответствует формуле 3.

Период колебания маятника (рисунок с часами) определяют по формуле 16.

Силу, действующую на грузы центробежного регулятора, вычисляют по формуле 2.

Металлический мост при изменении температуры изменяет свою длину, что соответствует формуле 13.

Частоту звуковой волны при удалении источника звука от приемника (рисунок с электровозом) вычисляют по формуле 14.

Отклонение магнитной стрелки под действием магнитного поля тока. Величину индукции магнитного поля бесконечного прямолинейного проводника с током определяют по формуле 11.

Силу удара клюшки по шайбе определяют по второму закону Ньютона (формула 10).

Чайник с водой нагревается за счет теплоты, выделяемой проводником с током. Количество теплоты вычисляют по формуле 7.

Викторина № 10

(Рисунки на левой стороне вклейки.)

В электрическом паяльнике используется тепловое действие тока. При устройстве трансформатора его стремятся уменьшить, поэтому сердечник делают из пластин (верхний рисунок справа).

На среднем рисунке (вверху) изображено тепловое реле из биметаллической пластинки. В нем используется деформация при тепловом расширении тел.

В железнодорожном транспорте, учитывая тепловое расширение тел, рельсы укладывают с зазором, чтобы не произошло деформации железнодорожного пути.

Буфер железнодорожного вагона служит для смягчения ударов между вагонами, что происходит благодаря наличию у буфера жесткой пружины. В результате удар передается дальше ослабленным.

Фундамент для сейсмографа (средний рисунок на правой стороне вклейки) делают таким, чтобы колебания земной коры передавались ему без искажений и никакие дополнительные колебания в нем не возникали.

Действие гидравлического пресса основано на законе Паскаля, в нем давление жидкости повышают.

Водопроводный кран делается так, чтобы гидродинамическое давление воды при закрывании крана уменьшалось постепенно.

Внешний рельс на поворотах укладывают выше внутреннего. Благодаря этому возникает составляющая силы тяжести, направленная к центру вращения, под действием этой силы изменяется направление движения поезда. Иначе поезд может на повороте сойти с рельсов за счет инерции.

Явление инерции используется при вращательном движении для автоматического регулирования числа оборотов вала двигателя (первый верхний рисунок на правой стороне вклейки).

(Рисунки на правой стороне вклейки.)

Магнето дает ток высокого напряжения, которое необходимо для получения искрового разряда в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания. Один из проводов цепи высокого напряжения соединен на массу (металлические части магнето, двигателя). Внизу изображен участок линии высокого напряжения. Провода этой линии изолированы от массы мачты, которую делают из металла.

Явление отдачи лежит в основе реактивной техники, а при стрельбе из орудий это же явление стремятся уменьшить.

Чтобы уменьшить трение, соприкасающиеся поверхности подшипников и вала делают гладкими и смазывают (нижний рисунок слева).

При торможении колес автомобиля увеличивают трение путем раздвигания и прижатия колодок к тормозным барабанам (нижний рисунок справа).

Викторина № 11

Формуле 1 соответствует рисунок 11.

Формуле 2 соответствует последовательное соединение элементов в батарею (рис. 8).

Формуле 3 соответствует параллельное соединение конденсаторов (рис. 14).

Формуле 4 соответствует рисунок трансформатора (рис. 5).

Формуле 5 соответствует рисунок ракеты (рис. 12).

Формуле 6 соответствует рисунок колебательного контура детекторного приемника (рис. 1).

Формуле 7 соответствует рисунок 6. Деформацию растяжения троса под действием груза определяют по вышеуказанной формуле.

Формуле 8 соответствует рисунок 3.

Формуле 9 соответствует рисунок 10.

Формуле 10 соответствует рисунок катушки (рис. 9), во второй обмотке которой возникает э. д. с. индукции при изменении магнитного поля в результате замыкания и размыкания цепи первичной обмотки.

Формуле 11 соответствует рисунок 7.

Сила, действующая со стороны электрического поля на заряд, равна произведению величины заряда на напряженность поля (формула 12), чему соответствует рисунок трубки с электродами (рис. 13).

По формуле 13 определяется высота поднятия жидкости в капиллярном сосуде, этому соответствует рисунок пахоты (рис. 2), при которой увеличивается диаметр капиллярных сосудов.

Формула 14 выражает связь между силами, действующими на рычаг, и его плечами, чему соответствует рисунок 4.

1. Подставка со стаканом приведена во вращательное движение.
2. Левый электрод соединен с отрицательным полюсом, а правый — с положительным.
3. Между свечой и экраном поставили второй экран с малым отверстием, в результате чего на экране возникла дифракционная картина.
4. Сердечник внесли в катушку с током.
5. Тележка перемещается ускоренно вправо.
6. Температуру мяча понизили до такой степени, при которой резина стала хрупкой и мяч под давлением удара разрушился.
7. Стержень, упирающийся в стрелку, нагрели. В результате он удлинился и вызвал перемещение стрелки.
8. Паровоз перемещается вправо. Для человека, находящегося на земле впереди паровоза, звук будет более высокого тона.
9. Металлический диск под магнитом стали вращать. В результате магнит пришел в круговое движение.
10. В горлышко бутылки вдули струю воздуха.
11. Свет, излучаемый свечой, пропустили через пары натрия, которые имеют температуру ниже температуры свечи. На экране получили спектр поглощения паров натрия.
12. Доска с маятником:
 - а) движется вверх с небольшим ускорением (верхний рисунок);
 - б) падает с ускорением, равным ускорению свободного падения (нижний рисунок).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Билимович Б. Ф. Физические викторины. М., «Просвещение», 1964.
- Грабовский М. А. Лекционные демонстрации по физике. Вып. 2. М., Гостехиздат, 1948.
- Грабовский М. А. Лекционные демонстрации по физике. Вып. 3. М., Гостехиздат, 1949.
- Донат Б. Физика в играх. М., Детиздат, 1937.
- Державина М. С. Вечера физики и техники в средней школе. М., Учпедгиз, 1960.
- Зиббер В. А. Задачи-опыты по физике. М., Учпедгиз, 1953.
- Карпинский Г. К. После уроков. Свердловск, Среднеуральское кн. изд-во, 1964.
- Компаниец В. Г. Игры и развлечения. М., Госкультпросветиздат, 1956.
- Мамаев Г. После уроков. Л., «Молодая гвардия», 1950.
- Малафеев Р. И. Вечера занимательной физики в школе. Пермское кн. изд-во, 1962.
- Покровский С. Ф. Опыт и наблюдения в домашних заданиях по физике. М., Изд-во АПН РСФСР, 1951.
- Перельман Я. И. Знаете ли вы физику? М., ОНТИ, 1935.
- Пять минут на размышление. М., Госкультпросветиздат, 1950.
- Соколова Е. Н. Простой физический опыт. М., «Просвещение», 1969.
- Тульчинский М. Е. Сборник качественных задач по физике. М., Учпедгиз, 1961.
- Флит Г. А. и Длугач И. Я. Веселый спутник. Вологодское кн. изд-во, 1960.
- Чкаников И. Н. Игры и развлечения. М.—Л., Детгиз, 1953.
- Чкаников И. Н. 500 игр и развлечений. М., Госкультпросветиздат, 1949.
- Шпрокхоф Г. Эксперимент по курсу элементарной физики. Ч. 2 и 3. М., «Просвещение», 1965.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
<i>Введение</i>	5
ОПЫТЫ	
Первоначальные сведения о строении вещества	8
Движение и силы	9
Взаимодействие тел	—
Инерция	11
Сила тяжести. Давление	13
Равновесие тел	14
Давление газа	15
Сила трения	—
Силы взаимодействия между молекулами	16
Давление жидкостей и газов	18
Передача давления жидкостями и газами	—
Вес воздуха. Атмосферное давление	21
Архимедова сила. Условия плавания тел	27
Закон Бернулли	31
Работа и мощность. Теплопередача и работа	34
Внутренняя энергия. Способы изменения внутренней энергии	—
Способы передачи теплоты	35
Изменения агрегатных состояний вещества	37
Тепловые двигатели	39
Строение атома	40
Электризация тел	—
Два рода зарядов. Взаимодействие зарядов	41
Электрическое поле. Электризация через влияние	43
Электрическое поле. Потенциал	45
Сила тока, напряжение, сопротивление	50
Ток как движение электрических зарядов в электрическом	—
поле	53
Гальванические элементы и аккумуляторы	57
Сопротивление. Удельное сопротивление. Реостаты	57
Последовательное и параллельное соединение проводников	58

Работа и мощность тока	59
Электромагнитные явления	65
Магнитное поле тока	—
Постоянные магниты	66
Магнитное поле Земли	69
Электромагнитная индукция	—
Переменный ток	75
Опыты с электронным осциллографом	81
Опыты с трансформатором Тесла	83
Опыты с генератором УВЧ	85
Опыты по оптике	86
Опыты с жидким кислородом	87
Опыты по автоматике	88

ВИКТОРИНЫ

Пояснения к викторинам	113
пояснения к опытам	116
КРАТКИЕ ОТВЕТЫ НА ВИКТОРИНЫ	142
Список использованной литературы	150

ИБ № 40

Леонид Александрович Горев

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ ПО ФИЗИКЕ

Редактор Л. С. Мордовцева
Художник Лухин С. Ф.
Художественный редактор Т. А. Алябьева
Технический редактор Н. Н. Махова
Корректоры А. А. Рукусуева, В. Г. Соловьева

Сдано в набор 16/IV 1976 г. Подписано к печати 11/I 1977 г. 60×90^{1/16}.
Бумага типогр. № 1. Печ. л. 9,5+вкл. 1 п. л.+форзац 0,25. Уч.-изд. л.
9,7+вкл. 0,95+форзац 0,46. Тираж 100 тыс. экз. Заказ 6387.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение»
Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам
издательства, полиграфии и книжной торговли. Москва, 3-я проезд
Марьиной рощи, 41.

Типография изд-ва «Горьковская правда», г. Горький, ул. Фигнер, 32.

Цена 56 коп.