



Г. К. КАРПИНСКИЙ

КРУЖОК ЮНЫХ ФИЗИКОВ

СВЕРДЛОВСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

1955

Г. К. КАРПИНСКИЙ

КРУЖОК ЮНЫХ ФИЗИКОВ

СВЕРДЛОВСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1955



В этой книге автор — преподаватель школы № 9 города Свердловска — обобщает интересный опыт внеклассных занятий с учащимися — членами кружка «Юные физики», рассказывает об организации школьной мастерской-лаборатории, описывает приборы и модели, изготовление которых по силам каждому физическому кружку.

В книге, подготовленной с учетом школьной учебной программы, читатели найдут также описание опытов, лабораторных занятий, электромонтажных и электроарматурных работ, схем-задач.

Книга рассчитана на преподавателей, руководителей кружков и учащихся старших классов школ. Она может оказать значительную помощь в политехническом обучении.

*«Стране социализма барчат не надо.
Нужны умелые руки в быту и на всякой
работе, в том числе и на технической
работе».*

Н. К. КРУПСКАЯ

I. ОРГАНИЗАЦИЯ ШКОЛЬНОЙ МАСТЕРСКОЙ

Директивами XIX съезда партии по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 годы перед советской школой поставлена задача создать учащимся условия для свободного выбора профессии. С этой целью предложено приступить к осуществлению политехнического обучения и провести мероприятия, необходимые для перехода к нему.

Значит ли это, что школа должна давать какую-либо профессиональную подготовку своим выпускникам? Конечно, нет. Речь идет о том, чтобы школа осуществляла такое обучение, которое в дальнейшем поможет юношам и девушкам выбрать профессию и быстрее и лучше овладеть ею. В процессе политехнического обучения школьники знакомятся с общими основами современного производства, с принципами организации социалистической индустрии и социалистического сельского хозяйства, учатся обращаться с некоторыми наиболее важными орудиями труда, подробнее узнают о наиболее распространенных в современной технике машинах и механизмах, о применении законов физики, химии, математики и других наук в производственных процессах.

Все это расширяет общий кругозор учащихся, прививает им определенную трудовую культуру, необходимую каждому человеку независимо от будущей его специальности.

Наша школа должна не только вооружать своих воспитанников теоретическими знаниями основ наук, раскрывая перед ними непрерывную связь науки с жизнью, но и обучать их искусству применения полученных знаний на практике.

Почетное место при решении задач политехнического обучения принадлежит школьному курсу физики, как науке, знакомящей учащихся с простейшими формами движения материи, с основами современной техники.

Но иногда на уроках физики можно наблюдать беспомощность школьников в решении самых элементарных задач и почти полное отсутствие трудовых навыков.

Многие учащиеся не могут, например, устранить простейшие неисправности электрической цепи (поставить в розетку перегоревший плавкий предохранитель, сменить испорченный электрический патрон и т. п.), хотя, казалось бы, хорошо усвоили материал по теме «Электричество» в курсе физики.

Ликвидировать существующий разрыв между теоретическими знаниями и практическими навыками учащихся можно многими путями и методами. Одним из таких методов является организация различных предметных кружков.

Практическая работа в кружках обогащает учащихся полезными, нужными знаниями, помогает лучше учиться и направляется таким образом, чтобы школьники в весьма доступной форме ощущали органическую связь науки с жизнью.

Опыт многих школ показывает, что работа в кружках может идти успешно лишь тогда, когда имеются необходимые условия для ее развертывания, то есть речь идет о создании рабочих коммун или политехнических мастерских.

В рабочей комнате дети приобретают навыки в обработке дерева и металлов, электромонтаже, знакомятся с технологическими свойствами различных материалов, применением их в народном хозяйстве, учатся правильно обращаться с инструментами, причем не только с ручными, но и с электрифицированными.

В физическом кабинете школы № 9 города Свердловска с 1948 года стоял старый токарный станок. Специальное место для него было трудно выделить, и приходилось тесниться в кабинете, но учащиеся с большим увлечением работали на станке.

Вопрос о выделении специального помещения для школьных мастерских неоднократно поднимался перед дирекцией школы. И только летом 1952 года были приняты первые меры к созданию школьной рабочей комнаты.

Администрации школы удалось получить 6 столярных верстаков и часть инструмента. Под школьную мастерскую была выделена бывшая гардеробная площадью в 40 кв. м, расположенная рядом с «хозяйственной» мастерской. Комнату отремонтировали, составили план размещения оборудования (рис. 1). По стенам, на высоте 1,8—2 м, прибили полки для хранения готовых изделий и деревянные стеллажи для поделочного материала (сухих досок, реек, брусев).

Большую помощь школе в создании мастерских оказали комсомолы шефствующих организаций. Без каких-либо затрат они капитально отремонтировали и установили токарно-винторезный станок по металлу, сверлильный и настольно-фрезерный станки, произвели монтаж силовой электролинии, сделали электропроводку (на 36 вольт) к рабочим местам у станков, у

слесарного верстака и электромонтажного стола, установили два понижающих трансформатора на 36 вольт, отремонтировали микрометры и штангенциркули и изготовили режущий инструмент для слесарно-токарных работ.

Шефы передали школе для мастерских различные оборудование, а кое-что, например, универсальный деревообрабатывающий станок, токарный станок по дереву и циркулярную пилу, выделили во временное пользование.

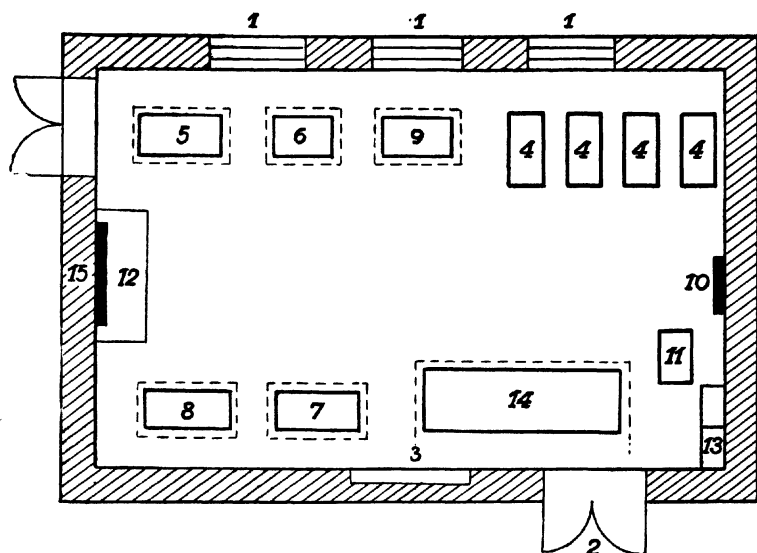


Рис. 1. Размещение оборудования в рабочей комнате.

1 — окно; 2 — дверь; 4 — столлярные верстаки; 5 — токарный станок по металлу; 6 — сверлильный станок; 7 — циркулярная пила; 8 — электрорубанок; 9 — токарный станок по дереву; 10 — классная доска; 11 — стол для учителя; 12 — монтажный стол; 13 — шкафы для инструментов; 14 — слесарный верстак (пунктиром указано защитное ограждение).

Пока шефы и родительский комитет очень энергично создавали условия для работы в школьных мастерских, нам удалось добиться выделения под мастерские двух смежных комнат. Таким образом, общая площадь мастерской стала равняться 170 кв. м.

Распределение оборудования к этому времени весьма существенно изменилось. Мы смогли выделить одну комнату для столлярной мастерской. В ней разместили 8 столлярных верстаков, монтажный стол, классную доску, стол для учителя и шкафы для хранения инструмента. Другую комнату оборудовали для слесарно-механических работ. В ней поставили токарно-винторезный станок по металлу, сверлильный и настольно-фрезерный

станки, слесарный верстак на 6 рабочих мест, электромонтажный стол на три рабочих места, точило, шкаф для инструментов, стол для инструктора. Комнату, расположенную между столярной и слесарно-механической мастерской, выделили под «подсобный цех», разместив здесь деревообрабатывающий станок, токарный станок по дереву, электрический рубанок, циркулярную пилу, точило, муфельную печь (она нужна для закалки и отжига, а также для плавки некоторых металлов), столярный верстак, стеллажи для материала, шкаф для хранения инструмента.

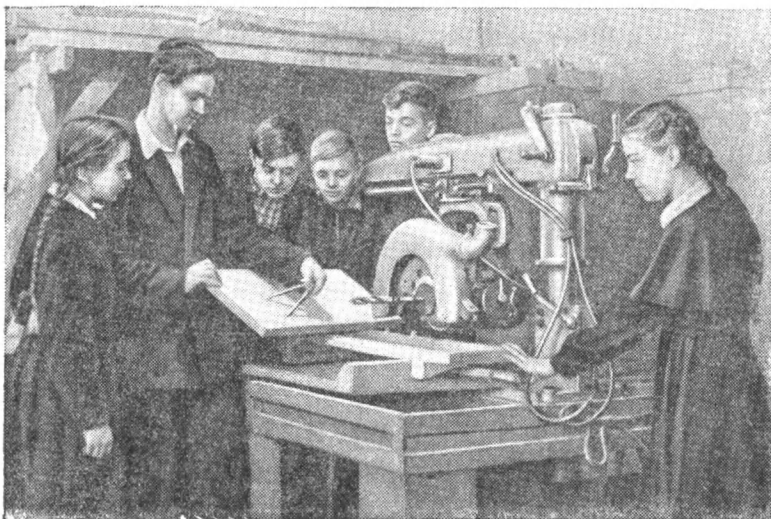


Рис. 2. Школьники знакомятся с устройством универсального деревообрабатывающего станка.

Токарный и сверлильный станки, циркулярную пилу и электрорубанок надо было обязательно огородить, — этого требовала техника безопасности, а огораживать было нечем. Не оказалось и предохранительной сетки для слесарного стола. Над монтажным столом (на рис. 1 он обозначен цифрой 12) шефы установили электрический распределительный щит. Работать в первое время можно было только на столярных верстаках.

Несмотря на это, мастерские школы № 9 открылись в сентябре 1952 года. В полную нагрузку они начали работать несколько позже, когда был закончен монтаж всего оборудования.

Областная молодежная газета «На смену!» писала 26 октября 1952 года:

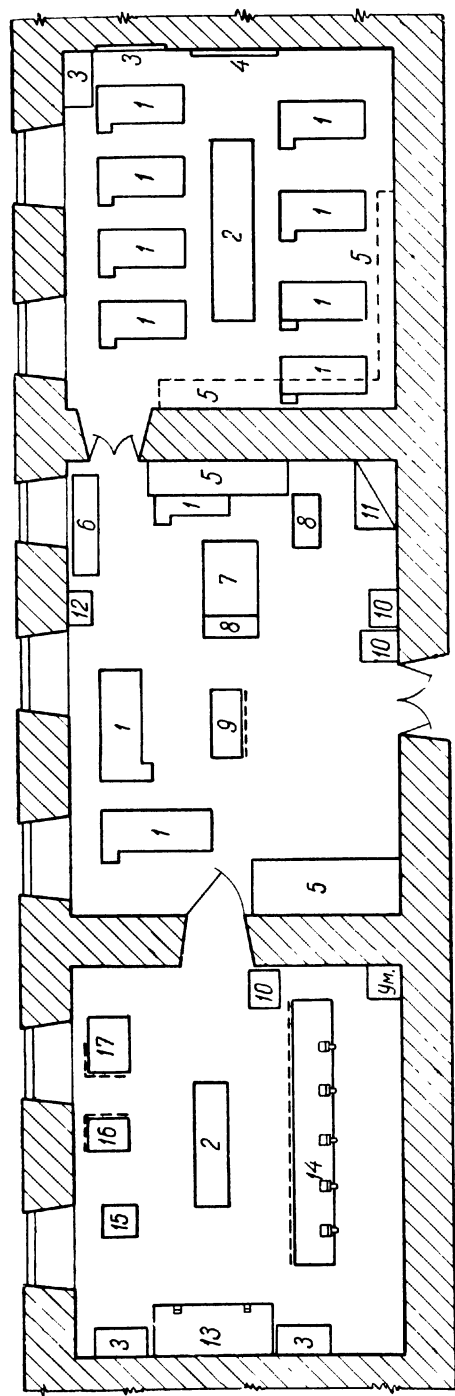


Рис. 3. Размещение оборудования в мастерской-лаборатории, состоящей из трех комнат.

1. Столярный верстак. 2. Монтажный стол. 3. Шкаф для инструментов. 4. Класная доска. 5. Полки для изделий. 6. Токарный станок по дереву. 7. Универсальный станок по дереву. 8. Электрорубанок. 9. Циркулярная пила. 10. Точило. 11. Муфельная печь. 12. Электрический щит. 13. Электромонтажный стол. 14. Слесарный верстак. 15. Фрезерный станок. 16. Сварочный аппарат. 17. Токарный станок по металлу.

«Все больше приходит учащихся в рабочую комнату свердловской школы № 9. Она еще полностью не оборудована, и ребята принимают живое участие в устройстве своей мастерской.

В распоряжении школьников — универсальный станок по обработке древесины, токарный станок, рабочие столы с тисками, комплекты столярных инструментов.

Когда дети научатся работать на этих станках и пользоваться инструментами, они будут изготавливать различные наглядные пособия и приборы для учебных кабинетов школы».

Через школьную мастерскую-лабораторию еженедельно проходило 420 кружковцев — любителей физики, химии, географии. Всего работало 28 кружков.

II. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ МАСТЕРСКОЙ-ЛАБОРАТОРИИ

На общем собрании всех руководителей кружков мы договорились о том, что:

1. Каждому кружковцу, идущему работать в мастерскую-лабораторию, руководитель дает определенное задание не в рабочей комнате, а в своем кабинете, на занятии кружка.

2. Раньше чем приступить к выполнению полученного задания, школьник должен составить чертеж или эскиз будущего прибора, макета, модели.

3. Независимо от того, что занятия по столярному и слесарному делу проводят инструкторы, руководители кружков обязательно должны присутствовать на занятиях.

4. Станки и различные приспособления включает руководитель кружка, а кружковцы могут это делать лишь по индивидуальному разрешению, после изучения машин и обязательно под присмотром руководителя.

5. Занятия в мастерской проходят по особому расписанию, во внеурочное время, один раз в неделю, в течение двух часов.

6. В лаборатории-мастерской работают только желающие (из членов различных кружков).

7. Староста получает у руководителя инструменты и по окончании работы сдает их обратно.

8. Дежурные уходят последними, оставляя помещение прибранным.

9. Перед окончанием занятий каждый член кружка приводит в порядок свое рабочее место. Он должен убрать инструмент, смести опилки, стружки и пыль со станка.

10. Занятия должны начинаться и заканчиваться точно по расписанию. Учащиеся входят в мастерскую и уходят из нее только организованно, всем кружком.

11. Не выполняющим все эти правила запрещается посещать мастерскую.

Первые занятия в мастерской-лаборатории

Каждый кружок начинал свои занятия с экскурсии по мастерской. Учеников знакомили с оборудованием рабочей комнаты, давали краткую общую характеристику каждого станка и его технических данных, включали станки, показывали их в действии.

Мы поставили перед собой задачу осуществления политехнических принципов обучения не только в классе, на уроках, но и в рабочей комнате. А это означало, что каждый учащийся, изготавливающий ту или иную модель, тот или иной прибор, должен прежде всего познакомиться с принципами их действия и только после этого приступать к изготовлению.

Поскольку при моделировании почти каждого прибора юным физикам приходится иметь дело с деревом, то мы договорились, что все кружковцы обязательно знакомятся с обработкой древесины. Занятие ведет инструктор по столярному делу в присутствии руководителя кружка. Но прежде проводится беседа по технике безопасности.

Учащиеся узнают о причинах травматизма при работе в столярных и слесарно-механических мастерских (поражение электрическим током от общей проводки и электрооборудования станков, ушибы и ранения деталями и неисправными инструментами, срывающимися во время работы, засорение глаз и дыхательных путей и т. д.) и изучают инструкцию по технике безопасности.

После этого мы знакомим членов кружка с понятием «рабочее место», рассказываем о влиянии рациональной организации рабочего места на производительность труда и качество продукции, о правилах ухода за оборудованием.

Таким путем внимание детей при первом же посещении мастерской-лаборатории направляется на серьезное отношение к технике и осторожное обращение с ней. Беседы о правильной организации рабочего места воспитывают у учащихся чувство коллективизма, товарищества; каждый знает, что после него в рабочую комнату придет другой школьник, будет пользоваться тем же инструментом и, значит, нужно бережно обращаться с ним.

После организационных бесед было проведено первое занятие кружка по столярному делу. На этом занятии мы рассказали учащимся о свойствах древесины — крепости, твердости, упругости и о пороках ее — кривизне ствола, косослое, сучковатости, трещинах, гнили¹.

Члены кружка познакомились с простейшими столярными инструментами и приемами работы с ними, узнали, как нужно

¹ О свойствах древесины и способах ее обработки рассказывается подробно в книге «Юные физики», изданной Свердловским книжным издательством в 1953 году (стр. 18, 25—29).

затачивать и заправлять инструменты, устранять различные неполадки.

На подобные занятия (всего их было пять) отводилось десять часов. В каждом занятии 30—35 минут занимали беседы, а в остальное время школьники выполняли задания, учились обращаться с инструментами.

После объяснения, например устройства пилы, дети отпиливали нужную заготовку. Чтобы дать им возможность научиться хорошо владеть пилой, а вместе с тем и израсходовать немного материала, руководитель кружка обычно рекомендовал брать заготовку несколько большего размера, чем требовалось. Это позволяло ученику сделать не одно, а значительно больше упражнений при отпиливании доски или бруска. Конечно, перед тем как отпилить какую-либо заготовку, ученик обязательно отмечал ее размеры метром или линейкой, а затем по угольнику проводил черту карандашом.

Впоследствии, когда члены кружка могли уже хорошо владеть пилой, им не разрешалось брать заготовку больше того размера, который указан на чертеже.

Постепенно учащиеся освоили и приемы работы с рубанком. Умение и навыки, приобретаемые от занятия к занятию, совершенствовались и вместе с тем становились все более разнообразными. Поэтому мы сочли возможным показать членам кружка, как нужно обращаться с различными механизмами. Прежде всего объяснили, как затачиваются инструменты на электроточиле, и обучили приемам работы на сверлильном станке.

И снова видное место в беседах отводилось технике безопасности. Так, например, при заточке инструмента на точильном станке рекомендовалось подводить подручник ближе к кругу, пользоваться защитными очками, не нажимать сильно на рычаг при сверлении сквозных отверстий, не ускорять остановку станка нажимом руки на шпиндель, патрон или приводной ремень.

Запрещалось также держать в руках тряпки при работе на сверлильном станке или на электрическом точиле, браться за движущиеся части станка и режущий инструмент, переводить для ускорения работы приводной ремень с одного шкива на другой и т. д.

Ученики восьмых и девятых классов, посещавшие мастерскую, значительно быстрее допускались к работе на токарном станке по дереву, но опять-таки при условии соблюдения правил техники безопасности. При подаче материала на циркулярную пилу учащийся мог стоять только сбоку, чтобы в него не попал отброшенный материал или же оторвавшийся зуб пилы; запрещалось механическим путем распиливать маленькие куски фанеры и досок, уходить, не выключив станок, и т. д.

Учащиеся не просто «строгали» и «пилили» в столярной мастерской, а выполняли вполне определенные задания, имея пе-

ред собой ясную цель, зная, что и для чего надо делать, каким путем, какими инструментами. Одновременно юные техники знакомились с элементами материаловедения и простейшей технологией. Из подготовленных разрозненных частей и деталей они постепенно собирали приборы, макеты и модели, затем окрашивали их или покрывали прозрачными составами — лаками и политурами, водными растворами красок¹.

Знакомство членов кружка со слесарно-механической мастерской тоже началось беседой по технике безопасности. Работающий на станке обязан был твердо усвоить, в каком порядке и



Рис. 4. У токарного станка.

как включаются части управления станка, научиться использовать защитные ограждения и приспособления, устанавливать прочно обрабатываемые детали.

Юным физикам запрещалось одеваться и раздеваться возле работающего станка, оставлять ключ в патроне, передавать и принимать что-либо через станок, переключать скорости, тормозить станок руками, устанавливая или укрепляя резец и обрабатываемую деталь.

Из станков, стоявших в слесарно-механической мастерской, был прежде всего изучен токарно-винторезный. Члены кружка узнали, что станок — не особенно новой конструкции, так как имеет ступенчатый шкив и перебор. Ступенчатые шкивы не-

¹ Некоторые приборы, изготовленные учащимися в мастерской, описаны в книге «Юные физики» (Свердловское книжное издательство, 1953).

удобны тем, что дают малое число изменений скоростей, и переброска ремня с одной пары ступеней на другую требует много времени. Станки же более совершенной конструкции, которых, к сожалению, нет в мастерской, имеют коробку скоростей.

С кинематической схемой станков новой конструкции мы и знакомим членов кружка, при этом еще раз напоминаем об отличии таких станков от нашего токарно-винторезного станка, говорим о назначении основных его частей — суппорта, передней и задней бабки, станины, привода. Школьники изучают резец и его геометрию, длительное время тренируются, останавливая и пуская в ход станок.



Рис. 5. Учащиеся производят пайку столбов для макета высоковольтной электролинии.

Работа в слесарно-механической мастерской значительно расширяет кругозор учащихся, и им становятся более понятны многие законы физики.

Так, при обточке деталей юные техники убеждаются в том, что механическая энергия переходит в тепловую и что рабочая часть любого режущего инструмента, в том числе и резца, представляет собой клин, наблюдают примеры сложного движения (суппорт и резец), вращательного (движение детали) и поступательного (движение режущего инструмента).

Со временем кружковцы научились обрабатывать цилиндрические поверхности, необходимые для определения удельной теплоемкости калориметрическим способом, точить оси для моделей электромоторов и маятников Максвелла, сердечники к электромагнитам и т. д.

С первых же занятий каждый член кружка должен иметь при себе простенький чертеж или эскиз того прибора, который он хотел бы сделать самостоятельно. Старшие учащиеся, рабо-

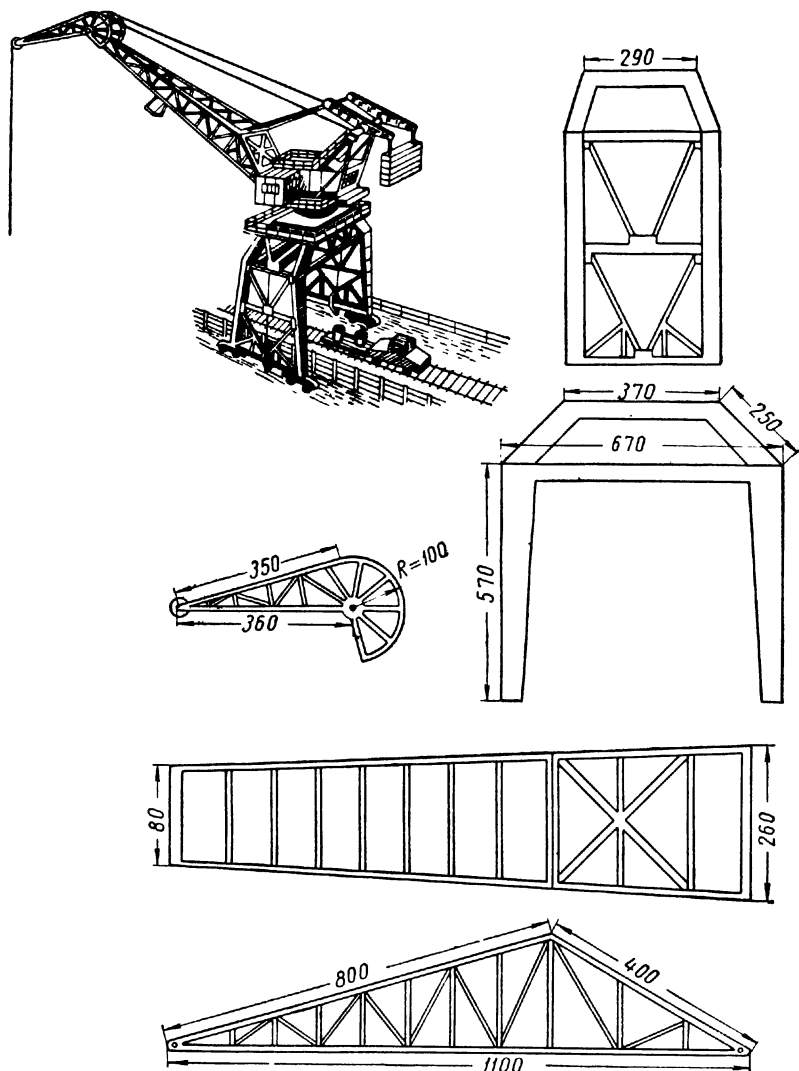


Рис. 6. Эскиз и чертеж портального крана, выполненные членами кружка.

тающие в слесарно-механической мастерской, знакомятся с техническими чертежами и простейшими технологическими картами.

Чертежи выполняются индивидуально или коллективно. Так, например, учащиеся десятых классов построили модель

портального крана. Перед изготовлением модели был сделан эскиз и составлены рабочие чертежи (рис. 6).

Занятия в мастерской требуют от кружковцев умения и навыков работы с такими измерительными инструментами, как штангенциркуль и микрометр. Поэтому много внимания мы уделяем

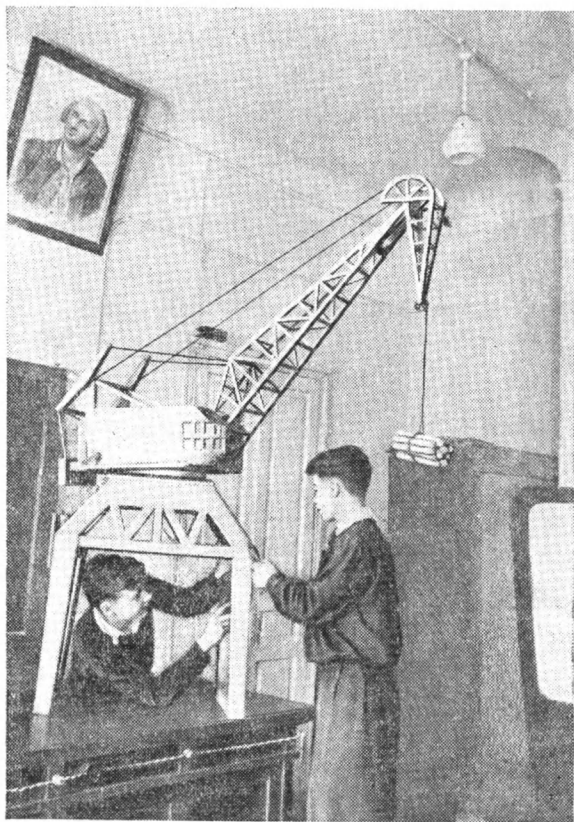


Рис. 7. Учащиеся заканчивают сборку портального крана.

и практическим занятиям по измерению и разметке заготовок отдельных деталей.

Из более опытных юных физиков старших классов нам удалось подготовить руководителей для кружков «Умелые руки». Члены этих кружков также занимаются в мастерской-лаборатории и изготавливают различные простенькие приборы по изучаемому в четвертых классах материалу в курсе «Неживой природы».

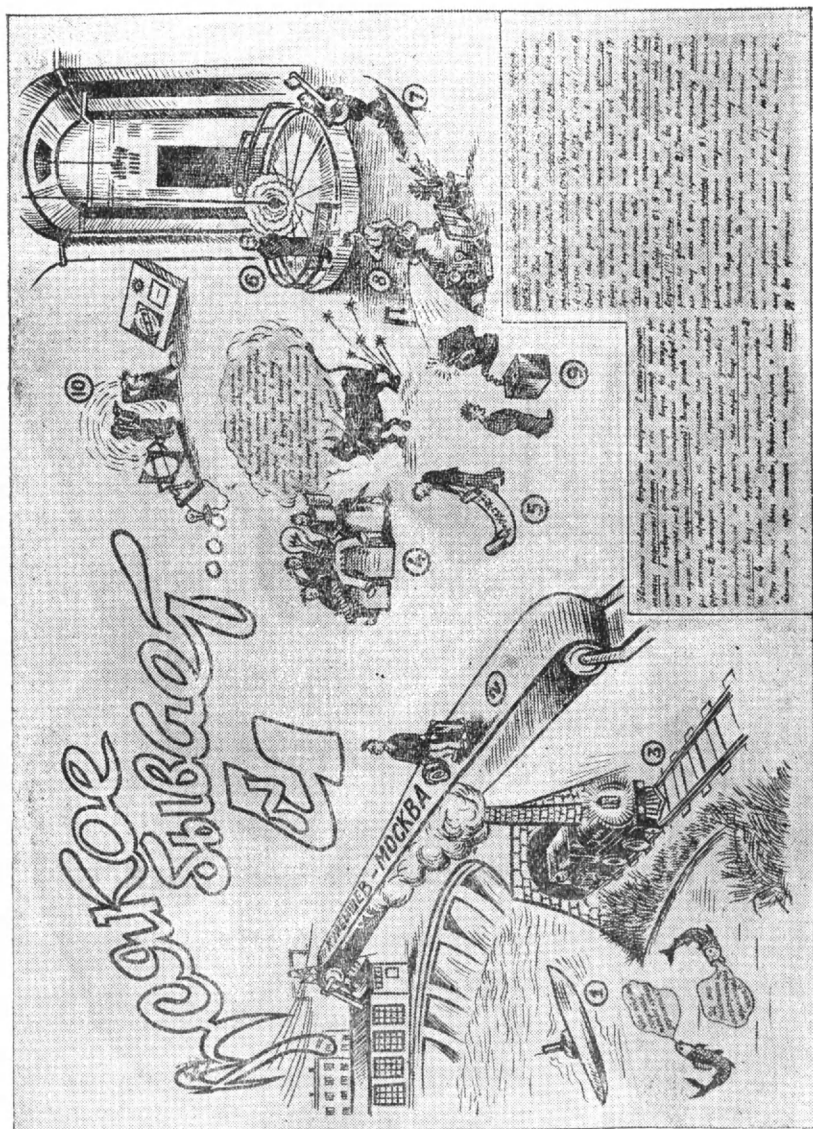


Рис. 8. Юмористическая стенная газета юных физиков «Всякое бывает».

С организацией мастерской-лаборатории улучшилась работа и кружка юных электротехников. В мастерской оборудован верстак для электромонтажных работ, на нем установлены розетки, к которым подается ток от трансформатора напряжением в 36 вольт. Членами кружка являются в основном семиклассники. Теоретические познания, полученные ими на уроках по электричеству, углубляются и расширяются на занятиях по электромонтажу, сборке и разборке электродвигателей и т. д.

Организация мастерской-лаборатории способствует проведению более разнообразной работы с юными техниками. Практические занятия в мастерской очень хорошо сочетаются с теоретическими (рис. 7). Учащиеся подготавливают доклады и рефераты о достижениях отечественной физики и связи ее с техникой, о жизни и деятельности знаменитых ученых нашей страны, новаторов производства, о технике близкого и далекого будущего, выпускают интересные и содержательные газеты (рис. 8), в которых описывается жизнь кружка, высмеиваются в шутливой форме ошибки товарищей.

Особенно большим успехом пользуются доклады, в которых юные техники могут интересно и увлекательно рассказать о всем, что интересует молодежь, — о межпланетных путешествиях, о широком применении атомной энергии в народном хозяйстве, о том, что в СССР на атомной энергии уже работает одна электростанция и скоро будут работать многие электростанции и т. д.

Мастерская-лаборатория и урок

Создание школьных мастерских позволяет использовать на уроке, кроме обычных учебно-наглядных пособий физического кабинета, различное оборудование рабочей комнаты. Приведем несколько примеров.

Изучая тему «Сложение и разложение сил», учащиеся восьмого класса узнали о силах, действующих на резец, — силе резания, которая давит сверху вниз на резец, когда его кромка упирается в обрабатываемую деталь; силе подачи — она отжимает резец в сторону, противоположную продольной подаче; и радиальной силе, отталкивающей резец от обрабатываемой детали.

Самой большой силой является сила резания. Она зависит от твердости обрабатываемого материала, размера снимаемой стружки, формы резца и охлаждения.

Резец и обрабатываемая деталь были нарисованы на классной доске. Излагая материал, учитель подтверждал свои объяснения чертежами (рис 9, 10).

Разговор, естественно, зашел о скоростной и силовой обработке металлов.

Учащиеся много слышали и читали о силовом резании металлов, предположенном токарем Средневолжского станкострои-

тельного завода Василием Александровичем Колесовым. Вполне понятно, что их интересует новый метод обработки металлов и они задают массу вопросов, ответить на которые, конечно, должен прежде всего преподаватель физики.

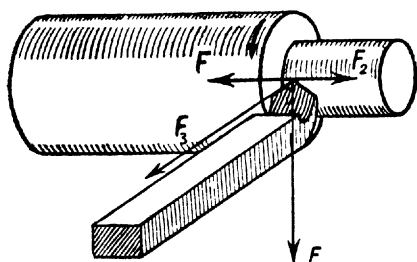


Рис. 9. Схема распределения сил, действующих на резец.

Показать силовое резание на нашем токарном станке невозможно. Можно лишь объяснить восьмиклассникам, что при силовом резании скорость подачи резца возрастает с 0,1 до 2—4,5 мм за каждый оборот детали. Таким образом, В. А. Колесов значительно увеличил производительность труда. Но для этого новатору пришлось несколько изменить геометрию резца.

Вторая часть урока (15—20 минут) проходит в рабочей комнате у токарного станка. Здесь учащиеся рассматривают резец и суппорт, изучают действие различных сил на резец.

Показать силовое резание на нашем токарном станке невозможно. Можно лишь объяснить восьмиклассникам, что при силовом резании скорость подачи резца возрастает с 0,1 до 2—4,5 мм за каждый оборот детали.

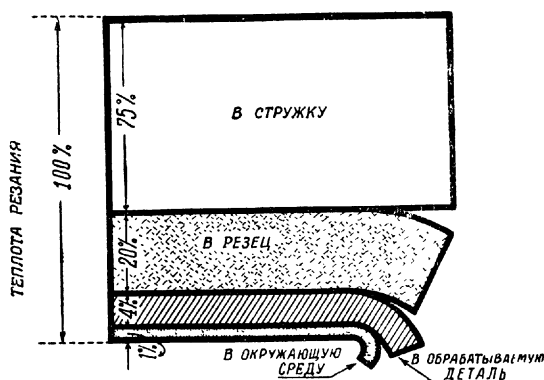


Рис. 10. Распределение теплоты, выделяемой при резании металла на токарном станке.

Учащиеся видят конкретный пример творческого отношения к труду. Для советских рабочих труд является не только источником существования, но также источником творческого вдохновения.

При повторении в седьмом классе или изучении в шестом классе темы «Трение» на стол кладется деревянный брусок. Он приводится в медленное равномерное прямолинейное движение. Преподаватель поясняет, что сила, поддерживающая равномерное движение тела, измеряется при помощи динамометра. Эта сила идет на преодоление трения, которое мешает движению.

Как бы ни была гладко отшлифована любая поверхность, все равно на ней есть выступы и шероховатости, они-то и мешают движению. При отсутствии трения тело двигалось бы равномерно и прямолинейно.

На деревянный брусок ставится груз. И снова измеряется сила трения. На этот раз она стала большей.

Учащиеся отмечают, что сила, выводящая тело из состояния покоя, всегда больше силы, поддерживающей равномерное движение того же тела. Часто бывает достаточно помочь лошади сдвинуть сани с места, чтобы потом она могла их везти.

Если на деревянную площадку поставить гирию весом в 5 кг и потянуть ее вдоль стола, динамометр покажет довольно большую силу трения. Под площадку подкладываются катки, и сила трения значительно уменьшается.

Учитель говорит, что в первом случае, когда одно тело скользит по поверхности другого, трение называется трением скольжения, а во втором, когда катится, — трением качения.

Скользит поршень внутри цилиндра паровой машины или двигателя внутреннего сгорания. Катятся вагоны по рельсам железной дороги. Везде, где необходимо уменьшить трение, там трение скольжения заменяют трением качения.

Урок переносится в мастерскую, и учитель подтверждает свою мысль конкретными примерами. Он говорит, что благодаря трению на бруске можно наточить любой инструмент; но инструмент и брусок изнашиваются, и в этом — вредное значение трения.

Для передачи движения (от трактора к молотилке, от электрического двигателя к станкам, к швейной машине) часто применяются так называемые передаточные ремни. Такие передаточные ремни есть у токарного и сверлильного станков (учащиеся наблюдают передачу движения при помощи приводных ремней). Чтобы приводной ремень не скользил по шкиву и трение было больше, ремень посыпают толченой канифолью.

Детали машин делают очень гладкими (это школьники также видят в мастерской) и, кроме того, смазывают маслом, так как слой масла уменьшает трение. Смазывают движущиеся части часов, токарных станков, подшипники машин, заливая их особым сплавом — баббитом, отличающимся мягкостью и малым трением. Для уменьшения трения скольжения применяют подшипники качения (шариковые или роликовые), которые почти в 100 раз уменьшают трение по сравнению с обычными подшипниками и требуют очень мало масла для смазки.

Мастерская-лаборатория буквально незаменима при изучении в седьмом классе темы «Переход механической энергии в тепловую» и закона сохранения и превращения энергии. На изучение этого материала по программе отводится два часа.

Познакомив семиклассников с соответствующими опытами, оставшиеся 15—20 минут второго урока мы проводим в мастер-

ской. Эта небольшая «экскурсия» позволяет очень многое «доказать» учащимся на таком оборудовании, которого в кабинете физики нет.

В мастерской ученики сами наблюдают превращение одного вида энергии в другой. Например, надо наточить какой-нибудь инструмент: стамеску, нож, долото. Достаточно прижать инструмент к быстро вращающемуся наждачному кругу, как от него во все стороны летят искры. Они образуются потому, что трение металла о наждак очень велико. В данном случае учащиеся наблюдают переход механической энергии в тепловую, ощущают степень нагретости ножа, стамески, долота. Если до начала заточки инструмент имел температуру окружающего воздуха, то через очень короткий промежуток времени он настолько нагревается от трения, становится таким горячим, что его невозможно держать в руках.

При обработке на токарном или сверлильном станке деталь нагревается, нагревается и резец, и если капнуть водой на деталь, маленькие порции воды мгновенно превращаются в пар. Это производит сильное впечатление на учащихся: ведь перед началом обработки они держали деталь в руках, и она была совершенно холодной!

Опишем еще один урок, для ведения которого мы используем мастерскую-лабораторию.

В седьмом классе учащиеся изучают электрические моторы. На уроке, в кабинете физики, рассматривают рамку с током в магнитном поле, знакомятся с принципом работы электрического мотора и моделями, в которых имеются электрические моторы (таких моделей, изготовленных руками юных физиков, в кабинете достаточно). Затем мы устанавливаем, почему моторы все шире и шире используются в технике. Оставшиеся 15 минут проводим в мастерской, где учащиеся рассматривают электрические двигатели токарного и сверлильного станков, электрического точила, электрического рубанка. Можно, конечно, и в классе перечислить некоторые электрические моторы и рассказать о их применении в технике, но наглядное обучение является лучшей формой учебно-воспитательной работы. Уроки в мастерской-лаборатории помогают детям хорошо усвоить материал изучаемой темы.

На занятиях в седьмом классе школьники не просто называли способы уменьшения или увеличения трения, а указывали на смазку трущихся частей токарного станка, при этом объясняли, почему нельзя смазывать поверхности шкивов и передаточных ремней, подчеркивали большое значение фрикционных передач в технике.

В своих ответах юные техники неоднократно приводили примеры из собственной «производственной практики», и даже те учащиеся, которые не были членами кружка, рассказывали о своих наблюдениях в рабочей комнате,

При повторении учебного материала мы попросили ученика седьмого класса, не состоявшего в кружке юных физиков, привести примеры вредного и полезного трения. Ученик ответил: «Такие примеры мы наблюдали на уроке в нашей мастерской. Например, мы точили нож. Нож стал острым. Нам это и нужно было. Но нож немного сточился, и в этом сказался результат вредного действия трения. Трение вредно, потому что стирается наждачный круг и поверхность ножа, и вместе с тем оно полезно: при трении натачивается инструмент».

Другому ученику было предложено привести пример перехода механической энергии в тепловую. Учащийся сказал, что наблюдал подобное физическое явление при обработке детали резцом. Когда с детали снимается стружка, происходит деформация, то есть изменение формы детали. В стружке отдельные частицы металла сдвигаются, трутся одна о другую, и выделяется большое количество теплоты. Она возникает и от трения стружки о переднюю грань резца и от трения детали о заднюю грань.

Подобных ответов учащихся можно привести очень много. Каждый такой ответ подтверждает лишний раз, что организация мастерской-лаборатории облегчает внеклассную работу с детьми, повышает их успеваемость. Даже небольшая мастерская позволяет педагогическому коллективу активно вести борьбу за прочные и глубокие знания учащихся и более успешно осуществлять политехническое обучение в школе.

III. САМОДЕЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

Опишем самодельные физические приборы и модели, большая часть которых была изготовлена в разное время членами кружка «Юные физики» в мастерской школы № 9 города Свердловска.

Все необходимые теоретические сведения сообщались учащимися в ходе выполнения ими практических заданий.

Одновременно, в соответствии с темой занятия, ставились опыты и лабораторные работы — на тепловое расширение тел, молекулярное строение вещества и изменение его состояния. Кружковцы изучали явления самоиндукции, электролиза, движения проводника с током в магнитном поле, знакомились с электрическими схемами, простейшими электромонтажными и электроарматурными работами¹.

Приборы для демонстрации теплового расширения тел

Перед тем как предложить учащимся начать изготовление таких приборов, руководитель кружка на одном из занятий рассказывает о тепловом расширении твердых, жидких и газообразных тел. Учащиеся знакомятся с таблицей линейного расширения некоторых материалов² и узнают, что даже при очень малых величинах расширения твердых тел от нагревания можно построить много интересных и разнообразных приборов для наблюдения за этим физическим явлением.

1. В соответствии с рис. 11 берется подставка. Один конец проволоки нужно прикрепить к стойке *B*, а второй конец с подвешенным грузом перекинуть через очень маленький блок *E*.

¹ Описание приборов и лабораторных работ по механике читатель найдет в книге «Юные физики» (Свердловское книжное издательство, 1953).

² См. таблицу в конце книги.

Чем меньше радиус блока и чем легче он будет вращаться, тем более чувствительным получится прибор. Шкалу прибора можно укрепить на проволоочной или деревянной стойке.

Если проволока тонкая и не очень длинная, то даже нагревание спичкой вызовет удлинение проволоки, следовательно, груз P опустится и повернет блок вместе с прикрепленной к нему стрелкой M на некоторый угол.

Чтобы было лучше видно издали перемещение стрелки, шкалу и стрелку надо покрасить в различные цвета, например, стрелку в черный цвет, а шкалу — в белый, и нанести деления.

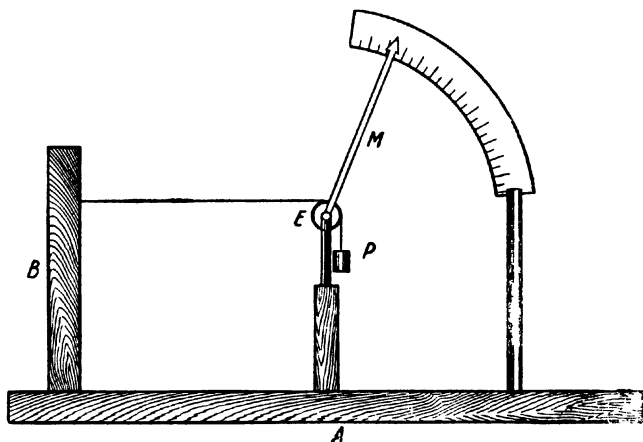


Рис. 11. Простой прибор на тепловое расширение тел.

2. Берется медная проволока и расплющивается ударами молотка. Полученную пластинку K (рис. 12) нужно укрепить между выступами A и B так, чтобы она была немного выгнута кверху.

Тонкая проволока — стрелка M — прикрепляется к выступу C и кладется поперек пластинки K .

Чем меньше будет у стрелки плечо между выступом и пластинкой, тем чувствительнее получится прибор.

Нагревание пластинки K спичкой вызовет быстрое перемещение стрелки.

3. Медную или железную проволоку, а еще лучше — тонкую трубку следует укрепить с одной стороны в стойке B (рис. 13). Для этого можно согнуть небольшой конец проволоки под прямым углом и вбить в деревянную стойку, как это показано на рисунке.

Проволока D должна быть немного длиннее расстояния между стойками B и C . На верхнюю площадку стойки C приклеивается кусочек слюды, а на нее кладется швейная игла H с

продетой в ушко стрелкой M . Чтобы проволока плотно прилежала к иглке, на выступающий конец проволоки нужно надеть небольшой груз P . Если теперь на какую-нибудь подставку поставить спиртовку, то от нагревания проволока начнет рас-

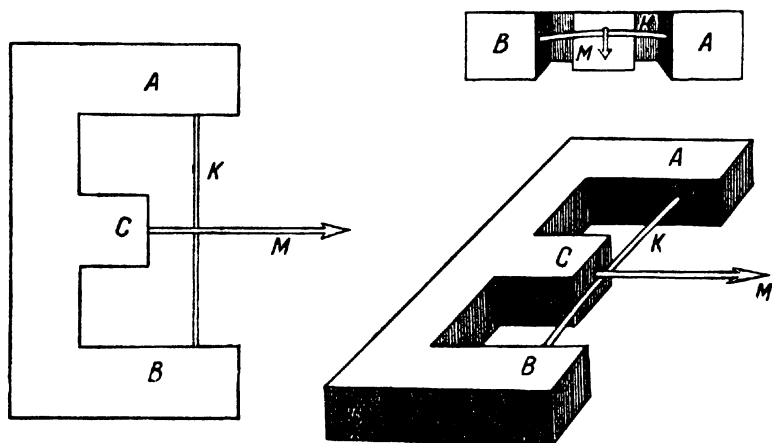


Рис. 12. Нагревание спичкой пластинки K вызовет быстрое перемещение стрелки M .

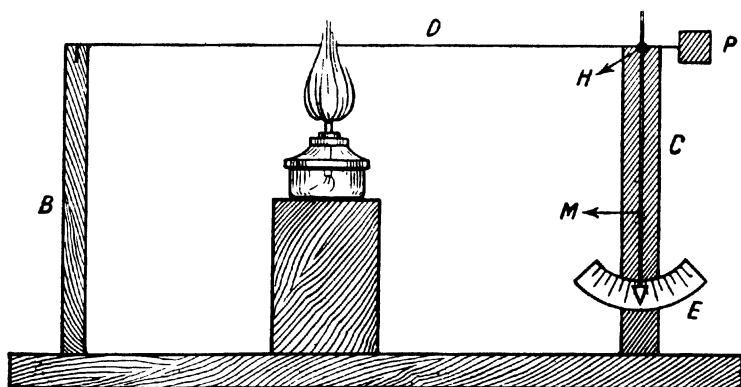


Рис. 13. Простой прибор на тепловое расширение тел.

ширяться и повернет при этом иголку, а вместе с иголкой и стрелку (подложенный листочек слюды уменьшит трение между опорой и поверхностью иголки). Чтобы лучше заметить отклонение стрелки от первоначального положения, к прибору прикрепляют шкалу E .

4. Расширение твердых тел от нагревания широко учитывается в технике, в частности, при постройке мостов.

Модель моста легко построить, если в предыдущем приборе проволоку заменить тонкой медной пластинкой. Чем тоньше пластинка, тем чувствительнее получается прибор (рис. 14).

Поверх пластинки из проволоки можно сделать ферму моста с соответствующими переплетами; деревянные стойки раскрасить под кирпичную кладку — это будут опоры моста.

Один конец фермы надо укрепить, а под другой подложить каток-иголку. Для лучшего прилегания моста к катку на неукрепленный конец фермы ставится груз в виде сторожевой будки.

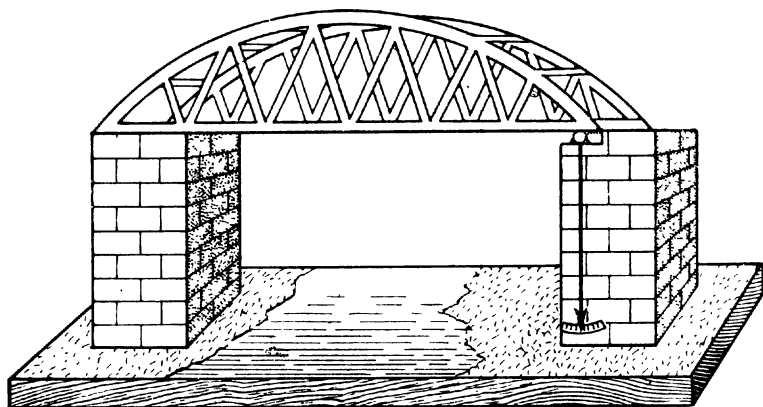


Рис. 14. Модель моста.

Под каток обязательно кладется слюда или стекло. Вторую сторону фермы моста на каток ставить не обязательно, она нужна только затем, чтобы придать модели более законченный технический вид, и поэтому ее можно прикрепить с обеих сторон к стойкам модели.

Поворот стрелки, прикрепленной к катку, покажет расширение «моста» от нагревания. Основание модели необходимо раскрасить голубой и зеленой краской, изобразив берега и реку.

5. На доске *A* укрепляются две стойки *B* и *C* (рис. 15) и шкала *E*. Наклонную медную пластинку или проволоку *M* одним концом закрепляют в стойке *B*, а другим концом пластинка должна упираться в выступ стрелки *D*. Чтобы стрелка легко поворачивалась вокруг оси *O*, между стойкой *C* и стрелкой на ось надо надеть две-три шайбы.

Плечо у стрелки, в которое упирается пластинка, делается коротким, а пластинка берется возможно меньшей массы, и тогда даже малое нагревание вызовет поворот стрелки на некоторый угол.

6. Можно несколько изменить конструкцию прибора, изображенного на рис. 15.

Для этого укрепляют не одну медную пластинку *М*, а две, совершенно одинаковые по длине, ширине и толщине, но из разных материалов. Еще лучше, если найдутся две тонкие трубки,

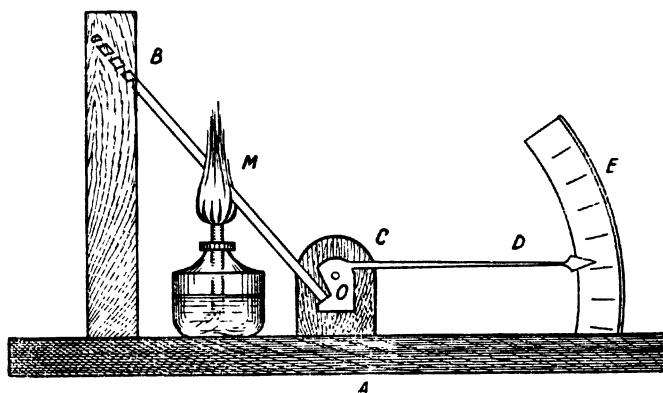


Рис. 15. Прибор на тепловое расширение тел.

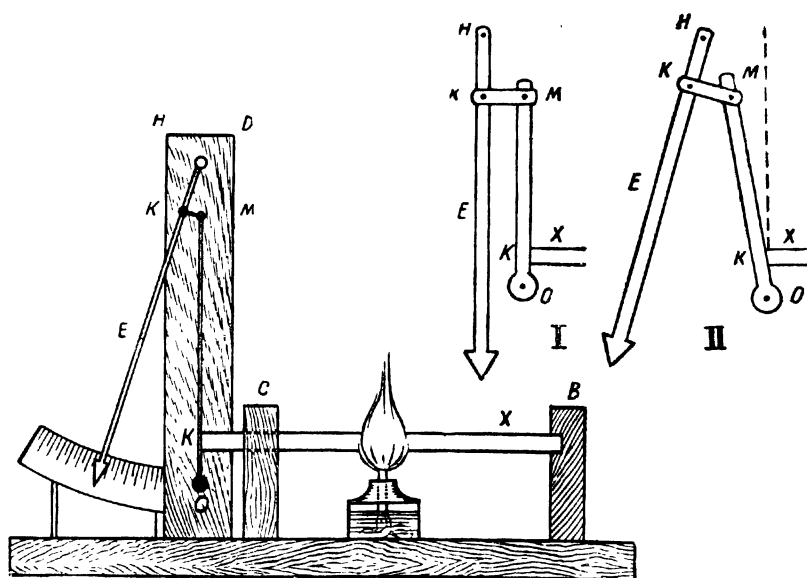


Рис. 16. Пирометр.

например, медная и алюминиевая. К стойке *С* нужно прикрепить две стрелки (по одной с каждой стороны стойки, с ближайшей и противоположной).

При одновременном нагревании обеих пластинок стрелки повернутся на различные углы. Это докажет, что у различных веществ различные коэффициенты линейного расширения.

7. Медный стержень диаметром в 5—6 мм или трубку X нужно закрепить в стойке B (рис. 16). Второй конец должен свободно проходить сквозь отверстие в стойке C и упираться в двойной рычаг. Первый рычаг может поворачиваться вокруг точки O , а второй — вокруг точки H . Плечи OK и HK для большей чувствительности прибора делаются возможно меньшими.

Расширение стержня от нагревания вызовет некоторое отклонение первого рычага от первоначального положения и значительно большее отклонение рычага-стрелки E (первое и второе положение, рис. 16).

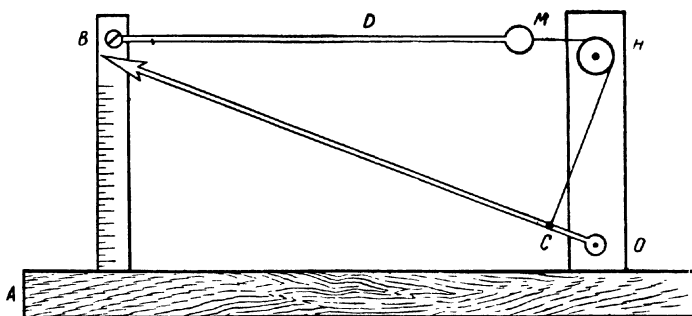


Рис. 17. Прибор на тепловое расширение тел.

Для более свободного поворота рычагов вокруг осей O и H между стойкой D и рычагами на оси надо надеть шайбы. Соединение рычагов в точках M и K — подвижное.

В пространство между стержнем и подставкой должна свободно входить спиртовка с таким расчетом, чтобы пламя ее нагревало стержень.

Можно несколько усложнить конструкцию прибора, например, закрепить не один, а два стержня из различных материалов и установить две стрелки. Это позволит не только наблюдать расширение твердых тел при нагревании, но и сравнивать, как расширяются различные материалы.

8. У тонкой медной проволоки в точке M (рис. 17) делается петля. К ней надо привязать шнурок или прочную нитку. Шнурок перекиньте через блок H и прикрепите к стрелке в точке C . За свободный конец проволоки подтяните стрелку вверх и закрутите проволоку за гвоздик или шуруп B . Проволока и шнур натянутся за счет силы тяжести стрелки, которая должна легко поворачиваться вокруг оси O .

При нагревании пламенем спички проволока удлинится, и стрелка по шкале опустится на несколько делений.

У стрелки плечо CO надо сделать очень небольшим. От этого будет зависеть чувствительность прибора.

9. В деревянный брусочек B (рис. 18) осторожно, чтобы не расколоть, вбейте две проволоки H . Получившийся рычаг с возможно меньшим трением должен поворачиваться вокруг оси O и быть в безразличном равновесии. На концах проволок укрепите грузы P .

Если левое или правое плечо рычага нагревать на спиртовке, то его равновесие очень быстро нарушится. Это произойдет потому, что одно плечо рычага станет длиннее другого, и, следовательно, моменты сил окажутся неравными.

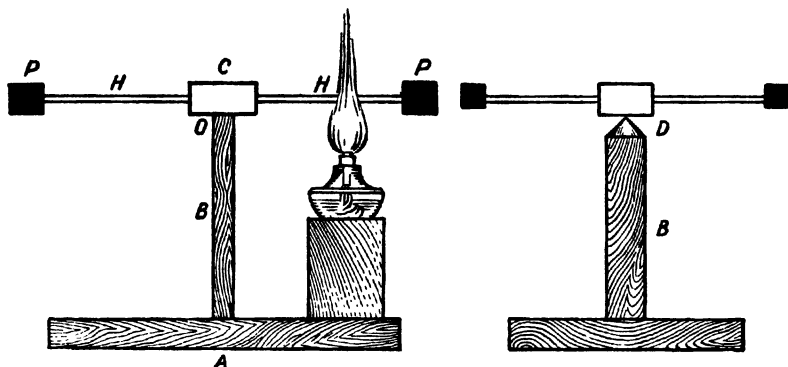


Рис. 18. От нагревания одного плеча рычага равновесие нарушается.

На рис. 18 во втором положении показан другой вариант того же самого прибора. Рычаг опирается на подставку D , и малейшее изменение длины одного плеча выводит рычаг из равновесия.

10. На подставке A укрепляются две деревянные стойки B и D (рис. 19).

Наклонная плоскость C и ее горизонтальная часть делаются из полоски тонкого железа. Ширина полоски должна быть больше длины катка M , чтобы можно было сделать небольшие бортики по всей длине полоски (рис. 19, второе положение).

Бортики будут направлять каток при скатывании вдоль наклонной плоскости, но ни в коем случае не должны тормозить его движение. Всюду расстояние между бортиками должно быть немного больше длины катка.

Если поднести зажженную спичку к стальной проволоке H (проволоку надо брать короткую), то от нагревания она удлинится и начнет двигать короткое плечо рычага E . Длинное плечо рычага описывает путь значительно большей величины и сталкивает металлический ролик.

Стержень *E* проходит сквозь вырез в полоске *C*, так как это показано на рис. 19 (третье положение).

11. На деревянной стойке *B* устанавливается электрическая лампочка на 3—6 вольт (рис. 20).

Металлические пластинки *C* длиной в 3—4 см каждая надо взять таких размеров, чтобы они были не очень массивными и не прогибались бы под действием собственного веса. Пластинки помещаются точно друг против друга. Между ними следует оставить очень маленький зазор *E* в 0,1 мм или даже меньше. От нагревания на спиртовке пластинки расширяются, и зазор

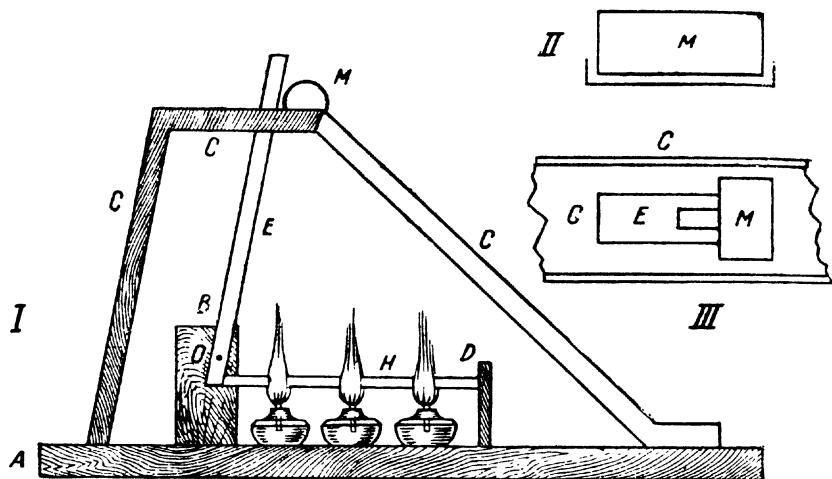


Рис. 19. При нагревании проволоки *H* металлический каток *M* скатывается по наклонной плоскости вниз.

исчезает. Цепь электрического тока замыкается, и вспыхивает лампочка. Если приостановить нагревание, между пластинками снова образуется зазор, и лампочка гаснет (на рисунке зазор между пластинками намеренно изображен большим, в действительности же он меньше толщины листа бумаги).

12. На деревянной вертикальной стойке укрепляется металлический хомут *C* (рис. 21). Между ним и концом стрелки *D* натягивают нихромовый провод, например, от старой перегоревшей спирали электрической плитки. Стрелка должна легко поворачиваться вокруг оси *O*. При замыкании цепи электрического тока напряжением в 10—12 вольт проволока раскалится (начальная длина ее — 40—50 см), и стрелка на несколько делений опустится по шкале.

Если вес стрелки окажется недостаточным для натяжения провода, то на длинное ее плечо можно подвесить груз.

На нулевое деление шкалы стрелка устанавливается перемещением хомутика *C* по вертикальной стойке *B*.

13. На подставке длиной в 50 см и шириной в 8—10 см укрепляются две стойки высотой в 20—25 см. Им нужно придать вид столбов электрической или телеграфной линии. Между «столбами» натягивается выпрямленная проволока из перегоревшей спирали от электрической плитки. К проволоке подводится ток и от нагревания она провисает. Особенно хорошо заметен провес, если натянуты два провода, а ток пропущен только через один из них.

Оставаясь натянутым, второй провод покажет величину провисания первого провода.

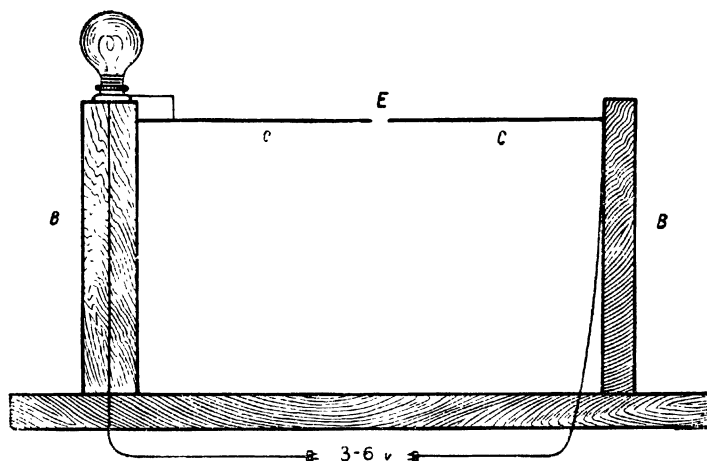


Рис. 20. От нагревания пластинки *C* расширится и замкнет электрическую цепь.

Вместо двух проводов можно натянуть один провод, по которому будет проходить ток, и белую нитку.

Прибор включается в сеть на 12 вольт (рис. 22).

14. Тонкие пластинки из различных металлов, например, одна железная, другая медная, каждая длиной в 6—10 см, складываются вместе. В них высверливаются сквозные отверстия на расстоянии 1—1,5 см друг от друга.

В отверстия нужно вставить медные проволоочки-заклепки и расклепать их молотком, чтобы пластинки плотно прилегали одна к другой. Полученная пластинка состоит из двух металлов, имеющих различные коэффициенты линейного расширения, поэтому если ее нагревать, то она будет изгибаться и тем сильнее, чем больше разница в коэффициентах линейного расширения взятых металлов и чем больше температура нагрева.

Руководитель кружка может сказать учащимся, что пластинка, состоящая из двух металлов, называется биметаллической, то есть двойной. Такие пластинки находят широкое применение в современной технике, особенно в биметаллических термореле, в метеорологических приборах.

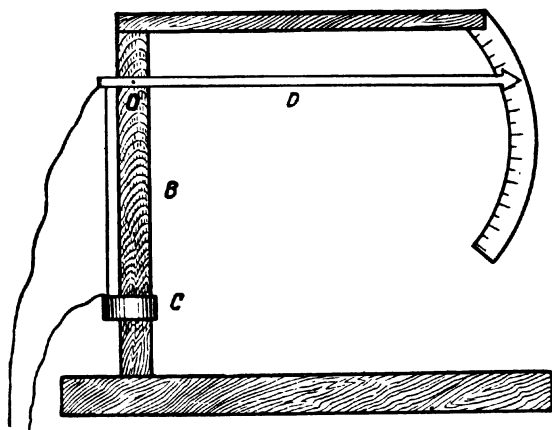


Рис. 21. Прибор для демонстрации расширения про- вода от нагревания.

В некоторых квартирах имеются биметаллические ограни- чители потребляемого электрического тока. Если сила тока будет больше той, на которую рассчитан ограничитель, то биметалли- ческая пластинка разомкнет контакты. Со временем пластинка

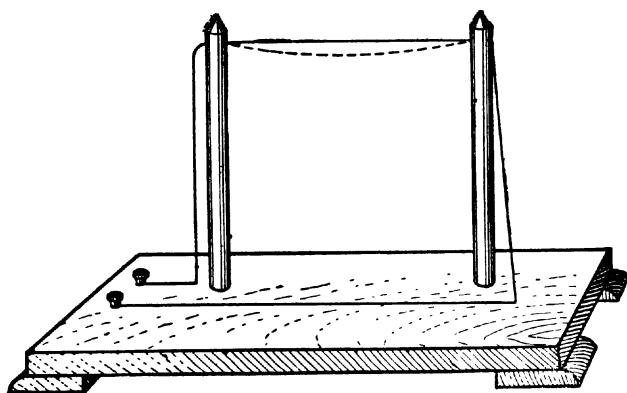


Рис. 22. Модель провеса проводов.

остынет и замкнет цепь. В квартире снова появится ток, но не- надолго. Цепь снова будет разомкнута. Лампочки в квартире начнут «мигать». «Мигания» прекратятся только после того,

как выключат лишние приборы, то есть когда сила тока станет меньше предельной.

Биметаллическое тепловое реле поддерживает постоянную температуру, например, в инкубаторе, теплице и т. д.

Если биметаллическую пластинку одним концом прибить к стойке *В* (рис. 23), а к другому концу прикрепить легкую стрелку, то при нагревании даже пламенем спички пластинка изогнется, и стрелка переместится вдоль шкалы. Если же пластинку охлаждать, например, жидким азотом, то она отклонится в противоположную сторону.

Чувствительность прибора повышается с уменьшением массы и размеров пластинки.

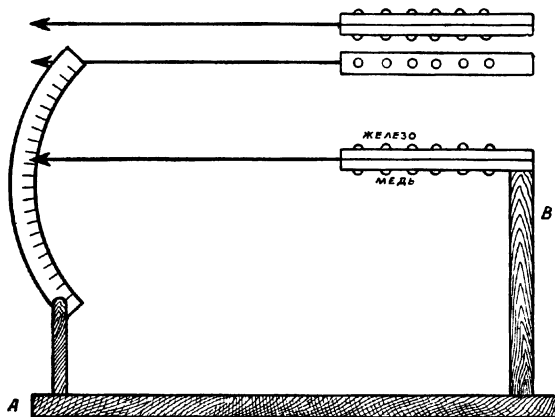


Рис. 23. Прибор с биметаллической пластинкой для демонстрации теплового расширения тел.

Изготовить биметаллическую пластинку можно и другим путем — полудив тонкий кусочек железа, то есть покрыв его ровным слоем олова. Но такую пластинку можно нагревать лишь до температуры, которая ниже температуры плавления припоя.

Еще лучше получаются биметаллические пластинки при изготовлении их электролитическим путем.

Для этого в ванну с раствором медного купороса нужно опустить тонкую железную пластинку, соединив ее с отрицательным полюсом источника тока. К положительному полюсу прикрепляется медный электрод. При прохождении тока через раствор на железе осаждается медь. Слой меди можно получить любой толщины — все будет зависеть от силы тока и от продолжительности его прохождения через раствор. Пластинку надо покрывать медью только с одной стороны.

15. Из железной и медной фольги делается тонкая биметаллическая спираль (рис. 24). Один конец ее в точке *К* соединяется со стрелкой, а второй прикрепляется к подставке

в точке *O*. Между подставкой *B* и спиралью необходимо оставить некоторый зазор.

Прибор работает от нагревания пламенем спички. Чувствительность его зависит от массы пластинки и от соотношения плеч стрелки.

Тонкую биметаллическую спираль можно отрезать от биметаллической пластинки, полученной электролитическим путем.

16. Для изготовления этого прибора используется испорченный металлический манометр.

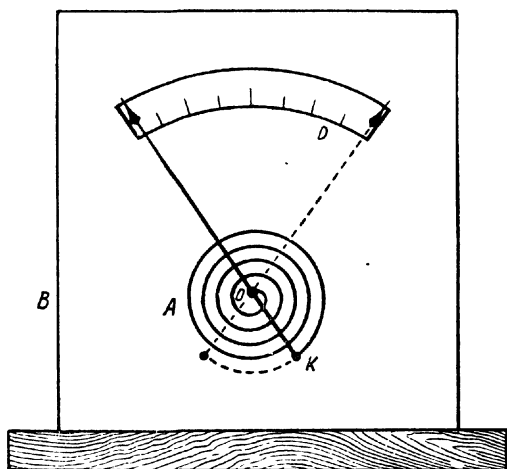


Рис. 24. Прибор с биметаллической спиралью.

Полую металлическую трубку овального сечения нужно убрать, а вместо нее вставить согнутую дугой биметаллическую пластинку, плотно прижав остатками трубки манометра конец пластинки (рис. 25).

Зубчатую передачу поводкового механизма трогать не надо, ее необходимо сохранить. На оси механизма укрепляется легкая стрелка, которая при малейшем нагревании биметаллической пластинки перемещается по шкале. Данный прибор весьма чувствителен к изменениям температуры и может служить моделью металлического термометра.

17. На рис. 26 дана принципиальная схема простейшего биметаллического термореле.

Основной частью прибора является пластинка *C*, состоящая из двух склепанных между собой различных металлов, причем большим коэффициентом линейного расширения должна обладать верхняя часть пластинки.

При температуре окружающего воздуха биметаллическая пластинка имеет контакт с винтом *K*. Если прибор включить.

в осветительную сеть, то, проходя через нить лампы, электрический ток образует некоторое количество теплоты. Биметаллическая пластинка нагревается, получая от лампочки теплоту через конвекцию и лучеиспускание. Верхняя часть пластинки

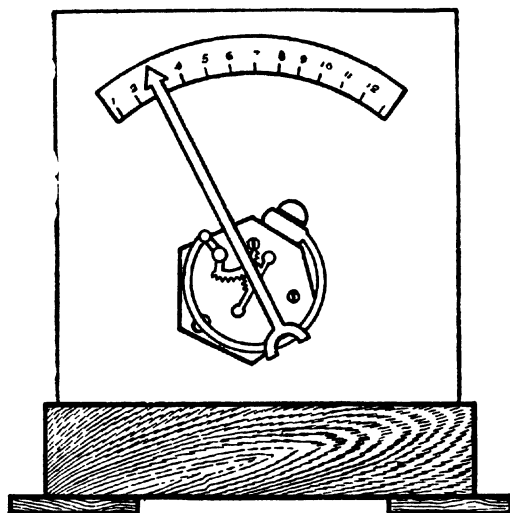


Рис. 25. Модель металлического термометра.

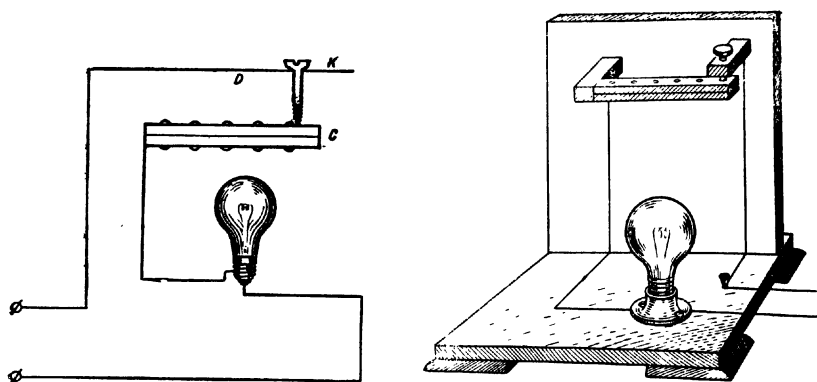


Рис. 26. Простейшее биметаллическое термореле.

удлинится больше, поэтому пластинка изогнется и нарушит контакт с винтом. Цепь размыкается, лампочка гаснет, выделение теплоты прекращается. Пластинка, охлаждаясь, возвращается в первоначальное положение. Через некоторый промежуток времени лампочка снова загорается и опять гаснет.

Термореле описанного вида нашло широкое применение в современной технике, например, в так называемых термоста-тах для поддержания строго определенной температуры воздуха. Если температура поднимется выше заданной, то биметаллическая пластинка выключает ток в нагревателе.

При помощи винта *К* можно менять начало размыкания цепи, то есть устанавливать различную температуру, при которой би-металлическая пластинка отойдет от винта.

18. Прибор подобен описанному, но в нем можно регули-ровать период мигания лампочки посредством подъема или опу-скания биметаллической пластинки по круглой стойке *В* (рис. 27).

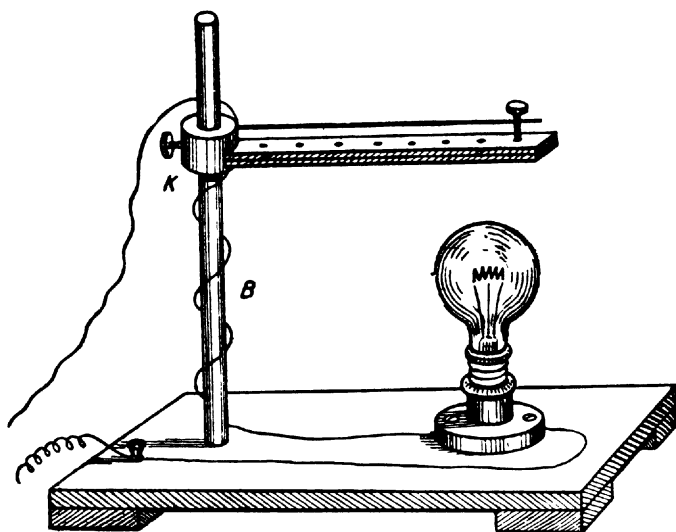


Рис. 27. Сложное биметаллическое термореле.

Пластинка закрепляется над лампочкой на любой высоте при помощи винта *К*.

19. Передачу теплоты лучеиспусканием можно показать, используя свойство тел расширяться от нагревания.

Для постройки прибора надо иметь две хорошо обработанные доски и металлический стержень длиной в 30 см, с обеих сторон которого сделана резьба. В досках нужно просверлить отвер-стия, на стержень надеть втулку из изоляционного материала и к ней прикрепить биметаллическую пластинку и контактный винт (как показано на рис. 28). Втулка к стержню прижимается винтом. На меньшей доске укрепляют патрон для электрической лампочки. Затем обе доски «надевают» на металлический стержень и закрепляют в этом положении гайками. Схема элек-трической цепи показана на рисунке. Коэффициент линейного

расширения верхней части пластинки должен быть больше, чем нижней. За счет лучеиспускания биметаллическая пластинка нагреется и отойдет от контактного винта. Лампа начнет мигать. Период «мигания» можно менять, поднимая или опуская по стержню пластинку: она не обязательно должна перемещаться вдоль стержня, ее можно закрепить на какой-либо определенной высоте. Но в этом случае нельзя будет регулировать «мигание» лампочки.

Мощности лампочек к приборам 17, 18 и 19 лучше всего брать в пределах от 60 до 100 ватт.

20. На рис. 29 дана схема прибора.

Биметаллическая пластинка *C* сделана изогнутой, причем

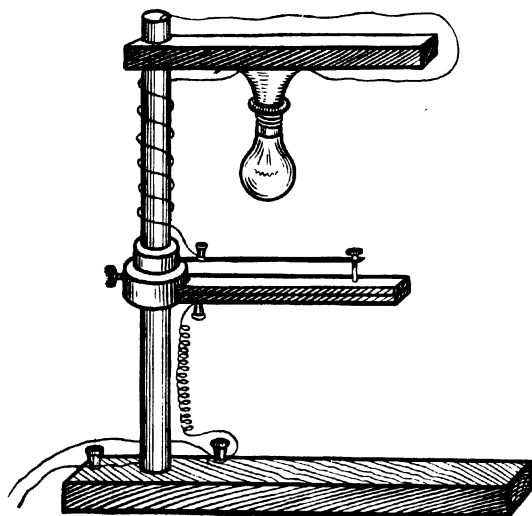


Рис. 28. Прибор для демонстрации передачи теплоты лучеиспусканием.

ее наружная часть имеет больший коэффициент линейного расширения, чем внутренняя. Один конец пластинки прикреплен к стойке. При нагревании, например пламенем спички, биметаллическая пластинка, изгибаясь еще больше, приводит в движение стрелку *D*, которая скользит по контактам *E* и переключает лампочки, смонтированные на отдельной панели. Лампочки можно окрасить в различные цвета (красный, желтый, светлоголубой и фиолетовый), чтобы отмечать различную степень нагревания пластинки. Стрелка должна поворачиваться вокруг оси *O*.

На рис. 29 показано крайнее положение стрелки в результате нагревания биметаллической пластинки.

Прибор надо включать в цепь с напряжением в 3—4 вольта.

21. Используя биметаллические пластинки, можно построить различные автоматы, например прибор, показывающий работу сигнала поворота на автомобилях «Победа», «ЗИС-110» и т. д. У автомобиля «Победа» сигнал поворота горит не ровным светом, а все время «мигает».

Мигающий огонек легче выделить среди других огней. «Мигание» происходит потому, что биметаллический контакт то включает, то выключает лампочку.

Легко построить прибор, в котором мигали бы обе лампочки (левая и правая) сигнала поворота автомобиля. Для этого надо иметь переключатель, который лучше оформить в виде руля

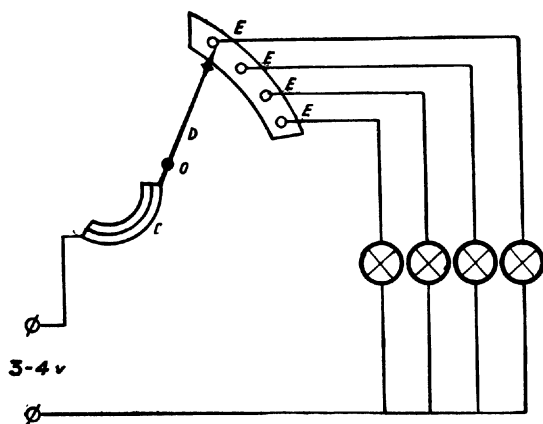


Рис. 29. Биметаллический переключатель контактов.

(рис. 30). Основной частью прибора являются биметаллические пластинки С. В обычном положении они касаются контактов А.

Пластинки нужно покрыть слюдой и намотать на них 4—5 витков нихромовой проволоки. Если включить посредством поворота руля-переключателя в электрическую цепь ток, то он нагреет нить лампочки и спиральку. Нихромовая обмотка нагреет биметаллическую пластинку, она изогнется и разомкнет цепь (нижний металл пластинки должен иметь больший коэффициент линейного расширения). Лампочка погаснет. Биметаллический контакт начнет выпрямляться и замкнет электрическую цепь. Лампа снова вспыхнет и очень быстро погаснет.

Так работает сигнал поворота.

На рис. 31 дана более простая схема подобного прибора.

Прибор можно оформить иначе. На вертикальной панели нарисовать автомобиль со стороны радиатора, прорезать отверстия окон и поворотных фонарей, закрыть их стеклом или целлулоидом, электрическую цепь расположить с задней стороны панели.

Систему контактов *A* (рис. 30) можно упростить и заменить контактом биметаллической пластинки с винтом (рис. 31).

22. Биметаллическое термореле хорошо использовать для постройки мигающего маяка. Башню маяка лучше сделать из

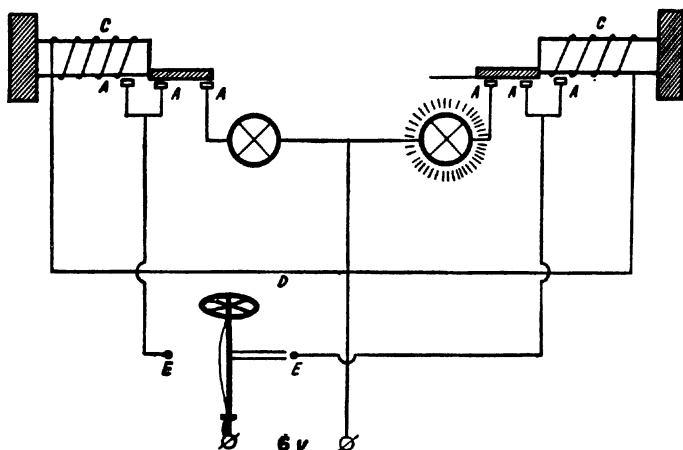


Рис. 30. Электрическая схема устройства прибора для демонстрации действия сигнала поворота автомобиля «Победа».

бамбука или из металлической проволоки с соответствующими переплетами; сверху маяка, в фонаре, установить лампочку на 6 вольт, а внизу, в домике сторожа, — биметаллический контак-

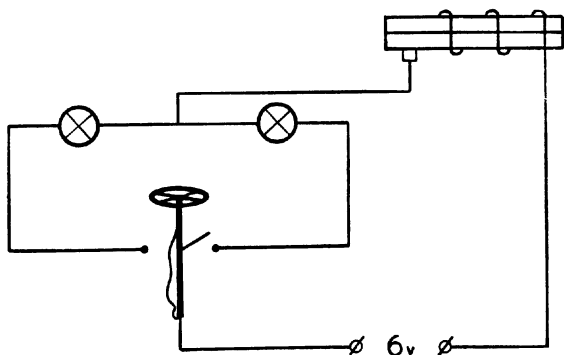


Рис. 31. Упрощенная схема устройства прибора сигнала поворота.

тор (описание контактора дано на стр. 39). Весь прибор включается в цепь с напряжением в 12 вольт.

23. Используя тепловое реле, можно построить игрушку-филина с периодически светящимися «глазами». Для этого не-

обходимо вырезать из фанеры силуэт филина, раскрасить его или при помощи электровыжигателя нарисовать нос, перья, вместо глаз вставить окрашенные в зеленый цвет электрические лампочки на 6—12 вольт, соединенные параллельно (в вырезы глаз можно поместить зеленую прозрачную бумагу или пленку, а лампочки не окрашивать).

Биметаллический контакт необходимо укрепить с обратной стороны раскрашенной фанеры. Таковую игрушку хорошо использовать для украшения новогодней елки, но тогда в целях безопасности биметаллический контактор надо вынести в сторону

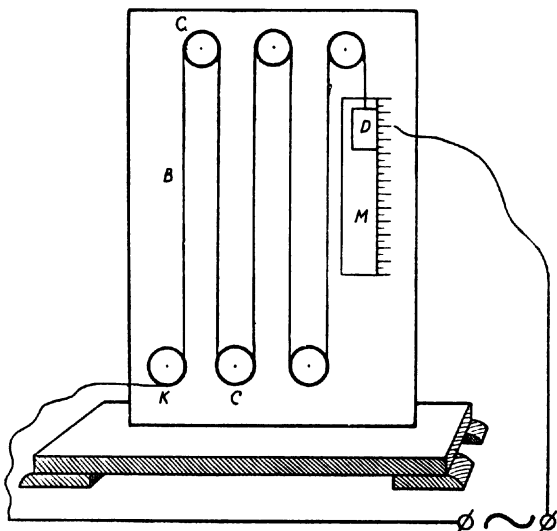


Рис. 32. Прибор для определения температуры нагретого тела.

от прибора, чтобы из-за нагревающейся спирали не вызвать пожара.

Еще лучше, если для этой игрушки будет использовано настоящее чучело филина.

24. На вертикальной стойке *B* укрепляются несколько маленьких металлических блоков *C*. Нужно расположить их, как показано на рис. 32. Блоки должны иметь возможно меньшую массу, чтобы при нагревании провода не «забирать» много теплоты на собственный нагрев и очень легко поворачиваться вокруг оси. Их можно изготовить, например, из стали или латуни диаметром в 7—10 мм и толщиной в 3—4 мм.

Вокруг шурупа *K*, ввернутого в вертикальную стойку, нужно укрепить конец тщательно выпрямленного нихромового провода и уложить провод в желоба всех блоков, начиная с ближайшего к шурупу нижнего блока. От этого блока провод идет

через первый верхний блок, затем через второй нижний и т. д. Общая длина провода — около метра.

В стойке *B* делается сквозной вырез *M*, чтобы груз, привязанный ко второму концу провода, не задевал о стойку, опускаясь вниз или поднимаясь вверх, то есть, чтобы исключить трение груза о стойку (груз имеет форму цилиндрика). Провод нужно подобрать такой длины, чтобы он заканчивался у верхнего края выреза. Свободно висящий груз обеспечит достаточное натяжение провода.

Если пропустить электрический ток через нихромовый провод, то от нагревания он удлинится, и груз *D* постепенно начнет опускаться вниз. Для лучшего наблюдения за удлинением вдоль выреза наносятся деления.

Пользуясь прибором, можно определить и температуру, до которой нагрелся провод. Для этого достаточно знать начальную его длину и коэффициент линейного расширения.

Из формулы длины тела при любой температуре

$$l_t = l_0 (1 + \alpha t^\circ)$$

найдем, что

$$t^\circ = \frac{l_t - l_0}{l_0 \alpha} \text{ или } t^\circ = \frac{\Delta l}{l_0 \alpha}$$

В последнем выражении в числителе — разность начальной и конечной длины провода (или вообще любого тела), иначе говоря, увеличение длины провода от нагревания.

Данную величину очень легко определить. Для этого достаточно сбоку выреза нанести деления в миллиметрах (вырезать шкалу из миллиметровой бумаги и приклеить ее с краю выреза на стойке).

Приборы для демонстрации расширения газов при нагревании

25. Берется стеклянная трубка длиной в 35—40 см и диаметром в 5—6 мм. На расстоянии 5—6 см от одного конца нужно согнуть трубку под прямым углом, затем подобрать пробку, которая плотно закрывала бы горлышко колбы или бутылки, и короткий конец трубки пропустить сквозь пробку, а длинный установить горизонтально и прикрепить к шкале. Трубка с пробкой вынимается из колбы, и в ее горизонтальную часть вводится немного подкрашенной воды. Колба вновь закрывается пробкой.

Если теперь колбу нагревать руками или опустить в подогретую воду, то воздух в колбе будет расширяться, о чем можно судить по перемещению столбика жидкости (рис. 33).

26. Стеклянную трубку длиной в 35—40 см нужно пропустить сквозь пробку, закрывающую колбу. Нижний конец трубки на 3—4 мм не доходит до дна колбы. Вынув пробку из колбы, наливают немного (на 2—2,5 см) подкрашенной воды,

опускают трубку в воду и втягивают в себя воздух. По трубке поднимается вода. Необходимо, чтобы ее уровень был несколько выше пробки. Не впуская воздух в трубку, закрывают пробкой колбу. При помощи резинового кольца *A* отмечается уровень воды в трубке. При нагревании колбы, например руками, высота столбика жидкости начинает быстро расти, что свидетельствует о расширении газов при нагревании (рис. 34).

27. Все газы при нагревании на один градус увеличивают объем на $\frac{1}{273}$ долю своего первоначального объема при 0° . Сле-

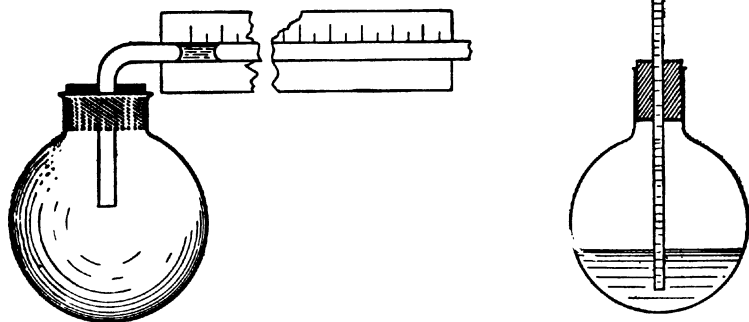


Рис. 33 и 34. Приборы для демонстрации расширения газов при нагревании.

довательно, если суметь измерить прирост объема газа по сравнению с начальным объемом, то можно определить температуру нагрева газа.

Сделать это можно при помощи газового термометра.

Для изготовления прибора необходимо взять колбу, закрыть ее пробкой, через которую пропустить стеклянную трубку (рис. 35).

Стеклянная трубка *M* укрепляется неподвижно на подставке. Трубка же *E* должна свободно перемещаться по подставке *B* вверх и вниз. Оба колена будущего манометра соединяются резиновой трубкой *H*.

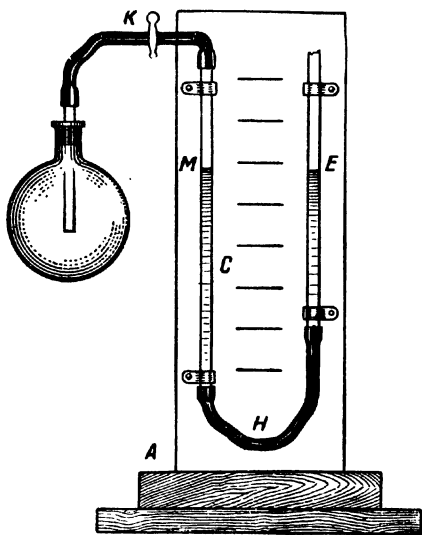


Рис. 35. Газовый термометр.

Сняв колбу, нужно заполнить манометр какой-либо подкрашенной жидкостью и снова вставить пробку. При нагревании

колбы, например руками, газ начинает нагреваться и расширяться. Перемещением открытого колена манометра газ приводится к первоначальному объему. Измерив атмосферное давление и разность столбов жидкости в манометре, можно определить давление газа в колбе и по формуле $P = P_0 (1 + \alpha t^\circ)$ найти температуру газа.

28. Правое колено манометра посредством резиновой трубки соединяется со стеклянным шаром (рис. 36), а на левое колено насаживается через резиновый шланг коротенькая стеклянная

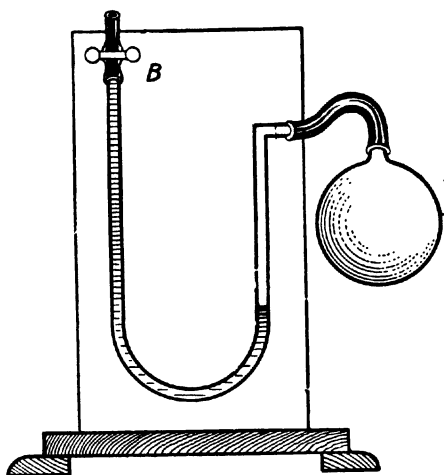


Рис. 36. Манометр с «запаянным» концом.

трубка. При нагревании колбы газ расширяется и уровень жидкости в левом колене манометра постепенно повышается. В тот момент, когда жидкость окажется немного выше резиновой трубки, зажимом *B* надо перекрыть трубку и прекратить нагревание газа в колбе. Независимо от этого уровень жидкости в манометре не изменится, так как ранее открытое колено манометра оказалось закрытым и на жидкость в этом колене атмосферное давление не окажет действия.

Прибор превратился в манометр с «запаянным» концом (закрытый манометр).

Подобными манометрами обычно измеряют небольшие давления, так как жидкость в «запаянном» колене начнет опускаться только после того, как давление в присоединенном сосуде станет меньше разности высоты столбов жидкости в коленах манометра. Вполне понятно, что при весьма незначительном охлаждении колбы давление газа изменится очень мало, и поэтому в манометре сохранится прежний уровень жидкости.

29. Небольшую бутылку нужно наполнить на три четверти густо подкрашенной водой. Затем подбирается корковая или резиновая пробка, которая плотно закрывает бутылку. В пробке надо сделать небольшое отверстие и сквозь него продеть возможно меньшего диаметра стеклянную трубку с оттянутым концом. Нижний конец трубки должен почти доставать до дна бутылки, а верхний — быть несколько выше пробки. С этим прибором можно проделать несколько интересных опытов.

Первый опыт. Поставьте бутылку в сосуд с горячей водой. Через некоторое время из трубки начнет бить фонтан.

Второй опыт. Положите на стекло несколько листов фильтровальной бумаги, смоченных водой. На бумагу поставьте бутылку и накройте ее стеклянной банкой, предварительно хорошо прогретой. Горлышко банки прижмите поплотнее к мокрой бумаге. Через некоторое время из трубки начнет бить фонтан.

Объяснить наблюдаемые физические явления очень просто. В обоих опытах воздух, находящийся в бутылке над жидкостью, нагревается, его давление увеличивается, и жидкость начинает бить «фонтаном».

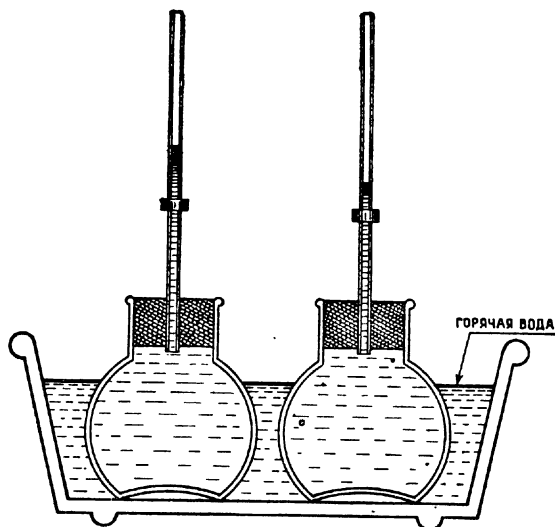


Рис. 37. Прибор для демонстрации теплового расширения жидкости.

Приборы для демонстрации теплового расширения жидкости

30. Берутся две колбы одинакового объема, емкостью по 250—500 см³, и резиновые пробки, плотно закрывающие горлышки колб. Сквозь каждую пробку нужно пропустить стеклянную трубку с внутренним диаметром в 4—5 мм и длиною не менее 40 см (рис. 37).

До самого верха в одну колбу наливается подкрашенная вода, а в другую — подкрашенный спирт или денатурат; причем спирт и вода должны иметь различные цвета, чтобы при проведении опыта можно было наблюдать за тепловым расширением жидкостей.

При закрывании колбы пробкой избыток жидкости частично выльется через края горлышка, а частично поднимется по

стеклянной трубке, которая не должна выдаваться из пробки внутрь колбы. Надо добиться, чтобы уровень жидкостей в обеих трубках был на одной высоте.

На каждую стеклянную трубку надевается небольшое резиновое кольцо. Уровень жидкости в трубке должен быть немного выше (на 2—3 мм) резинового кольца.

Одну из колб надо поставить в сосуд с горячей водой. В начальный момент уровень жидкости в трубке опустится (это легко заметить, так как жидкость окажется ниже резинового кольца).

Почему это происходит?

Понижение уровня жидкости объясняется тем, что стенки колбы от нагревания сразу расширяются и объем колбы увеличивается, а жидкость так быстро не успевает прогреться; поэтому уровень ее в трубке из-за быстрого увеличения объема колбы вначале несколько понижается. Затем жидкость в колбе прогревается, и уровень ее в трубке быстро растет. Это показывает, что жидкость расширяется больше, чем твердое тело (стекло). Если же опустить в сосуд с горячей водой обе колбы, то через некоторое время уровень спирта станет большим, чем уровень воды во второй колбе.

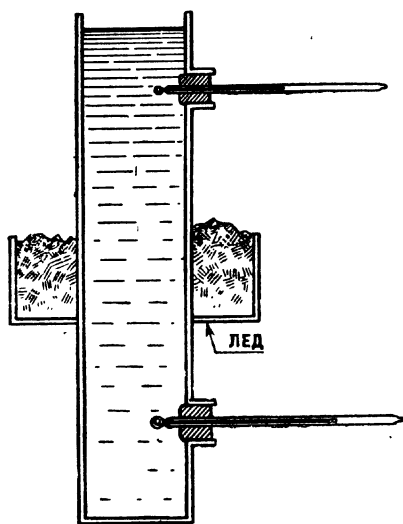


Рис. 38. Прибор для наблюдения за тепловым расширением воды.

Следовательно, при одинаковом нагревании до одной и той же температуры, некоторые жидкости расширяются больше, другие меньше. Различные жидкости имеют разные коэффициенты объемного расширения.

31. Нужно отыскать железную трубу диаметром в 5—6 см, высотой в 20—25 см и в боковой поверхности ее сделать два круглых отверстия (рис. 38) — одно около верхнего края, а второе — возможно ближе к основанию трубы. Отверстия закрываются пробками, и сквозь них пропускаются термометры. Пробки должны закрывать отверстия очень плотно, чтобы вода не просачивалась из трубы. Вынув пробки, нужно насадить на трубу железную банку, например из-под консервов, и припаять ее к середине трубы, а в дне банки выбить гвоздем или просверлить отверстия, чтобы получилось нечто вроде грубого решета.

Закрыв боковые отверстия пробками, следует наполнить трубу водой комнатной температуры, а в консервную банку положить кусочки льда.

В первый момент термометры покажут одинаковую температуру. Затем нижний термометр начнет показывать более низкую температуру, чем верхний. Но так будет продолжаться только до тех пор, пока температура воды не достигнет $+4^{\circ}\text{C}$. Начиная с этого момента верхний термометр будет показывать температуру ниже $+4^{\circ}\text{C}$, а показания нижнего останутся на $+4^{\circ}\text{C}$.

Это говорит о том, что вода при температуре $+4^{\circ}\text{C}$ имеет самую большую плотность.

Опыты по изучению молекулярного строения вещества

На занятиях кружка весьма полезно познакомить юных физиков, например, учащихся шестых классов, с молекулярным строением вещества, явлениями молекулярного притяжения и отталкивания (рис. 39).

С этой целью можно выполнить несколько практических работ.

Например, чтобы доказать существование промежутков между молекулами жидкостей, в тонкую длинную стеклянную трубку налейте 50 см^3 воды, а сверху 50 см^3 спирта. После перемешивания общий объем воды со спиртом становится несколько меньше 100 см^3 . Это объясняется тем, что молекулы воды проникли между молекулами спирта и наоборот; поэтому-то общий объем и изменился (масса же осталась, конечно, неизменной).

Особенно большие промежутки существуют между молекулами газообразных веществ. Многие твердые тела (платина, медь, железо, стекло) в нагретом состоянии пропускают газообразный водород. Почему же твердое тело, состоящее из отдельных молекул, разделенных друг от друга промежутками, не рассыпается на составные части? Что его удерживает?

Чтобы дать ответ на эти вопросы, нужно сделать следующий опыт.

Берутся два свинцовых цилиндра и прижимаются один к другому плоскими, хорошо зачищенными¹ поверхностями. Цилиндры так плотно прилипнут друг к другу, что смогут выдержать достаточно большую нагрузку.

Опыт показывает, что между молекулами существуют силы молекулярного притяжения или молекулярного сцепления. Эти силы действуют на очень малых расстояниях и при увеличении промежутка быстро убывают.

Сварка, спайка, склеивание, прилипание — все эти явления основаны на силах молекулярного притяжения.

Но если бы на молекулы оказывали влияние только силы

¹ Старые срезы покрываются слоем твердой окиси свинца и поэтому не слипаются.

притяжения, то они сблизились бы вплотную друг с другом. Силы отталкивания этому противодействуют.

О явлении диффузии, то есть взаимного проникновения молекул одного вещества между молекулами другого, говорит следующий опыт.

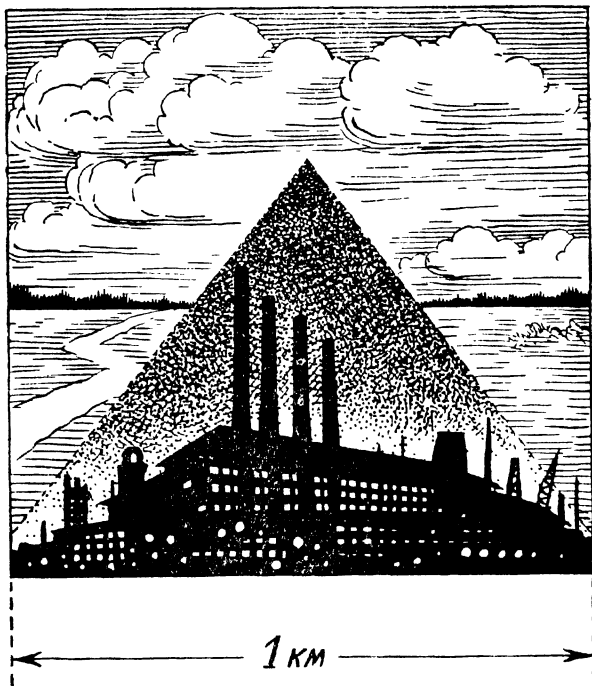


Рис. 39. Если бы можно было сложить вместе столько песчинок, сколько содержится молекул воздуха в одном кубическом сантиметре, то получился бы холм, закрывающий большой завод (рисунок выполнен членами кружка).

На весах уравнивается стеклянный стакан. К нему нужно поднести флакон с эфиром. Пары эфира тяжелее воздуха, и поэтому стакан с парами эфира потянет вниз чашку весов. Через некоторое время весы вновь придут в равновесие, а в комнате будет ощущаться запах эфира: пары эфира распространились между молекулами воздуха, несмотря на то, что они тяжелее воздуха.

Если наполнить сосуд аммиаком (аммиак легче воздуха), закрыть стеклом, поставить на такой же сосуд, наполненный воздухом, а затем убрать перегородку, то через некоторое время аммиак можно обнаружить в нижнем цилиндре. Более легкий

газ (аммиак), вопреки закону Архимеда, частично проник между молекулами воздуха в нижний цилиндр.

Все эти опыты говорят о том, что молекулы непрерывно движутся.

В жидкостях диффузия происходит значительно медленнее, чем в газах, потому что молекулы жидкости движутся медленнее и не так свободно.

Если налить воду в стеклянный цилиндр и осторожно, чтобы не смешать жидкости, на дно стакана через трубку ввести подкрашенную воду, то между подкрашенной и чистой водой появится резкая граница. Она исчезнет только через несколько дней.

У твердых тел диффузия идет еще медленнее.

Две гладкие плотно сжатые пластинки, например, цинковую и медную, через несколько месяцев трудно отделить друг от друга. Они как бы слиплись. Если пластинки разрезать, то можно обнаружить, что частицы меди проникли в цинк и наоборот.

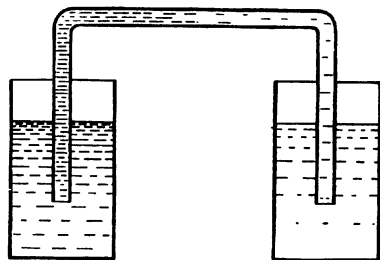


Рис. 40. Пользуясь подобной установкой, можно наблюдать диффузию жидкостей.

32. Прибор для демонстрации диффузии в жидкостях. Берутся два стеклянных сосуда (стаканы или банки). Один стакан наполняется раствором медного купороса, а другой чистой водой. Затем стеклянную трубку следует согнуть в виде буквы П. После того как трубка остынет, нужно заполнить ее чистой водой и, закрыв отверстия пальцами, опустить одним концом в сосуд с чистой водой, а вторым — в раствор медного купороса (рис. 40).

Каждый день в течение трех-четырех недель учащиеся измеряют масштабной линейкой, как медный купорос поднимается вверх по стеклянной трубке.

33. Прибор для демонстрации теплопроводности тел. Равных размеров медную и железную проволоки нужно скрутить между собой с одной стороны и место скрутки укрепить в стойке В (рис. 41). Нескрученные части проволок разводятся в разные стороны, и к ним на равных расстояниях (началом отсчета вправо и влево должно быть место скрутки) прикрепляется на восток по несколько гвоздей.

При нагревании пламенем горелки (можно сухой спирт положить на железный столик) гвозди начнут отпадать, сначала от медной, затем от железной проволоки. Следовательно, медь и железо хорошо проводят тепло, но теплопроводность меди лучше железа.

Следует напомнить членам кружка, что все металлы являются хорошими проводниками тепла. Лучше всего тепло передает серебро, затем медь, золото, алюминий, железо.

Теплопроводность жидкостей очень плохая (исключение составляет только ртуть), а неподвижных газов еще хуже. Снег, древесина, опилки, пух, шерсть, вата, мех плохо проводят тепло, потому что между отдельными их частицами содержится воздух.

Порекомендуйте учащимся прикрепить на фанерном щитке образцы различных металлов, жидкостей (в пробирках) и по-

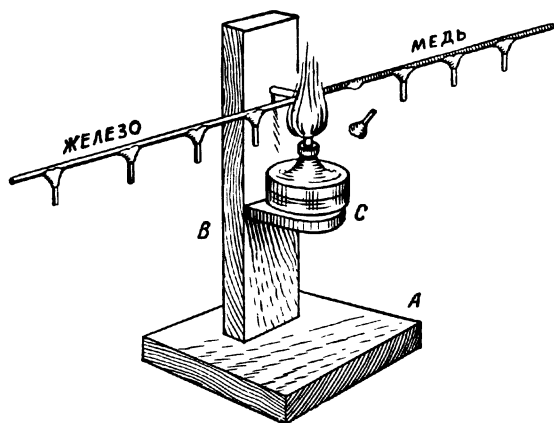


Рис. 41. Нагревание медной и железной проволоки. От медной проволоки грузы отпадают раньше, чем от железной.

ристых тел. Такая таблица «хороших и плохих проводников тепла» будет очень полезна при изучении теплопроводности.

34. Трубка конвекции. Лист папиросной бумаги, изрезанный на тонкие длинные полоски, непрерывно движется над плиткой или над горячим радиатором отопления.

Колебания листков бумаги происходят за счет восходящих потоков теплого воздуха

Удельный вес нагретого воздуха меньше холодного, поэтому по закону Архимеда он поднимается вверх. Его место занимает более холодный воздух, затем он нагревается и тоже поднимается вверх.

Жидкости так же, как и газы, передают теплоту конвекцией.

Для наблюдения конвекции в жидкостях берется стеклянная трубка и сгибается, как показано на рис. 42 (первое положение). В оставшийся промежуток между концами трубки нужно вставить тройник и соединить его с трубкой резиновым шлангом.

В полученную замкнутую стеклянную трубку наливается вода, а на дно кладется кусочек грифеля от химического каран-

даша или кусочек марганцовокислого калия. Один из нижних углов трубки подогревается пламенем горелки. В трубке возникает круговой поток (циркуляция) воды, за которым легко следить благодаря окрашенным струям (рис. 42, второе положение).

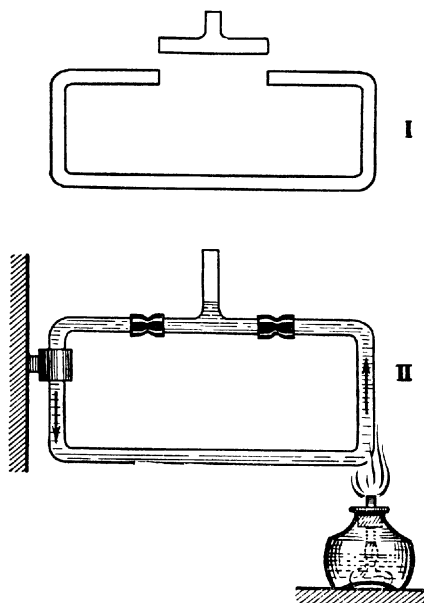


Рис. 42. Круговой поток воды, возникающий при нагревании стеклянной трубки.

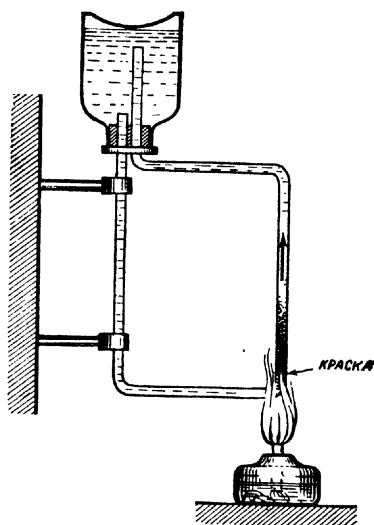


Рис. 43. Трубка конвекции.

От нагревания часть воды расширяется. Ее удельный вес уменьшается, и по закону Архимеда она перемещается вверх, унося с собой полученную теплоту. Более холодная вода в свою очередь нагревается и тоже поднимается вверх.

Наблюдать конвекцию в жидкостях можно и на приборе, изображенном на рис. 43.

Струи жидкости и газа, возникающие при нагревании сосуда снизу или сбоку, перемешивают всю массу данного вещества и способствуют равномерному и быстрому его прогреванию.

35. Тепловой двигатель из кипятыльника Франклина. Наблюдать передачу тепла посредством лучей можно на следующем приборе.

Берется так называемый кипятыльник Франклина — два стеклянных шарика, частично заполненных подкрашенным спиртом и соединенных стеклянной трубкой

Шарики покрываются черной матовой краской для лучшего поглощения тепла. Середина трубки зажимается между двумя

деревянными пластинками, имеющими с внутренней стороны углубления, соответствующие форме трубки. В каждую пластинку надо вбить по патефонной иглке так, чтобы они выступали наружу, и затем уже укреплять трубку. Трубка зажимается между пластинками, при этом иглки должны быть расположены по одной прямой. Это необходимо потому, что они будут служить горизонтальной осью вращения кипятильника Франклина. Эта ось должна находиться в центре тяжести трубки и шариков. Тогда кипятильник будет поворачиваться на некоторый угол.

Ось будущего двигателя крепится между двух стоек на высоте 5—6 см так, чтобы она легко поворачивалась в стойках,

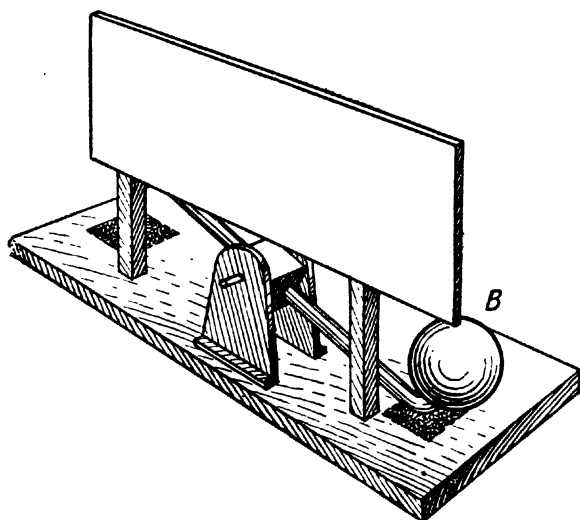


Рис. 44. Кипятильник Франклина.

(способ такого крепления оси указан в книге «Юные физики», стр. 83, рис. 114).

На стойках *B* (рис. 44) укрепляется экран, закрывающий верхний шарик. Экран нужно покрасить белилами или алюминиевой краской.

Перед прибором ставится электрическая плитка или отражательная печь. Нижний шарик от тепловых лучей печи начинает нагреваться. Давление паров над спиртом внутри шарика быстро возрастает. От этого жидкость по трубочке поднимается все выше и выше, и наступает такой момент, когда левый шарик перетянет вниз, а вверх поднимется правый.

Затем нагретый пар «перегонит» спирт обратно в первый шарик. Так, по очереди шарики будут находиться один перед плиткой, второй — за экраном. Нижний шарик, нагреваясь, поглощает лучи. Находясь вверху, он нагревается через луче-

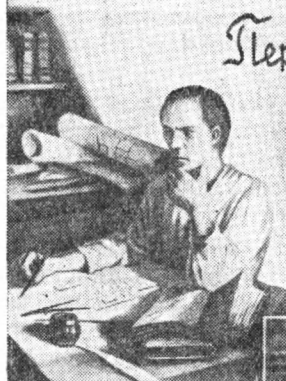
И.И.Ползунов

(1728 - 16/3 1766 г.)

Первый

РУССКИЙ ТЕПЛОТЕХНИК РОДИЛСЯ НА УРАЛЕ В ЕКАТЕРИНБУРГЕ (ныне Свердловске). ДЛГОЕ ВРЕМЯ ПРОЖИЛ НА АЛТАЕ. РАБОТАЛ НА КОЛЫВАНОВО-ВОЗНЕСЕНСКОМ ЗАВОДЕ И ТАМ ИЗОБРЕЛ И ПОСТРОИЛ ПЕРВУЮ В МИРЕ ПАРОВУЮ МАШИНУ ДЛЯ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ПРИВОДА ЗАВОДСКИХ МЕХАНИЗМОВ.

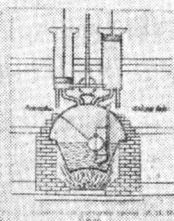
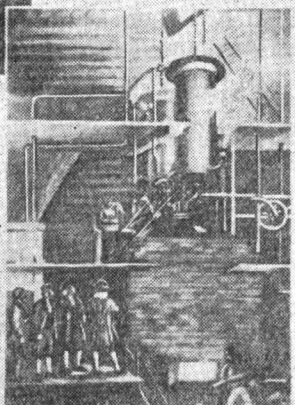
И.И. Ползунов совершил подлинный научный и трудовой подвиг.



**Общий вид
паровой ма-
шины**

**И.И. Ползунова
построенной**

**в 1765 г.
и пущенной в про-
мышленную explo-
атацию в 1766 году.**



**И.И. Ползунов
является**

**ПЕРВЫМ В МИРЕ
ИЗОБРЕТАТЕЛЕМ АВТО-
МАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИ-
РОВАНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В
ПАРОВОМ КОТЛЕ. КОГДА
УРОВЕНЬ ПОНИЖАЛСЯ НИ-
ЖЕ НОРМАЛЬНОГО, ПО-
ПЛАВКЕ ОТКРЫВАЛСЯ И ОТ-
КРЫВАЛ КЛАПАН ПРО-
ПУСКАЮЩИЙ ВОДУ В КОТЛ.**

*Идея такого авто-
матического регулятора
лежит в основе всех сов-
ременных автоматов ре-
гуляторов*

**До пуска машины ИЗОБРЕТАТЕЛЬ
НЕ ДОЖИЛ ДВУХ НЕДЕЛЬ.**

Машина ПОРАЖАЛА своим разме-
ром. Рабочие цилиндры имели высоту 28 м,
диаметр парового котла - 3,5 м. Машинное
здание имело высоту 18 м.

Впервые в истории техники

**И.И. Ползунов построил двухцилиндровую
машину.**

Рис. 45. Стенд, посвященный жизни и творчеству И. И. Ползунова.

поглощение не может, так как от источника теплоты его закрывает экран, отражающий тепловые лучи

Чтобы при опускании вниз шарик не разбился от удара о подставку, надо в этом месте к доске прибить кусочек какого-либо амортизирующего материала, например, резины.

Шарики опускаются вниз и поднимаются вверх автоматически.

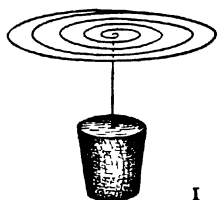
Эта несложная и интересная установка необходима физическому кабинету как учебно-наглядное пособие и прежде всего как пример простого прибора-автомата.

Расскажите учащимся о том, что первый автомат изобрел выдающийся русский теплотехник И. И. Ползунов. Им был применен автоматический регулятор уровня воды в паровом котле. Когда уровень воды опускался ниже нормального, поплавков открывал клапан и впускал воду в котел.

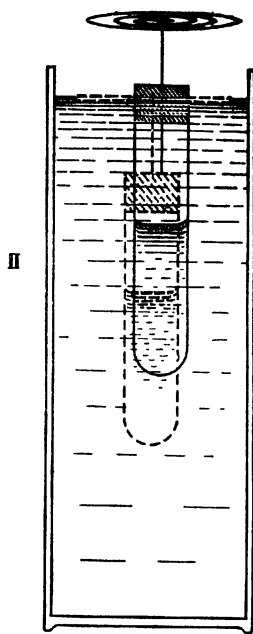
Идея такого автоматического регулятора лежит в основе многих современных автоматов-регуляторов. После того как юные физики подробно познакомятся с жизнью и деятельностью И. И. Ползунова, очень полезно в физическом кабинете оформить стенд, посвященный знаменитому изобретателю первой в мире двухцилиндровой паровой машины и первого промышленного автомата (рис. 45).

36. Прибор для демонстрации поверхностного натяжения жидкости. Продемонстрировать наличие поверхностного слоя в жидкостях можно при помощи следующего несложного прибора.

В высокий и узкий стеклянный сосуд, например, в мензурку, наполненную водой, опускается небольшая пробирка, закрытая пробкой. Добавляя воду в пробирку, нужно добиться, чтобы над поверхностью воды в мензурке оставалась самая малая часть пробки, то есть выталкивающая сила должна быть немногим больше веса пробирки с водой и пробкой. В проб-



I



II

Рис. 46. Прибор для обнаружения поверхностного слоя воды.

ку вставляется плоская спиралька из тонкой проволоки (рис. 46, первое положение). Если и после этого пробирка не тонет и проволоочная спиралька не касается воды, то прибор построен правильно, и можно приступить к его испытанию.

Легонько толкните пробирку под воду, вместе со спиралькой она опустится несколько ниже уровня воды в мензурке. Затем выталкивающая сила поднимет пробирку вверх, но проволоочная спираль не прорвет поверхностную пленку и вместе с пробкой останется под водой.

Если «помочь» спиральке прорвать поверхностный слой воды, то пробирка снова всплывает над водой (рис. 46, второе положение).

Прибор можно считать построенным хорошо только в том случае, когда, опускаясь на небольшую глубину, спираль пробирки не прорывает поверхностную пленку, а при большем погружении прорывает «с разгона» поверхностный слой жидкости.

Чтобы было хорошо видно внутри мензурки пробирку, в нее наливается подкрашенная вода.

Наблюдения за испарением и кипением различных жидкостей

На одном из занятий кружка можно провести наблюдение за испарением жидкостей.

Кто-нибудь из учащихся пишет на классной доске влажной тряпкой слово «испарение». Скоро с доски начнут исчезать влажные очертания букв, через некоторое время исчезнет и все слово.

Учитель объясняет, что вода испарилась, то есть превратилась в невидимый водяной пар, который перемешался с окружающим воздухом. По той же причине высыхают и чернила на бумаге, мокрые тротуары, только что вымытые полы и т. д.

Испаряются все жидкости, а особенно быстро — эфир, бензин и спирт. Если оставить в комнате открытым флакон с одной из этих жидкостей, то пары, например эфира, распространятся по всей комнате, о чем можно судить по запаху эфира.

Керосин и вода испаряются медленнее, а масло и ртуть еще медленнее.

37. Для наблюдения за испарением берется матовое стекло, укрепленное в рамке. Рамка устанавливается под углом в 30—35° к линии горизонта, а под стекло помещается электрическая лампочка (для подсвета) мощностью в 25—40 ватт. Свет от лампочки должен проникать наружу только через матовое стекло, со всех остальных сторон рамку надо оградить стенками из досок или фанерок.

Смочите ватку каким-либо маслом и нанесите на матовое стекло этой ваткой круглое пятно С (рис. 47). Таким же спосо-

бом оставьте на матовом стекле следы воды и эфира или иных жидкостей.

Наблюдая за исчезновением пятен с матового стекла, легко убедиться в том, что различные жидкости испаряются неодинаково.

38. На одном из следующих занятий руководитель кружка может рассказать учащимся о том, что точки кипения жидкостей изменяются в зависимости от внешнего давления. У подошвы горы и на ее вершине вода кипит при различных температурах. Чем дальше от поверхности земли, тем температура кипения воды становится ниже. На высокой горе в кипящей воде не всегда можно сварить яйцо.

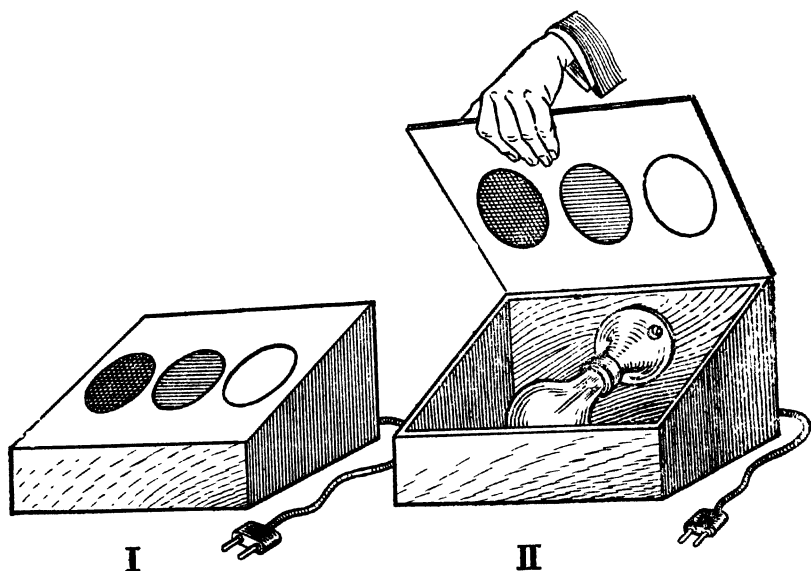


Рис. 47. Устройство прибора для демонстрации различного испарения различных жидкостей.

Жидкость начинает кипеть только тогда, когда внешнее давление над ее поверхностью равно давлению пара внутри пузырьков газа.

Можно «заставить» кипеть жидкость, например воду, и под пониженным давлением. Для этой цели используется установка, изображенная на рис. 48. Если колбу *C* с кипящей водой приподнять над пламенем спиртовки или электрической плиткой, то вода очень быстро перестанет кипеть. Откачайте воздух из пространства над водой. Вода в колбе снова закипит, так как давление над водой в колбе уменьшилось и кипение начинается при более низкой температуре.

В колбу *D* налита серная кислота. Она очень энергично по-

глощает влагу и тем самым осушает выкачиваемый воздух. Обе колбы лучше брать круглодонными.

От колбы *D* нужно отсоединить насос, а колбу *C* опустить и снова в ней нагревать воду. Как только вода начнет кипеть, в колбы накачивается воздух. От этого давление немного увеличится, и кипение воды прекратится.

Следовательно, с повышением внешнего давления точка кипения повышается.

Объясните учащимся, что это физическое явление играет важную роль в современной технике. Чем выше, например, температура пара, поступающего в рабочий цилиндр паровой машины или на лопасти паровой турбины, тем больше коэффициент полезного действия установки.

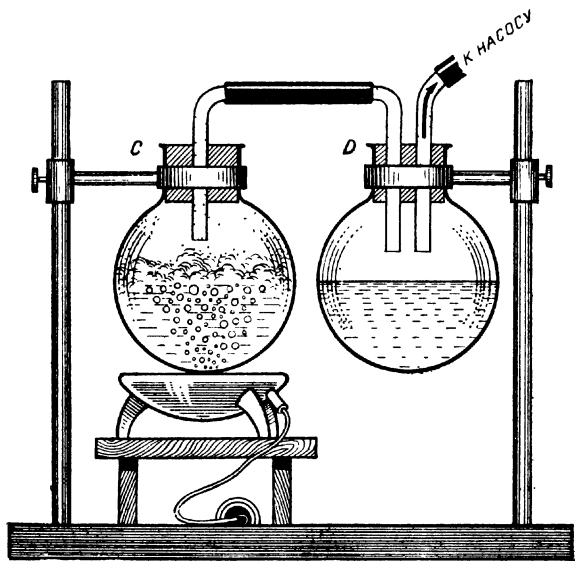


Рис. 48. Прибор для наблюдения за кипением жидкости.

На современных тепловых электростанциях, где электрическая энергия получается за счет энергии пара, котельные установки представляют собой двенадцатизэтажные здания. Топки в этих установках так велики, что в них можно было бы устроить гараж для грузовых машин. Такие котлы вырабатывают пар при давлении 170 и выше атмосфер и температуре в 500–1000°.

Таблицы энергетических балансов различных электрических станций (теплоэлектроцентрали и конденсационной) очень полезно иметь в каждом физическом кабинете (рис. 49).

39. Различные жидкости при нормальном давлении кипят при различных температурах. Например, температура кипения эфира составляет 35°, а воды 100°.

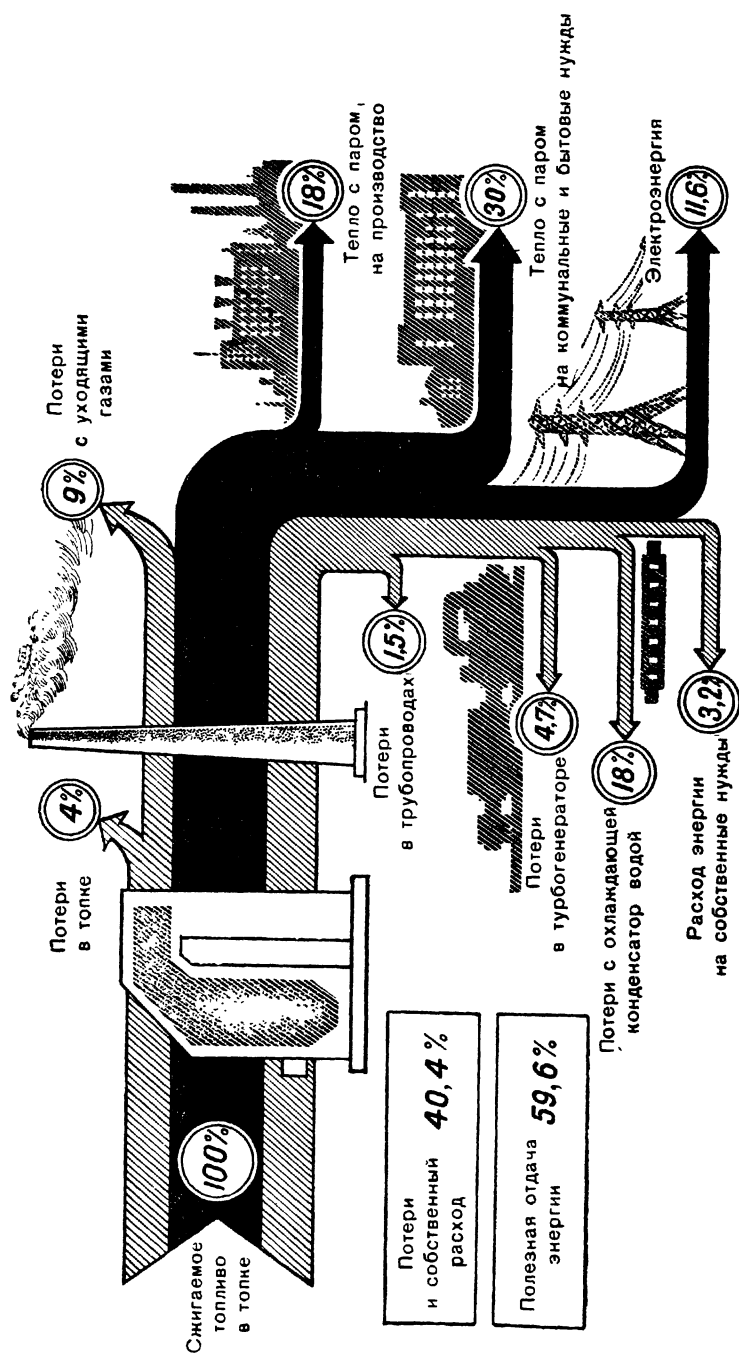


Рис. 49. Подготовленная учащимися схема энергетического баланса паротурбинной теплоэлектростанции (ТЭЦ).

Неодинаковые температуры превращения жидкостей в пар можно использовать для устройства «фонтана», бьющего под увеличенным давлением.

Железную консервную банку нужно запаять со всех сторон, а в верхней крышке оставить два отверстия и плотно закрыть их пробками.

Сквозь первую пробку пропускается тонкая стеклянная трубка с внутренним диаметром в 2—3 мм и оттянутым верхним концом. Нижний конец трубки должен доходить почти до дна банки (рис. 50). Сквозь вторую пробку нужно пропустить воронку с краником.

В банку наливается вода при температуре 40—50°, затем через воронку — немного эфира. Эфир превращается в пар. Давление внутри банки становится выше, чем внешнее, и из трубки начинает бить фонтан.

Прибор хорошо работает в том случае, когда над водой остается небольшое пространство, заполненное воздухом, и пробки плотно закрывают оба отверстия.

40. Горлышко толстостенной стеклянной бутылки емкостью в 1—1,5 литра закрывается пробкой, сквозь которую должна проходить стеклянная трубка (можно взять бутылку с двумя горлышками, закрыв их пробками, и пропустить сквозь одну пробку стеклянную трубку).

В бутылку вливается несколько капель спирта, а трубка посредством резинового шланга соединяется с нагнетательным насосом. Нагнетаемый воздух вскоре с силой выбросит пробку. В бутылке образуется «туман». Его особенно хорошо видно, если устроить подсвет.

Подобное явление можно объяснить тем, что при нагнетании воздух сжимается и нагревается. С повышением температуры количество паров в нем увеличивается. В момент, когда из бутылки вылетает пробка, газ очень быстро расширяется. Затем температура воздуха внутри бутылки понижается, и часть водяных паров конденсируется. В бутылке образуется «туман».

Прибор можно использовать для демонстрации проявления механической энергии за счет тепловой энергии.

На этом же занятии следует рассказать учащимся об «искусственном холоде», о том, что в настоящее время он нашел широкое применение в различных отраслях народного хозяйства.

В пищевой промышленности имеются, например, специаль-

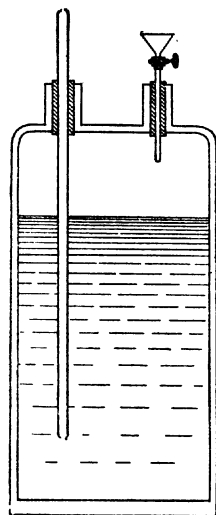


Рис. 50. Прибор для наблюдения за превращением жидкостей в пар.

ные судна-рефрижераторы, снабженные мощными холодильными установками, большие холодильники, вагоны-ледники, ледяные склады.

Искусственный холод применяется для запрессовки втулок, в машиностроительной промышленности, для замораживания грунта при ведении различных подземных работ и во многих других областях промышленности и техники.

Модели паровых турбин

Несколько занятий кружка следует посвятить моделированию турбин. Но прежде нужно пояснить, какие двигатели называются турбинами (двигатели, в которых используется энергия движущейся струи пара или газа для приведения во вращение колеса — ротора), подчеркнуть, что в паровых турбинах струя пара действует на лопатки ротора, насаженные по окружности диска или барабана. В газовых же турбинах работа совершается газами, получающимися при сгорании в особых камерах твердого, жидкого или газообразного топлива.

Руководитель кружка говорит, что паровые турбины широко применяются в различных отраслях народного хозяйства — устанавливаются на тепловых электростанциях, на скоростных самолетах и многих морских судах, используются при бурении скважин и т. д.

Упрощенные модели паровых турбин, раскрывающих принцип их работы, может построить каждый юный физик.

41. Активная турбина. Нужно налить в колбу воды и закрыть горлышко плотно входящей пробкой, сквозь которую продета стеклянная трубка с оттянутым концом (рис. 51)

В стойках *В* укреплено легкое колесико, например, из пробки, с вставленными железными пластинками. Это колесо турбины надевается на ось *К*, заточенную с двух сторон на конус. К внутренним сторонам стоек *В* нужно прибить железные пластинки *М* с углублениями для оси турбины (при такой конструкции трение в подшипниках будет весьма незначительным).

Когда в колбе закипит вода, то струя пара, вырываясь из трубки — сопла, ударится в лопасти турбины и приведет во вращение ее колесо. Чем меньше расстояние между лопаткой колеса и оттянутым концом стеклянной трубки, с тем большей энергией струя пара (при данных условиях) будет ударять в колесо турбины

Стеклянную колбу можно заменить консервной банкой, а стеклянную трубку — медной, с очень узким выходным отверстием; в конце трубки рекомендуется укрепить ниппель от горелки примуса или нижнюю часть медицинского шприца, пробковое колесико заменить железным (на поверхности его, конечно, тоже должны быть лопасти).

Но еще лучше обернуть железный котел — консервную банку асбестом, а поверх асбеста намотать несколько витков нихро-

мового провода от старой перегоревшей спиральки. Такой «котел» с электрическим обогревом очень удобен. В зависимости от числа витков в обмотке, его можно включать на различное напряжение — на 8, 10, 12 или даже более вольт. В этой турбине стойка *В* делается из жести и припаивается непосредственно к корпусу котла.

Чтобы удобнее было наливать воду в котел, к крышке надо припаять гайку, а на винт, закрывающий отверстие в гайке, для уплотнения надеть кожаные или резиновые прокладки.

Модель по сравнению с первой получится более компактной.

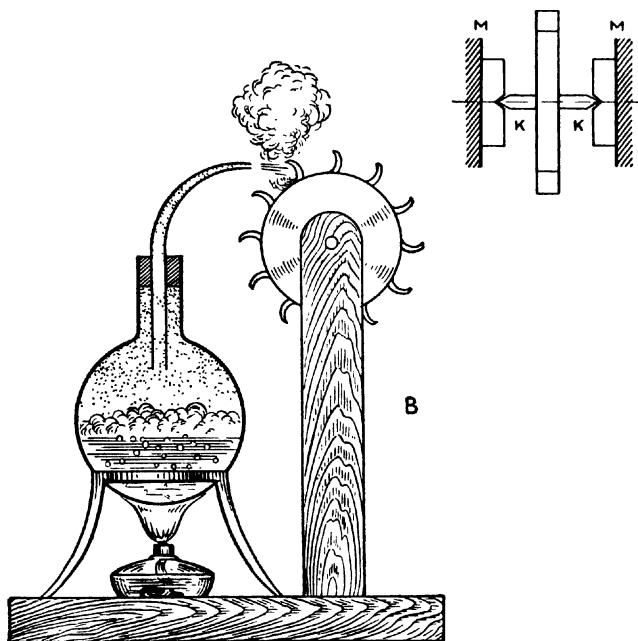


Рис. 51. Модель активной турбины.

42. Реактивная турбина. Берется небольшая колба, емкостью в 100—200 см³. Горлышко ее закрывается пробкой, в которую надо вставить две стеклянные, изогнутые под прямым углом трубки с оттянутыми концами.

Концы трубок должны быть направлены в противоположные стороны (рис. 52).

Если подвесить колбу на прочной нитке к стойке и подогревать воду, то пар с силой будет вырываться из стеклянных трубок и приведет «турбину» во вращение, противоположное направлению пара.

Колбу надо наполнить водой менее чем наполовину. Вместо

колбы можно взять пробирку, налить в нее эфир и закрыть пробкой с такими же трубками, как в предыдущем приборе.

Пробирка опускается в горячую воду. Пары кипящего эфира, вырывающиеся через концы трубок, приведут во вращение пробирку. Если в этот момент поджечь пары эфира, то в темноте будет отчетливо видно вращающееся огненное колесо (рис. 53).

Реактивные турбины легко изготовить из небольших консервных банок (например, из-под шпрот). К верхней крышке

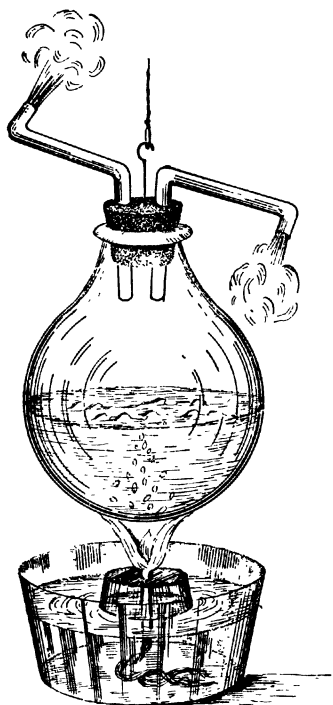


Рис. 52. Модель реактивной турбины.

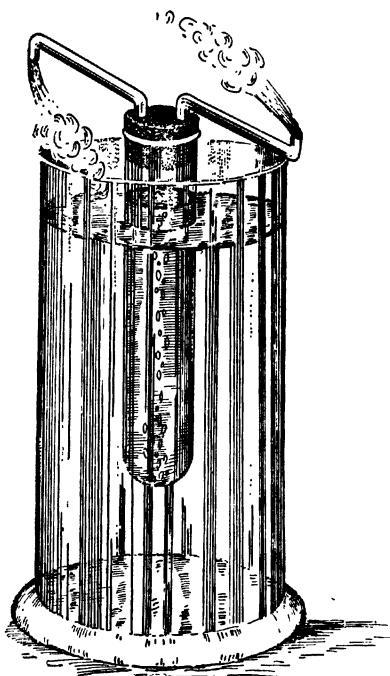


Рис. 53. Реактивная «турбина», сделанная из пробирки.

банки нужно припаять небольшую гайку, а отверстие в гайке, через которое наливается вода в турбину, закрыть винтом.

К верхней и нижней крышкам банки припаиваются проволоки-оси. Они должны быть расположены точно по прямой линии (рис. 54). Длина каждой оси 4—5 см.

В верхней части боковой поверхности банки делаются небольшие отверстия, и к ним нужно припаять тонкие медные трубки, изогнутые под прямым углом и направленные в противоположные стороны.

Снизу турбины ставится несколько спиртовок для подогрева воды.

43. Макет четырехтактного двигателя внутреннего сгорания. Каждый физический кружок может построить макет четырехтактного двигателя внутреннего сгорания, устанавливаемого на тепловозах, автомобилях, самолетах, мотоциклах, тракторах, самоходных комбайнах и т. д.

Внутри деревянного ящика размерами $45 \times 30 \times 10$ см ставятся три перегородки. Они делят ящик на четыре равные части. Затем из картона склеиваются две трубки диаметром в 10 см и высотой в 28 см и разрезаются вдоль.

Получившиеся четыре полуцилиндра укрепляются внутри каждого отделения ящика. Их нужно приклеить открытой стороной к наблюдателю (рис. 55, третье положение).

Затем нужно сделать четыре деревянных поршня *К* таких размеров, чтобы они легко перемещались внутри цилиндров, и снизу каждого поршня вбить по проволочной петле.

Из проволоки диаметром в 5—6 мм делается коленчатый вал *В*, с которым посредством шатуна—проволоки и соединяется каждый поршень. На выступающем конце коленчатого вала укрепляется небольшой маховик *С*.

Переднюю стенку модели двигателя можно сделать стеклянной. Внутреннюю поверхность цилиндров покрасить в черный цвет, а поршни, шатуны и коленчатый вал — алюминиевой краской.

Если вращать коленчатый вал за маховик, поршни будут опускаться, то подниматься. В цилиндре, где поршень опускается вниз, происходит как бы такт всасывания, в цилиндре, где поршень идет вверх, — сжатие, в третьем — рабочий ход и в четвертом — выхлоп.

Пользуясь этой моделью, можно показать различные такты работы двигателя внутреннего сгорания.

Конструирование многих физических приборов, различных технических моделей и установок требует от учащихся глубоких знаний законов электрического тока, достаточных навыков по сборке различных простых и сложных цепей электрического тока.

Поэтому на внеклассных занятиях следует как можно чаще практиковать сборку простых электрических схем. Это помо-

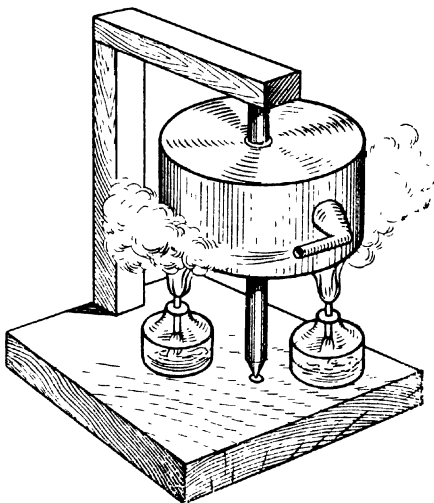


Рис. 54. Модель реактивной турбины.

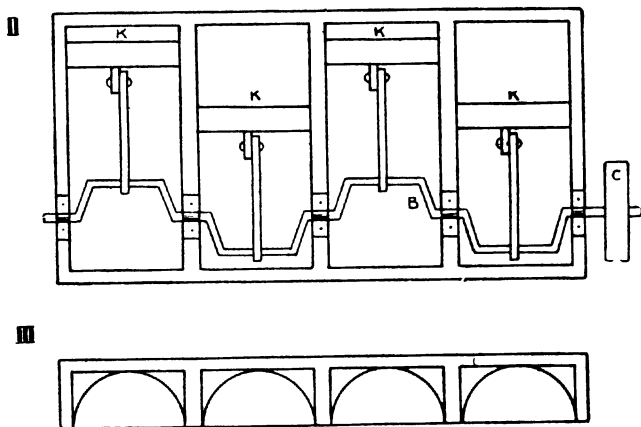
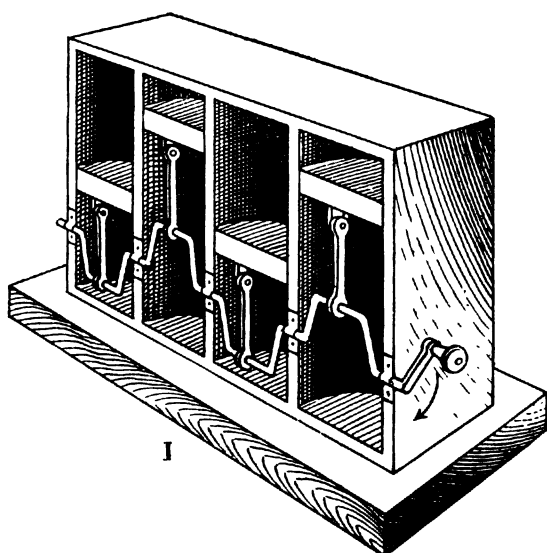


Рис. 55. Макет четырехтактного двигателя внутреннего сгорания.

жет членам кружка хорошо изучить в процессе работы программный материал в курсе физики по теме «Электричество».

Электрические провода и шнуры и работа с ними

После того как юные физики познакомятся с основными законами электрического тока, с составными частями электрической цепи и способами включения в цепь приборов, необходимо обучить кружковцев простейшим электромонтажным и электроарматурным работам.

Вначале школьникам нужно показать электроизоляционные материалы и одновременно предложить построить стенд «Изоляторы». Для этого на большом щите (например, размером 100×75 см) прикрепляются образцы различных изоляционных материалов с соответствующими надписями.

Такой стенд можно в дальнейшем использовать не только на занятиях кружка, но и на уроках физики в седьмом и десятом классах при изучении темы «Проводники и изоляторы электрического тока».

При изучении проводников надо ознакомить членов кружка хотя бы с некоторыми марками электрических проводов (см. приложения 5 и 6 в конце книги), с диаметром проводов, их сопротивлением и допускаемой при данных условиях силой тока.

Занимаясь с юными физиками, всегда необходимо помнить, что очень часто учащиеся совершенно свободно вычерчивают схемы электрической цепи, правильно указывают, как надо, например, включать амперметр и вольтметр, но становятся совершенно беспомощными, когда им предлагают ответить, для чего над клеммами измерительных приборов поставлены знаки (+) и (—).

В представлении отдельных учеников эти измерительные приборы мгновенно превращаются в источник тока, поэтому у них и имеются знаки (+) и (—).

Расхождение теоретических знаний с практическим применением их нередко можно наблюдать на примере того, что класс не может правильно вычертить схему электрической проводки классной комнаты или физического кабинета, хотя в тетрадях учеников нарисовано до десятка различных теоретических схем.

При изучении цепи электрического тока необходимо познакомить кружковцев с различными видами ключей, выключателей, рубильников и переключателей, так как часто ученики, очень неплохо умеющие собирать электрическую цепь с обычным ключом, не знают, как нужно использовать переключатель. Ученик подводит провода к крайним клеммам и, переключая рычаг справа налево или слева направо, удивляется, почему же цепь не замыкается, и не может догадаться, что один из подводящих проводов надо присоединить к средней клемме.

При различных электромонтажных работах внимание юных техников необходимо обратить на то, что приходится провода сращивать или брать от основной магистрали ответвления. В том месте, где провода сращиваются, обычно получается небольшое утолщение. Медные провода соединяют вначале скруткой, а затем место скрутки пропаивают. Надо научиться выполнять эти работы чисто и аккуратно.

Последовательные операции соединения двух одножильных медных проводов показаны на рис. 56.

Подлежащие соединению концы проводов необходимо освободить от изоляции (40—50 мм), а жилы зачистить до блеска;

зачищенные концы наложить друг на друга (рис. 56, а), скрутить (рис. 56, б, в, г) и место скрутки плотно обжать плоскогубцами, удалив излишек конца провода кусачками. Затем соединение проводов нужно хорошо пропаять оловом (рис. 56, д),

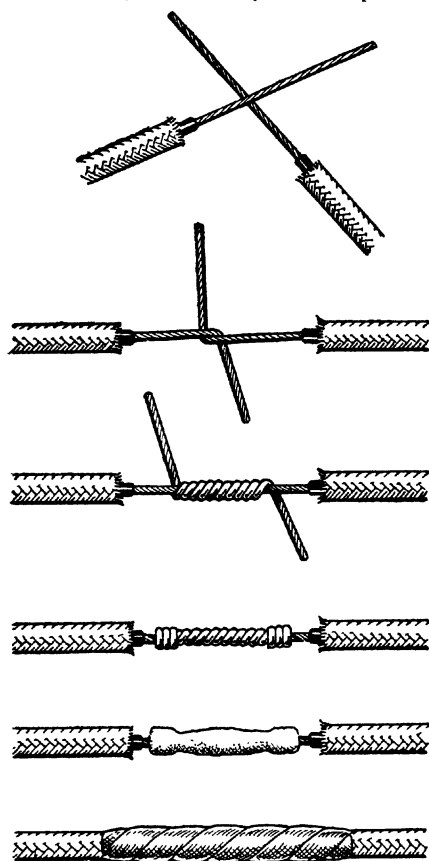


Рис. 56. Соединение одножильных медных проводов.

провода зачищают на 30—40 мм, затем конец присоединяемого провода аккуратно, виток к витку, наматывают, обжимают плоскогубцами, запаивают и покрывают изоляционной лентой.

На рис. 57 (в положениях б, в, г) и на рис. 58 (а, б и в) шнуры отведены от ролика на большое расстояние, чтобы легче было показать операции ответвления проводов. (Истинное положение ролика при ответвлениях показано на рис. 57, в и 58, г).

Для лучшего крепления всей электрической проводки или ее модели электрический шнур привязывают к роликам проч-

а подтянуть к месту сращивания с обоих проводов наружную оплетку и, захватив изоляционной лентой около 8—10 мм оплетки на одном конце, плотно обернуть лентой место спайки, захватить оплетку на втором конце и второй раз обернуть место скрутки (рис. 56, е).

б После этого можно показать учащимся очередность выполнения операций по ответвлению проводов, пояснив, что оно необходимо при монтаже комнатной электропроводки или ее модели, а также при соединении двух, трех и более потребителей параллельно, при установке штепсельных розеток, выключателей, монтаже распределительных щитков и во многих других случаях.

в Нужно подчеркнуть, что в местах ответвления обязательно устанавливаются ролики, к которым и подвязывают провода отводов. Изоляцию

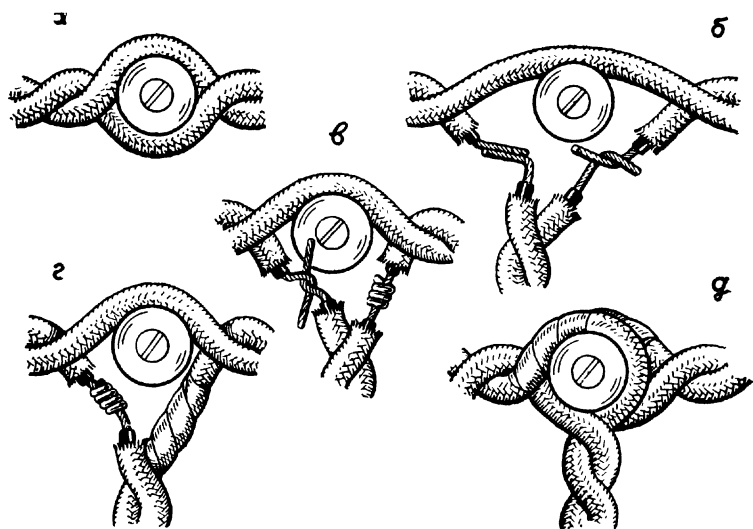


Рис. 57. Очередность выполнения операций последовательного ответвления провода (к выключателю).

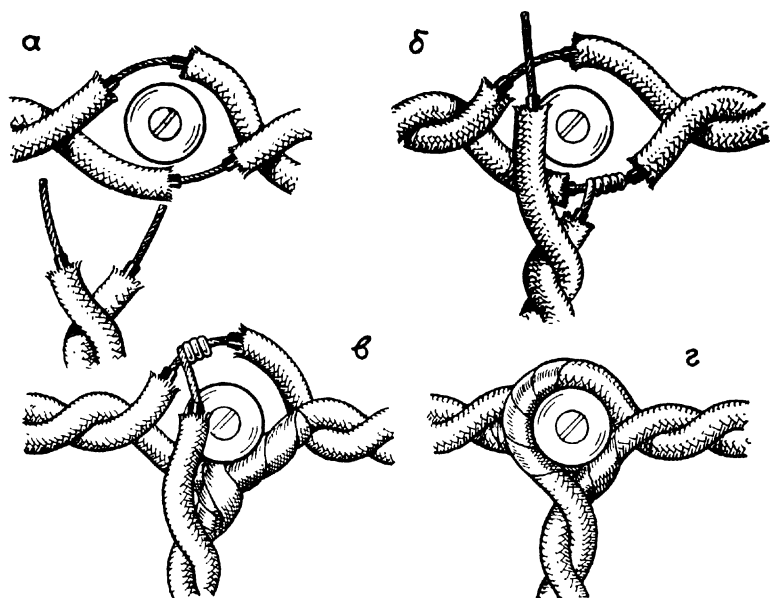


Рис. 58. Очередность выполнения операций параллельного ответвления провода (к штепсельной розетке).

ными толстыми нитками (во всяком случае к конечному ролику проводки шнур должен быть обязательно привязан).

Последовательность операций крепления нитками шнура к ролику показана на рис. 59.

Концы провода заделываются различными способами в зависимости от того, для какой цели предназначается провод.

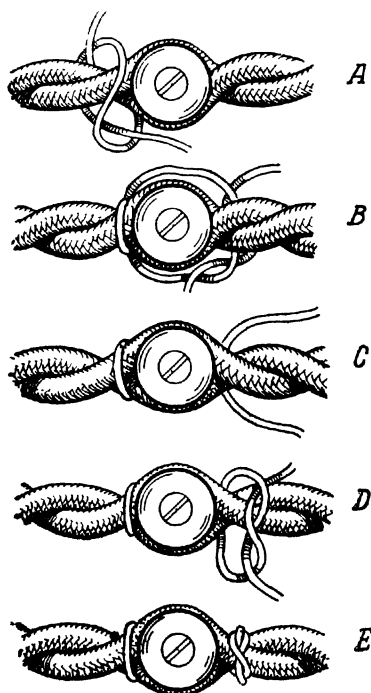


Рис. 59. Крепление шнура к роликам.

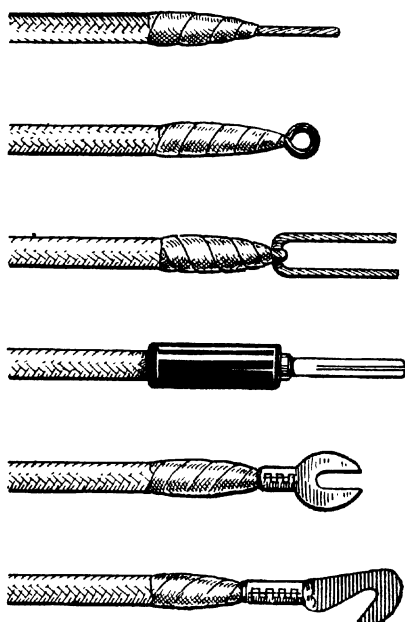


Рис. 60. Различная заделка конца провода.

Например, для штепсельной вилки, а также для многих электрических патронов, штепсельных розеток, выключателей концам подводящих проводов придают форму «петельки». Иногда бывает необходимо заделать конец провода «тычком» или однополюсным штепселем.

Во всех случаях работу надо выполнять тщательно и аккуратно — место соединения провода с наконечником пропаять, предварительно зачистив до блеска и провод и наконечник, при заделке конца «тычком» или «петелькой» обязательно полудить провод, конец оплетки и резиновой изоляции обмотать изоляционной лентой.

Различная заделка концов провода показана на рис. 60.

44. Действующий набор электрических ламп. Набор состоит из лампы для карманного фонарика, медицинской лампочки «малютка», лампы с угольной нитью, лампы точечной, пустотной с растянутой нитью, газополной, лампы для киноаппарата и т. д.

Набор ламп различного устройства, различных назначений и мощностей даст учащимся контрастную картину ламп «лилипутов» и «гигантов». На подобном наборе легче проследить путь развития электрической лампочки. Модели свечи Яблочкова и лампы Лодыгина, которые легко выполнить в каждом кружке,

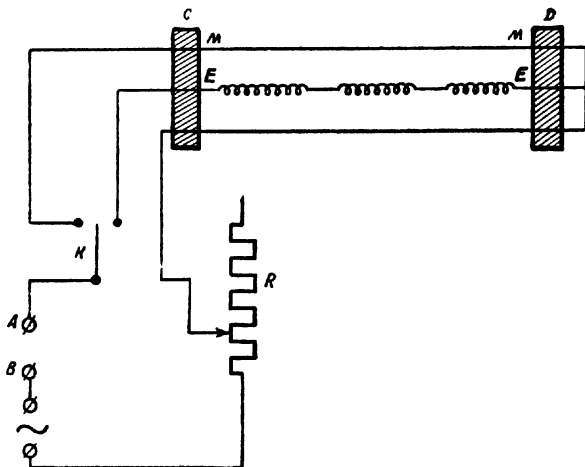


Рис. 61. Установка над классной доской.

помогут юным физикам представить, какими были первые приборы для электрического освещения.

Увидев образцы различных электрических лампочек и электрических патронов, учащиеся вполне естественно захотят узнать, почему у современных газополных ламп нить накаливания свернута в спиралью.

Дать ответ на вопросы учеников поможет описанная ниже установка.

Над классной доской (рис. 61) с левого и правого края ее надо установить два кронштейна, которые могли бы поворачиваться вокруг горизонтальной оси. Каждый кронштейн имеет по две клеммы. Между клеммами натяните два нихромовых провода, один из них должен быть растянут, а другой состоит из частично свернутой в спираль проволоки.

Посредством этой схемы можно продемонстрировать:

1. Тепловое расширение тел от нагревания. Для этого кронштейн нужно наклонить. Все сопротивление реостата вводится

в цепь, и по проводу *ММ* пропускается ток, провод расширяется от нагревания, и на фоне белой бумаги хорошо видно его провисание.

2. Тепловое действие электрического тока. Провод *ММ* вначале постепенно провисает, а затем раскаляется докрасна.

3. С помощью схемы можно также объяснить причину свертывания в электрической лампочке провода в спираль.

В цепь включается провод *ЕЕ*. Спираль и вытянутый провод нагреваются до различной степени свечения, ярче светится густая спираль, слабее — вытянутый провод.

4. Для демонстрации падения напряжения на различных участках цепи параллельно проводу *ММ* нужно включать в цепь 6—8-вольтовую лампочку. Реостат полностью вводится в цепь.

5. Между зажимами *А* и *В* помещается плавкий предохранитель — станиолевая бумага от конденсатора. Меняя толщину полоски бумаги и силу тока, проходящего через цепь, можно показать «перегорание пробки».

6. Пользуясь схемой, нетрудно изготовить большой демонстрационный тепловой амперметр. Для этого в середине провода *ММ* подвесьте гиру весом около 100 граммов, а на классной доске прикрепите белую шкалу.

Все опыты можно проделать в любой момент с весьма малой затратой времени. Если же схема не нужна, то, находясь над доской, она нисколько не мешает учителю и учащимся. Наоборот, в течение года ученики могут ею пользоваться при своих ответах у доски. Они получают конкретное представление о том, как ставить плавкий предохранитель, как регулировать с помощью реостата накал спирали и т. д.

Хорошо, если на занятиях кружка учащиеся познакомятся и со способами включения в цепь ламп дневного света.

Схема включения лампы «холодного» света в осветительную сеть изображена на рис. 62 и 63.

Дроссель низкой частоты, указанный на схеме, представляет собой подобие электромагнита: в катушку из медного провода вставлен железный сердечник. Таким дросселем может явиться первичная катушка от школьного разборного трансформатора (на 120 или 220 вольт).

На рис. 62 изображено включение ламп через стартер. Стартер представляет собой маленькую неоновую лампу, имеющую два электрода. Пластина одного электрода изготовлена из двух металлов, имеющих различные коэффициенты линейного расширения. В момент включения в сеть люминесцентной лампы она не зажигается, но стартер начинает светиться. Его биметаллический электрод разгорается за счет тлеющего разряда и, разгибаясь, касается второго электрода. Сопротивление цепи значительно уменьшается (в стартере произошло короткое замыкание), вследствие чего и разогреваются электроды лампы днев-

ного света. Короткое замыкание в стартере длится около одной секунды, биметаллическая пластинка за это время успевает остыть и снова отходит от второй пластинки,

В момент размыкания контактов стартера в дросселе возникает эдс самоиндукции, которая вместе с напряжением внешней сети вызывает разряд внутри лампы дневного света. В продолжение всего времени горения лампы тлеющий разряд в стар-

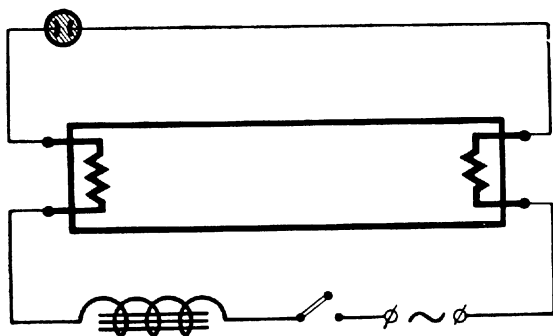


Рис. 62. Схема включения лампы дневного света в электрическую цепь через стартер.

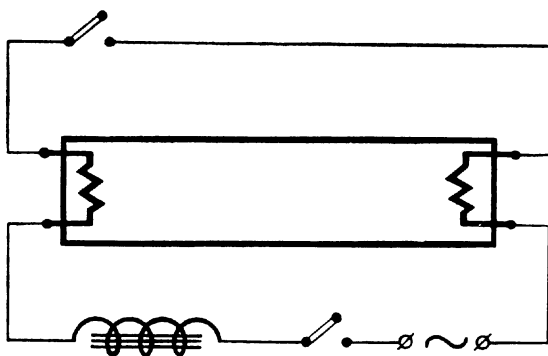


Рис. 63. Схема включения лампы дневного света в электрическую цепь без стартера.

тере уже не вспыхивает, так как на его контактах напряжение ниже потенциала вспышки.

На рис. 63 изображен способ включения лампы дневного света в осветительную сеть без стартера. В этом случае ключ K надо замкнуть на очень короткий промежуток времени, достаточный, однако, для разогрева электродов лампы, и затем его разомкнуть. Погасить лампу дневного света можно обычным нажатием ключа K .

Многие схемы электрической цепи могут быть составлены только из самодельных деталей.

45. Очень нетрудно, например, сделать электрический патрон для лампочки на 3—6 вольт с винтовым цоколем (рис. 64). Для этого необходимо взять медную проволоку без изоляции диаметром в 0,5—1 мм и длиною в 100—120 см и навить ее на цоколь лампочки, сделав 3—4 полных оборота. Затем лампочку надо вывернуть, а оставшуюся медную пружинку при помощи свободного конца проволоки укрепить на небольшой деревянной панельке. В центре пружинки на панели устанавливается кон-

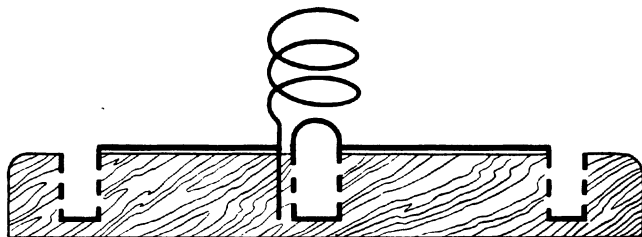


Рис. 64. Патрон для маловольтной электрической лампочки.

тактный столбик. Сделать его можно из использованного мелкокалиберного патрона или из небольшого гвоздика. Медная пружинка и контактный столбик не должны касаться друг друга.

С одного края панели укрепляются два медных гнезда (вместо гнезд можно взять использованные мелкокалиберные патроны). Одно гнездо соединяется проводом с пружинкой, а второе — с контактным столбиком. Все места соединений надо пропаять, и в получившийся патрон ввернуть лампочку. Пружинка будет плотно обхватывать цоколь лампочки, а контактный столбик коснется свинцовой напайки.

Чтобы подвести ток к лампочке, провода от источника тока нужно вставить в медные гнезда.

Аналогичным путем можно построить ключи и рубильники, клеммы и гнезда и т. д.

46. На деревянном щите, расположенном вертикально, а еще лучше, если этот щит будет изготовлен из текстолита или другого изоляционного материала, можно собрать цепь электрического тока согласно схеме, изображенной на рис. 65, где R_1 — электрическая плитка, R_2 — ползунковый реостат, рассчитанный на силу тока в 3—6 ампер, сопротивлением в 25—40 ом. В цепь включаются также амперметр и вольтметр переменного тока на 127 или 220 вольт. Под плитку при ее установке на щит подкладывается асбест или другой изоляционный материал.

Схема позволяет демонстрировать:

- а) основные элементы электрической цепи,
- б) включение в цепь амперметра, вольтметра и реостата,
- в) регулирование силы тока реостатом,
- г) изменение напряжения на данном участке цепи.

Используя построенный щит, можно показать учащимся и такое физическое явление, как увеличение сопротивления проводников первого рода с повышением температуры.

Для этого необходимо сосредоточить внимание детей на амперметре, который в момент включения дает какие-то опреде-

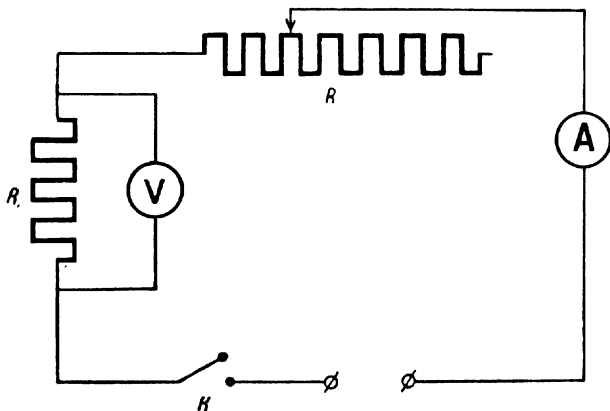


Рис. 65. Демонстрационная схема электрической цепи для включения потребителей и измерительных приборов.

ленные показания величины силы тока. По мере нагревания спирали плитки ее сопротивление растет, а сила тока в цепи постепенно уменьшается, что и покажет стрелка амперметра.

Это очень интересное явление заставляет отыскивать причину изменения показаний амперметра при неизменном положении ползунка реостата.

47. Сборка простейшего распределительного щита. Необходимо иметь один двухполюсный или два однополюсных рубильника, два плавких предохранителя, амперметр и вольтметр, три-пять розеток, понижающий трансформатор или же мотор и ползунковый реостат (рис. 66). Конструкцию щитка можно усложнить, добавив, например, выпрямитель переменного тока, который крайне необходим для зарядки аккумуляторов и для проведения многих опытов с постоянным током.

Вполне понятно, что подобный распределительный щит необходим только в том случае, если в физическом кабинете его нет.

48. Схема квартирной проводки. На деревянном щитке укрепляются два плавких предохранителя или иной ограничи-

тель потребляемого тока. Вся проводка выполняется одинарным проводом, чтобы легко было проследить включение в цепь каждой лампочки, выключателя и розетки (рис. 67).

В точках ответвления провода ставятся ролики. Розетки, выключатель и лампочки устанавливаются на подрозетники.

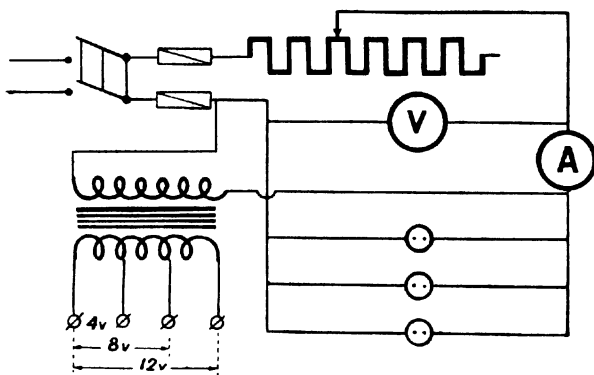


Рис. 66. Простейший распределительный щит.

Можно собрать более сложную схему квартирной проводки. Для этого на щитке, кроме приборов, которые были использованы в предыдущем монтаже, нужно установить счетчик электрической энергии, заменив железный кожух прозрачным, из плекс-

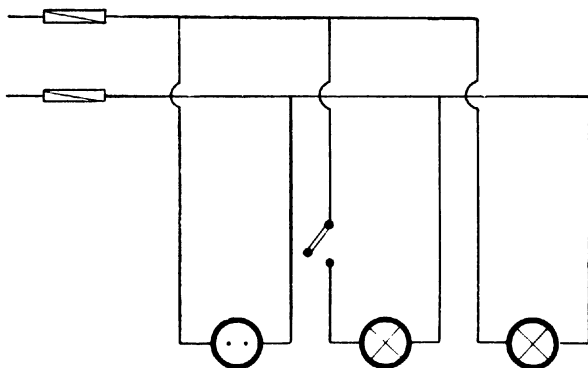


Рис. 67. Простейшая схема квартирной проводки.

сигласса или стекла, чтобы было видно внутреннее устройство прибора.

Включая в электрическую цепь лампы накаливания — последовательно, параллельно или смешанно, — юные физики смогут лучше понять, на чем основаны законы параллельного и последовательного соединений электрического тока.

Для более удобного и быстрого включения лампочек в электрическую цепь необходимо собрать несколько схем на панелях, используя любые ключи и патроны.

Материалом для панелей может служить текстолит, оргстекло, дерево, фанера.

Можно объявить конкурс на разработку лучшей схемы электрической цепи с быстрым переключением на параллельное соединение и обратно. Наиболее удачные конструкции необходимо отобрать и использовать на уроках при изучении параллельного и последовательного соединений потребителей.

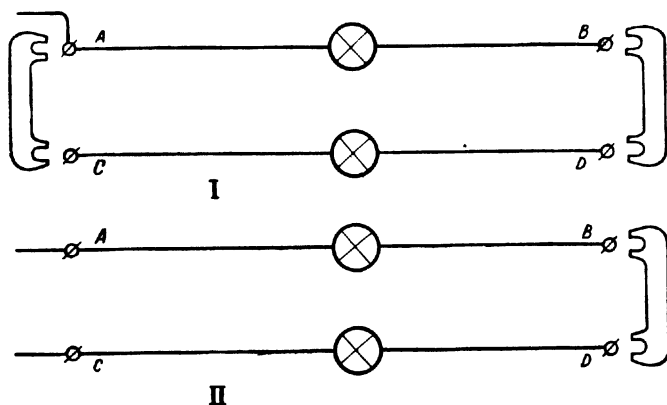


Рис. 68. Электрическая схема, позволяющая быстро производить переключение с последовательного соединения на параллельное и обратно.

Приводим описание некоторых схем. Рекомендуем собирать их на вертикальных панелях размером 45×50 см. Вертикальное положение панелей и их размер позволяют использовать схемы даже в больших аудиториях.

49. На рис. 68 изображена схема, состоящая из двух лампочек и четырех клемм. Провода, подводящие ток к лампочкам, располагаются двумя параллельными линиями. Для лучшей видимости издали линии под проводами делаются яркой краской.

Для последовательного соединения лампочек клеммы B и D соединяются между собою или проводом или специальной металлической скобой, а провода от источника тока подводятся к клеммам A и C (рис. 68, второе положение).

Для переключения схемы на параллельное соединение достаточно один из проводов от источника тока подвести к клеммам B или D, а другие две клеммы замкнуть перемычкой (рис. 68, первое положение).

50. На рис. 69 дана схема, подобная первой, но в ином конструктивном оформлении. При параллельном включении потребителя в электрическую цепь надо перемычками замкнуть парно контакты *A* и *B*, *C* и *D*; для переключения на последовательное соединение вторую перемычку снять с контакта *C*, а первую повернуть вокруг точки *B* до замыкания с клеммой *C*. Провода, подводящие электрический ток к потребителям, на данной схеме, при переключениях, трогать не приходится.

51. Схема, изображенная на рис. 70, менее наглядна, чем две первые, но зато более занимательна.

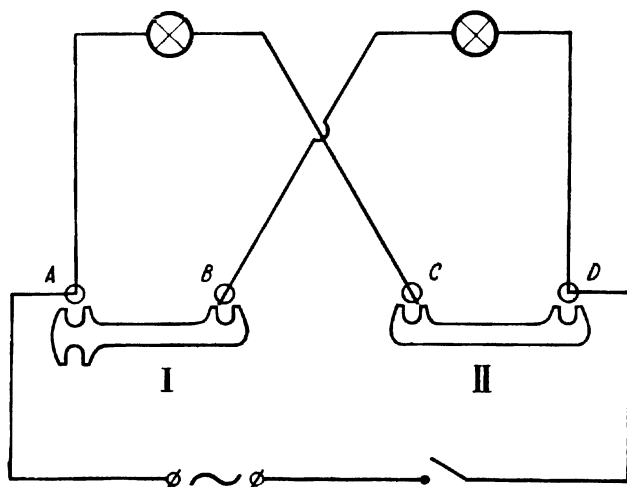


Рис. 69. Электрическая схема, позволяющая быстро производить переключение с последовательного соединения на параллельное и обратно.

Присоединив провода от источника тока к клеммам *A* и *C* (рис. 70, первое положение), получите последовательное соединение. Переключение же на параллельное соединение не так просто — клеммы *A* и *C* необходимо замкнуть между собою и к ним подвести провод от источника тока, а второй провод присоединить к точке *B* (рис. 70, второе положение).

Во всех схемах в случае надобности можно включать в цепь только одну лампочку.

52. Последовательное соединение потребителей на рис. 71 в первом положении осуществляется посредством подключения проводов от источника тока к клеммам *B* и *C*.

Параллельное соединение достигается с помощью перемычки между точками *B* и *C* и подведением тока к клеммам *A* и *B* (рис. 71, второе положение).

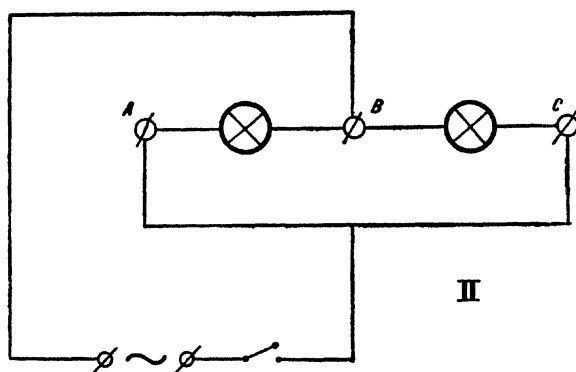
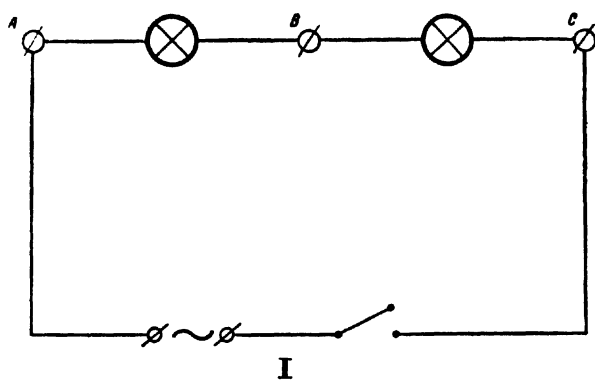


Рис. 70. Электрическая схема, позволяющая быстро производить переключение с последовательного соединения на параллельное и обратно.

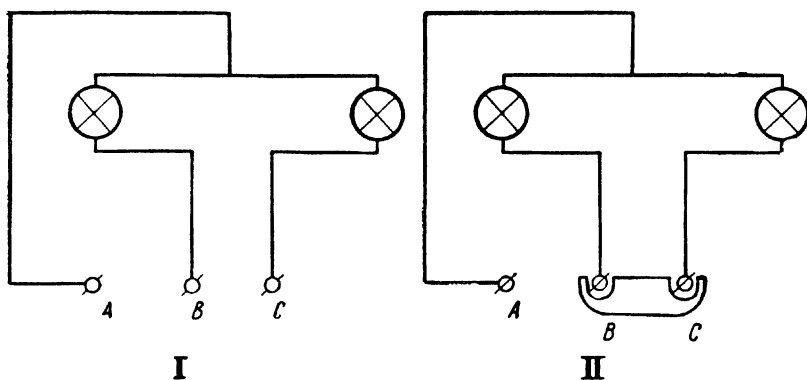


Рис. 71. Последовательное и параллельное соединение потребителей.

53. Если использовать двухполюсный переключатель, то весьма легко осуществляется переключение потребителей с последовательного на параллельное соединение. На рис. 72 провода от источника тока подведены к клеммам *A* и *B*. Если соединить между собою точки *C* и *B*, то потребители будут включены последовательно. Параллельное соединение получится тогда, когда переключатель соединит точку *A* с *C* и точку *B* с *D*. Пластина *M* у переключателя изготовлена из изолятора.

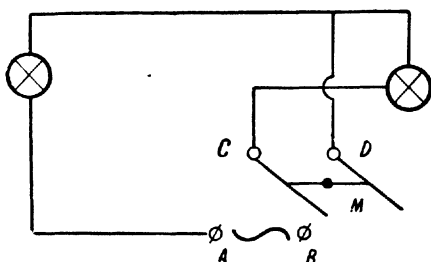


Рис. 72. Электрическая схема, позволяющая быстро производить переключение с последовательного соединения на параллельное и обратно.

54. Интересную схему электрической цепи можно собрать из трех лампочек.

Последовательное соединение трех потребителей показано на рис. 73 в первом положении. Если замкнуть ключ *K*, то гореть будет только первая лампочка, если же замкнуть ключ *K₂* и выключить *K₁*, ток пойдет через третью лампочку.

При обоих замкнутых ключах все потребители оказываются включенными параллельно.

Можно немного схему перестроить, например, ключи заменить гибкими проводами, а в точках *A* и *B* поставить контак-

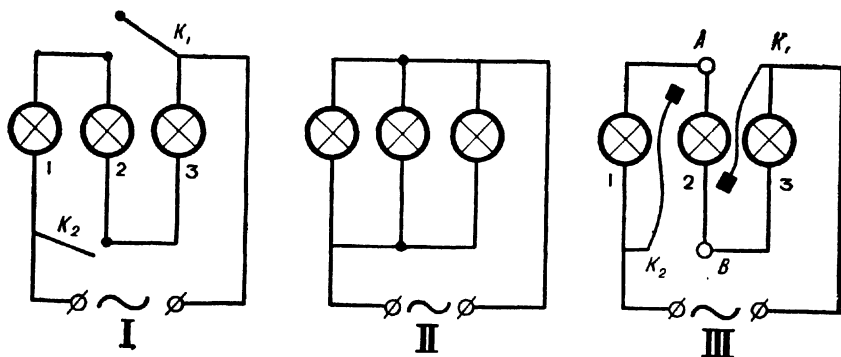


Рис. 73. Соединение трех ламп в электрическую цепь.

ные гнезда. В результате возникают еще три новых варианта включения потребителей в электрическую цепь:

а) если соединительный провод *K₁* (третье положение на рис. 73) ввести в гнездо *B*, то лампочки первая и вторая будут включены в цепь последовательно;

б) не вынимая первый провод, введем второй соединительный контакт в гнездо *A* — загорится только вторая лампочка;
в) если выключить из гнезда *B* первый провод, оставив включенным второй, то вторая и третья лампочки будут включены последовательно.

Проводники K_1 и K_2 соединять между собой нельзя, так как получится короткое замыкание.

Простейшим приемом проверки способа включения потребителей в электрическую цепь является вывертывание одной из лампочек. Вывертывая лампочку при последовательном соединении, мы тем самым гасим и остальные; при параллельном же соединении выключение из цепи одного из потребителей не влияет на работу остальных.

Во всех схемах можно при последовательном соединении заменить один из потребителей, а в последней схеме даже два, плавкими предохранителями. Нить оставшейся лампочки будет светиться полным накалом. По накалу ламп можно судить о распределении напряжения и мощности на различных участках электрической цепи при последовательном включении потребителей.

55. Схемы-задачи. Собранные схемы могут быть с успехом использованы на различных физических вечерах.

а) Закрыв бумагой или картоном всю электрическую проводку на одной из схем (рис. 73), кроме лампочек и ключей, покажите различные варианты включения потребителей в цепь и попросите присутствующих начертить схему установки или, может быть, даже собрать ее из маленьких лампочек, рассчитанных на небольшое напряжение.

б) Можно также показать аудитории две лампочки одинаковой мощности, из которых одна рассчитана на напряжение в 120 вольт, а вторая на 220 вольт. Задайте вопрос: «Нить которой лампы будет ярче накалена, если их соединить последовательно и включить в сеть на напряжение в 120 вольт?»

Обсудив вопрос теоретически, включите лампы в сеть и спросите аудиторию, которая из ламп рассчитана на напряжение в 120 вольт?

Споры разгорятся с новой силой, так как нить одной лампы ярко светится, а вторая еле накалена.

В данном случае ярче светится лампа на 220 вольт, так как у нее сопротивление нити больше, а потребительная сила тока меньше. Лампочки соединены последовательно, и поэтому при одной и той же силе тока падение напряжения на участке цепи, где включена двухсотдвадцативольтовая лампочка будет больше, значит и тепла на этом участке цепи выделится больше.

Эту задачу можно решить не только качественно, но и количественно.

Допустим, включены две лампочки. Номинальная мощность каждой из них — 75 ватт. Каким будет напряжение на зажимах

каждой лампочки и количество выделяемого тепла, если лампочки включены в цепь последовательно, с напряжением 120 вольт, а рассчитаны на 120 и 220 вольт?

Записываем условие задачи и решаем ее:

$$\begin{array}{lll} N_1 = 75 \text{ ватт} & R_1 = \frac{U_1^2}{N_1} & R_1 = \frac{120 \text{ в} \cdot 120 \text{ в}}{75 \text{ в}} \\ N_2 = 75 \text{ ватт} & & R_1 = 192 \Omega \\ U_1 = 120 \text{ ватт} & & \\ U_2 = 220 \text{ ватт} & R_2 = \frac{U_2^2}{N_2} & R_2 = \frac{220 \text{ в} \cdot 220 \text{ в}}{75 \text{ в}} \\ U_1 - ? & Q_1 - ? & \\ U_2 - ? & Q_2 - ? & R_2 = 645 \Omega \end{array}$$

Сопротивление лампочек по мере нагревания будет изменяться, но мы найдем сопротивление нити в холодном состоянии и определим затем силу тока в цепи по формуле: $I = \frac{U}{R_1 + R_2}$

$$I = \frac{120 \text{ в}}{192 \Omega + 645 \Omega} = \frac{120 \text{ в}}{837 \Omega} \approx 0,143 \text{ а}$$

Теперь легко рассчитать напряжение на зажимах каждой лампочки

$$U_1 = IR_1 \quad U_1 = 0,143 \text{ а} \cdot 192 \Omega \approx 28 \text{ в.}$$

$$U_2 = IR_2 \quad U_2 = 0,143 \text{ а} \cdot 645 \Omega \approx 92 \text{ в.}$$

И, наконец, определить количество теплоты, выделяемое ежесекундно:

$$Q_1 = 0,24 IU_1 \quad Q_1 = 0,94 \frac{\text{кал}}{\text{сек}}$$

$$Q_2 = 0,24 IU_2 \quad Q_2 = 3,09 \frac{\text{кал}}{\text{сек}}$$

в) Имеются две лампочки, рассчитанные на одно и то же напряжение, но различной мощности. Например, двадцативольтовые лампочки мощностью в 25 и 100 ватт. Какая из ламп будет ярче светиться, если их включить последовательно на 120 вольт?

Сначала вопрос нужно разобрать теоретически, до включения ламп, а затем можно опять решить задачу.

г) Задайте аудитории вопрос: как надо включить звонок в электрическую цепь, чтобы он при нажатии кнопки давал только один удар? (Для этого достаточно подвести ток к точкам В и С, рис. 74).

д) Как надо включить звонок, чтобы он при замкнутом ключе не звонил, а при выключенном звонил? (рис. 75).

е) Попросите кого-либо из присутствующих на вечере составить цепь так, чтобы одним переключателем поочередно зажигать две лампочки (переходное лестничное переключение — рис. 76).

ж) Предложите составить цепь так, чтобы двумя переключателями поочередно зажигать и гасить одну лампочку из двух различных точек.

Поясните аудитории, что такие электрические схемы применяются, например, в купе железнодорожных вагонов, в сенях, коридорах. (Решение дано на рис. 77).

з) Попросите присутствующих составить электрическую цепь, если имеются: электрическая лампочка на 3,5 вольт, источник тока на 3,5 вольт, ползунковый реостат, ключ и провода.

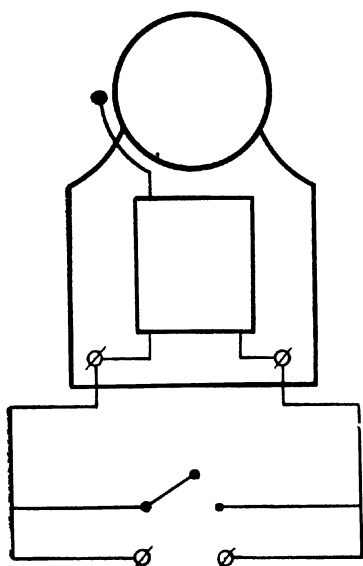


Рис. 74. Электрический звонок при включении в цепь дает только один удар.

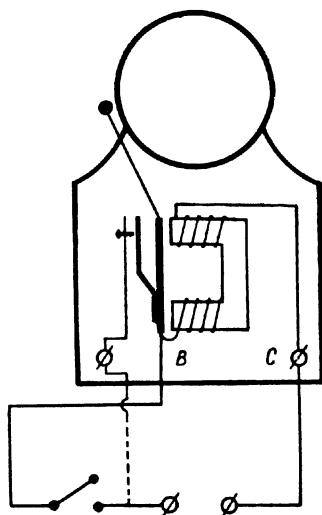


Рис. 75. При выключенном ключе электрический звонок работает, а при включенном — перестает работать.

Цепь должна быть составлена так, чтобы можно было регулировать накал нити лампочки от нуля до максимума, без короткого замыкания. (Собранная цепь показана на рис. 78).

Для решения этой задачи можно воспользоваться переменным и постоянным током.

и) Между точками *A* и *B* натягивается нихромовый или иной провод большого удельного сопротивления (можно использовать старую перегоревшую спиральку электрической плитки).

В зависимости от сопротивления провода, то есть его длины, к прибору подводится и соответствующее напряжение (рис. 79).

Так, например, при длине нихромового провода в 1 м и диаметре 0,5—0,8 мм необходимо напряжение в 8—12 вольт. Ток можно применять переменный и постоянный.

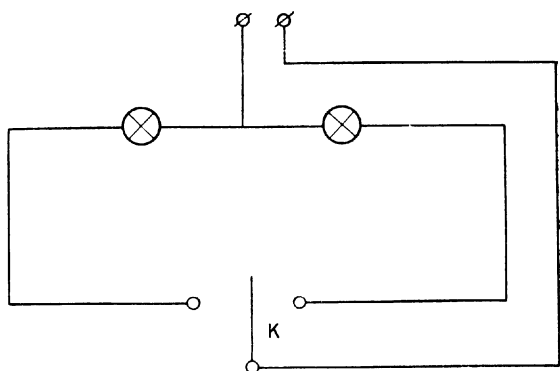


Рис. 76. Электрическая цепь с двумя лампочками и одним переключателем.

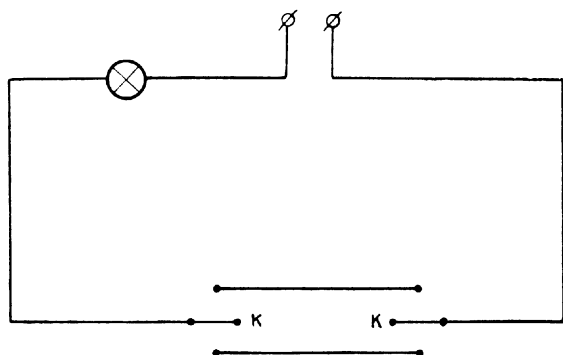


Рис. 77. Электрическая цепь с одной лампочкой, которую можно зажигать и гасить из двух различных точек.

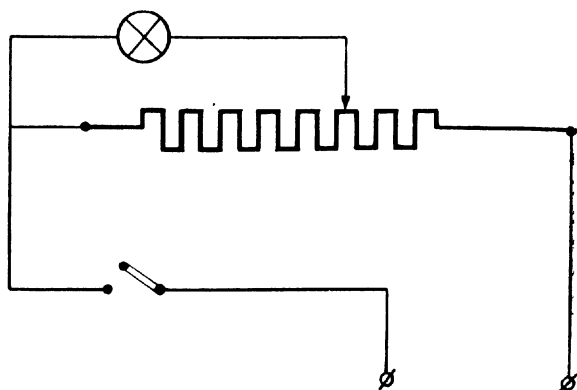


Рис. 78. Схема потенциометрического включения лампочки в цепь.

К нихромовому проводу в каких-то двух точках присоедините лампочку на 3,5—6 вольт так, чтобы провода, отходящие от этой лампочки, могли скользить по проводу, постоянно имея с ним контакт. При сближении контактных проводов накал нити лампочки будет уменьшаться, при разведении — увеличиваться.

Задайте аудитории вопрос: почему лампочка, подвешенная к одному нихромовому проводу, загорается?

Объяснение опыта очень простое. К участку цепи *AB* приложена основная величина напряжения. Лампа включается

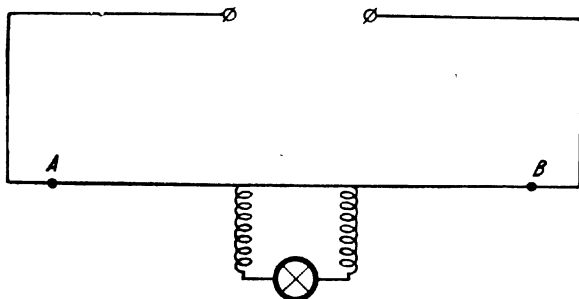


Рис. 79. Подключение лампочки к одному проводу.

параллельно этому участку. Чем дальше разведены провода, подводящие ток к лампочке, тем к большему напряжению она подключается (электрическую лампочку можно заменить вольтметром).

к) Проявите работу одного из термореле и предложите начертить схему его соединения (рис. 26—31).

56. Электрифицированные макеты. Для лучшего изучения работы различных физических приборов, а также для закрепления и углубления знаний электрической цепи можно предложить юным техникам построить различные электрифицированные схемы и макеты, например, макеты подводной лодки, центробежного насоса, телефона и микрофона, гидравлического пресса, калориметрической бомбы, гидравлического тормоза, двигателя внутреннего сгорания, паровоза, трактора, тепловой электростанции, гидроэлектростанции, земснаряда, экскаватора ЭШ-14/75 и многих других машин. Учащиеся без особого труда могут также сделать карту энергетического кольца Урала, карты электрификации колхозов Свердловской области и электрификации по плану ГОЭЛРО, карту энергоресурсов Советского Союза.

Как устроены электрифицированные макеты?

На фанерном щите надо нарисовать или выжечь электрическим выжигателем схематический чертеж той или иной машины, прибора. Справа и слева от чертежа выписываются столбиком

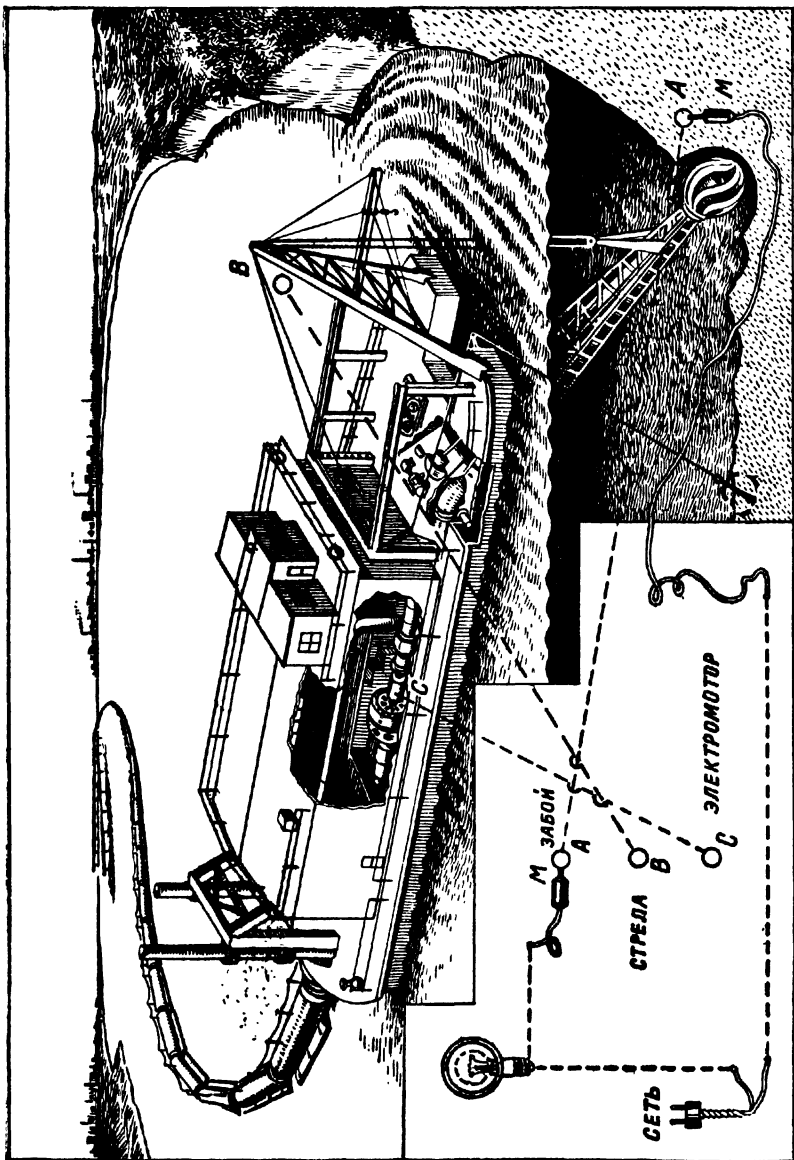


Рис. 80. Электрифицированный плакат «Земснаряд».

названия основных деталей машины. Затем рядом с каждым названием укрепляется металлический (медный) контакт. Такой же контакт должен быть и вблизи детали на чертеже (для металлических контактов можно использовать бывшие в употреблении мелкокалиберные патроны).

Каждую пару контактов соединяют медным проводом с обратной стороны чертежа (на рис. 80 соединения показаны пунктиром). Для окончательного оформления макета в верхней части его укрепляют электрический патрон для лампочки.

Подобные электрифицированные макеты помогают учащимся хорошо изучить расположение деталей того или иного механизма и запомнить его устройство.

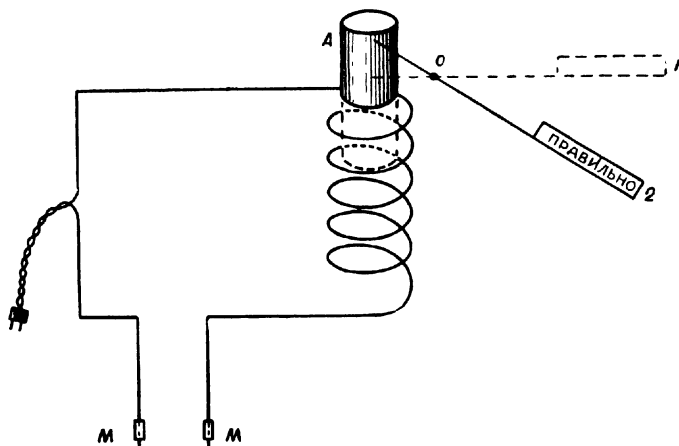


Рис. 81. Схема электрической цепи для электрифицированного плаката.

Если дотронуться контактами *М* и *М* до клемм *АА*, *ВВ* и т. д., то электрическая лампочка загорится. Если же контактами *ММ* дотронуться до клемм *А* и *В* или *В* и *С*, лампа не будет гореть (конечно, никаких буквенных обозначений и пунктирных линий на схеме не нужно ставить — здесь мы говорим о них для пояснения устройства макета).

В некоторых схемах вместо лампы устанавливают соленоид, и в случае правильного положения наконечников *ММ* появляется сигнал, например, надпись «правильно» (рис. 81). При пропускании тока рычаг из положения 2 переходит в положение 1.

С наружной стороны схемы находятся только провода *ММ*.

Иногда на электрифицированных схемах, особенно на картах, устанавливают несколько сигнальных ламп, окрашивают их в разные цвета, и лампы загораются не одновременно, а по очереди. В этом случае схема соединения несколько усложняется, но выполнение ее под силу каждому юному физику.

Для наблюдения за тем, как будут загораться одна за другой лампочки в различных точках карты, можно предложить несколько вариантов соединения проводов.

1. Лампы соединяются в несколько параллельных групп. Начала электрических цепей соединены в один общий узел (рис. 82), а концы проводов подведены к пластинкам *В*, укрепленным на деревянном щитке и расположенным по окружности.

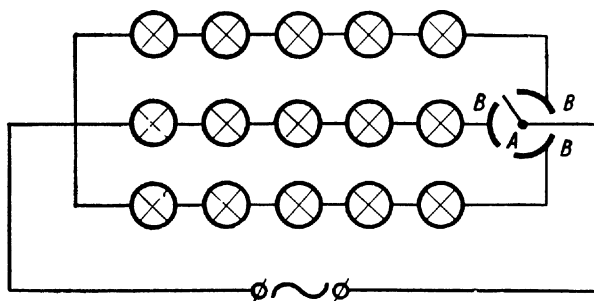


Рис. 82. Первая схема переключения для электрифицированных карт.

В центре окружности находится подвижной контакт *А*, соприкасающийся при своем перемещении с пластинками *В*. Контакт *А*, вполне естественно, не должен передвигаться очень быстро, и поэтому его нельзя насаживать на ось электромотора, не понизив число оборотов мотора.

2. Коммутация поочередного зажигания лампочек может быть осуществлена, как указано на схеме (рис. 83).

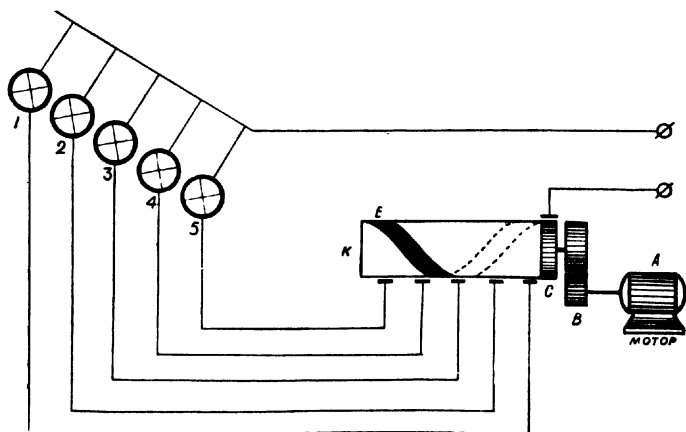


Рис. 83. Коммутация контактов на электрифицированных картах.

На ось электрического мотора *A* насажен редуктор *B* для уменьшения числа оборотов барабана *K*. На барабане *K* имеется контактное кольцо *C*, соединенное с контактной спиралью *E*. Вращение барабана вызывает поочередное зажигание первой, второй ламп и т. д.

Подобный способ коммутации очень полезно применить, например, при устройстве карты электрификации по плану ГОЭЛРО — электрические лампочки будут загораться в порядке очередности пуска электрических станций. Пользуясь такой картой, можно не только узнать места расположения электростанций, но и время ввода их в строй действующих предприятий. Лампочки, окрашенные в разные цвета, укажут, на каком топливе работает электростанция, преобразует ли она тепловую энергию или гидроэнергию в энергию электрического тока.

Подобные электрические схемы с «мигающими» и «бегущими» огнями устанавливаются в дни больших государственных праздников на различных учреждениях, предприятиях и учебных заведениях.

Схема соединения ламп в этих электрических цепях юным физикам будет совершенно ясна, если они смонтируют некоторые из предложенных схем. «Мигающую» надпись можно устроить, например, на выставке самодельных приборов физического кружка. Лампочки, поочередно вспыхивая, будут зажигать буквы надписи «Работы физического кружка».

57. Электрифицированный желоб Галилея. На одном из занятий члены кружка делают прибор для демонстрации равномерно-ускоренного движения. Для изготовления прибора необходимы две деревянные рейки длиной в 1,8—2 м, с поперечным сечением 3×2,5 см. Рейки должны находиться на расстоянии 2—2,5 см друг от друга. Если один конец получившихся параллельных брусков немного приподнять и положить между рейками стальной шарик диаметром в 3—4 см, шарик начнет скатываться с наклонной плоскости как по желобу, постепенно увеличивая скорость.

На рейках надо нанести возможно более яркими красками деления, чтобы их можно было заметить издали. Расстояния между линиями должны составить соотношение 1 : 3 : 5 : 7. Например, если расстояние от вершины желоба до первой линии будет равно 15 см, то следующая линия должна отстоять от первой на расстоянии 45 см, а третья от второй — на расстоянии 75 см. Так как в первый промежуток времени шарик проходит половину ускорения, то в нашем примере ускорение равно $30 \frac{\text{см}}{\text{сек.}}$. Вот почему все последующие расстояния больше предыдущих на 30 см.

Можно первую линию провести на расстоянии 10 см от вершины желоба, тогда последующие линии надо наносить на расстояниях 30, 50 и 70 см и т. д.

Чтобы шарик сам «подавал сигналы» при прохождении через точки A_1 , A_2 , A_3 и A_4 , к желобу необходимо подвести электрический ток. Сделать это очень просто (рис. 84). С внутренней поверхности каждой рейки прикрепляются контакты A_1 ,

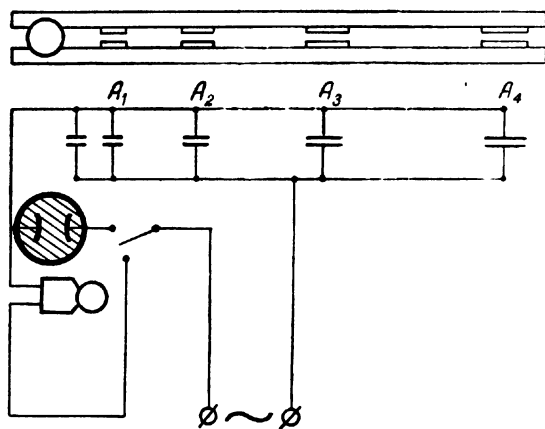
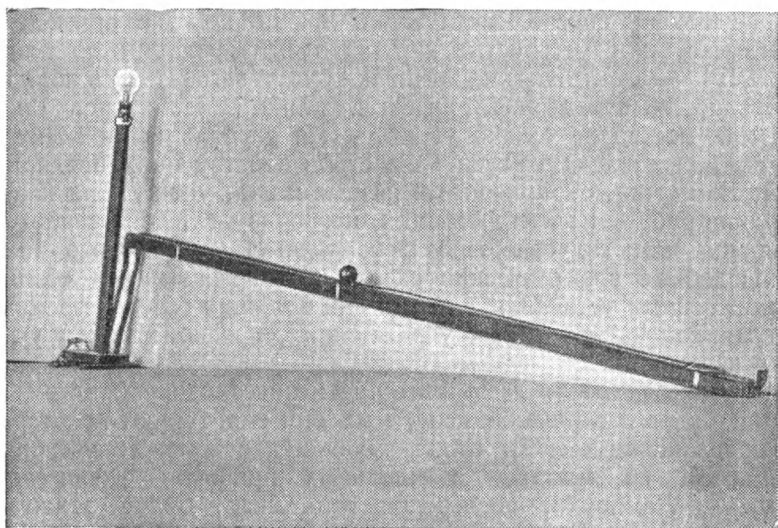


Рис. 84. Электрифицированный жёлоб Галилея.

A_2 , A_3 , A_4 . Их нужно сделать из тонкой медной фольги и плотно, чтобы они не тормозили движение шарика, прибить к рейкам.

Длина контактных полосок должна возрастать. В точке A_1 контакт делается короче, чем в точке A_2 , в точке A_2 — короче, чем в точке A_3 и т. д.

Объясняется это тем, что скорость шарика все время увеличивается, и чтобы он во всех случаях замыкал цепь на одинаковый промежуток времени, надо увеличивать длину контактов.

Сигнализировать о прохождении шара через положения A_1 , A_2 , A_3 , A_4 может электрический звонок или сигнальная пятачковая неоновая лампа НС-2. Следовательно, сигналы будут световые или звуковые.

Включать вместо неоновой лампы лампы накаливания не следует, так как у нити ее слишком большая тепловая инерция и за те короткие промежутки времени, на которые шарик замыкает цепь, нить не накаливается.

Высоту подъема одного конца желоба можно менять, при этом шарик будет те же отрезки пути проходить за более короткие, но равные между собой промежутки времени.

Для удобства наблюдения скорость движения шарика должна быть возможно меньшей. Следовательно, желоб должен образовывать с линией горизонта возможно меньший угол. Проведя несколько опытов, найдите наилучшее положение желоба. Высоту его подъема регулируйте с помощью подкладок или иным способом.

58. Крутильные весы Кулона. Прибором, посредством которого можно исследовать взаимодействие электрических зарядов, являются весы Кулона.

Весьма легко построить модель таких весов. Для этого нужна стеклянная консервная банка, прикрытая крышкой, сделанной из изолятора. В середине крышки укрепляется прозрачная трубка. Сквозь нее пропускается тонкая проволока (рис. 85), и к ней подвешивается горизонтально стержень из изолятора, на одном конце которого помещен металлический шарик (проволока сверху трубки укреплена в пробке).

Второй металлический шарик, по размеру равный первому, надо укрепить на стержне непосредственно в крышке банки. Шарики расположите так, чтобы они могли касаться друг друга.

Модель поможет каждому школьнику конкретно представить себе устройство крутильных весов.

59. Прибор, демонстрирующий электризацию тел на расстоянии (через влияние), учащиеся могут сделать таким образом. Берется картонная коробка размерами $20 \times 15 \times 3$ см. Внутренняя ее поверхность (дно) раскрашивается под футбольное

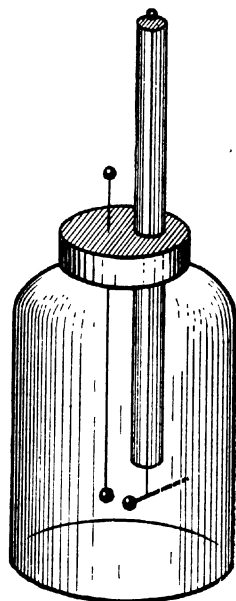


Рис. 85. Модель крутильных весов Кулона.

поле, проводятся линии центра штрафных площадок, по краям «футбольного поля» устанавливаются ворота. Затем из тонкой папиросной бумаги нужно вырезать двадцать три человеческих фигурки, высотой не более 15—18 мм. Это будут футбольные команды и судья, их нужно раскрасить. Ноги вратарей приклеиваются к полу, а к ногам игроков и судьи прикрепляются маленькие кусочки проволоки. Круглый кусочек пробки будет изображать футбольный мяч. Коробка сверху закрывается прозрачным оргстеклом или целлулоидом. Крышку коробки можно сделать стеклянной, но в этом случае модель будет работать хуже.

Достаточно потереть рукой верхнюю крышку коробки, если она целлулоидная или плексиглассовая, как произойдет электризация. Фигурки футболистов окажутся в электрическом поле, «приподнимутся» на «ноги» и вслед за движением руки (рука движется и натирает крышку, следовательно, получают заряды) «побегут» по полю, вратари же будут «дрожать» на месте.

Прибор пользуется неизменным успехом у учащихся.

60. Двоковыпуклая или плосковыпуклая линза кладется на стеклянную консервную банку. На линзе уравнивается обыкновенная деревянная линейка длиной в 100—120 см.

Если к одному из концов линейки поднести сбоку наэлектризованную палочку (стеклянную, эбонитовую), то ближайший конец линейки будет притягиваться к палочке, и линейка начнет поворачиваться вслед за ней.

Электризуя время от времени палочку и поднося ее к поворачивающейся линейке, можно «заставить» линейку довольно быстро вращаться, так как трение ее о поверхность линзы очень мало.

Вращение линейки объясняется тем, что происходит поляризация, и на ближайшем конце линейки возникает через индукцию заряд, противоположный по знаку заряду палочки. А так как противоположные заряды притягиваются, то поэтому линейка и начинает двигаться вслед за палочкой.

61. Электрофор. Явление электризации можно наблюдать после проигрывания новой патефонной пластинки (без бумажной наклейки).

Кроме пластинки, для устройства электрофора необходим металлический диск с ручкой (в середине) из хорошего изолятора и кусок шерсти или меха. Диск можно изготовить из алюминия или из оцинкованного железа.

Пластинка кладется на сухой слой и натирается шерстяной тряпкой или мехом, то есть заряжается отрицательным электричеством.

Если положить на пластинку металлический диск, то вследствие шероховатости поверхностей он коснется пластинки толь-

ко в очень немногих точках, и через влияние на нижней его поверхности появится электрический заряд, противоположный заряду пластинки, то есть положительный заряд, а на верхней поверхности — заряд отрицательный.

Дотронувшись до диска, вы отведете одноименный заряд в землю. Взяв диск за изолированную ручку, снимите его — на диске останется положительный заряд, которым можно электризовать другие тела.

Всякий раз, когда диск кладется на пластинку и снова снимается, на нем остается заряд, хотя пластинку за все время опыта натирали только один раз.

Электрофор будет еще лучше, если патефонную пластинку заменить куском оргстекла

62. Из тонкой полоски железа вырезается пластинка *С* (рис. 86) длиной в 70—80 мм. В центре пластинки делается небольшое углубление.

Вертикально на деревянной подставке укрепляется стеклянная трубка. Ее нужно заполнить варом.

Получился хороший изолирующий штатив, в верхний конец которого надо вставить пробку с иглой.

Пластина *С*, положенная углублением на иглку, должна находиться в безразличном равновесии.

Если от электрофорной машины подводить заряды к пластинке, то с острия ее они будут стекать в окружающее пространство, а пластинка начнет вращаться в противоположную сторону.

На занятиях кружка или на вечере занимательной физики можно поставить доклад об естественном электрическом разряде — молнии и способах защиты от нее и по ходу доклада проделать опыты с искровым разрядом.

Очень эффектным опытом является сжигание домика-игрушки от разряда электрической искры.

Стенку «дома» шириной в 12—15 см и высотой в 10—12 см можно вырезать из тонкой папиросной бумаги, нарисовав на ней окна, крышу и крыльцо. С противоположной стороны листка бумаги приклеивается узенькая полоска станноля (от разобранного бумажного конденсатора).

Основание «дома» в середине нужно надрезать и развести концы бумаги в противоположные стороны. При помощи этих

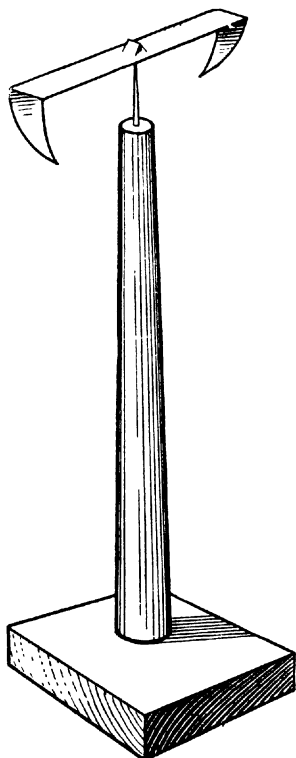


Рис. 86. Прибор для наблюдения за явлением электризации.

полосок «дом» приклеивается в вертикальном положении к куску зеленого сукна или шерсти — «лужайке».

Сукно нужно смочить эфиром, а к станиолевой полоске (около шпиля) поднести один из разрядных шариков электрофорной машины (рис. 87). При разряде «молнии» пары эфира вспыхнут, и пламя уничтожит «дом».

63. На фанере площадью около $0,8 \text{ м}^2$ ($90 \times 85 \text{ см}$) при помощи электровыжигателя учащиеся выжигают котельную, рядом с ней — высокую трубу, лес вдали, дорогу среди полей и одинокое дерево. Фанеру нужно укрепить на подставке (рис. 88), а сверху сделать отверстие длиной в 15—18 см и шириной в 0,8 см. Из жести вырезается «туча», и к ее середине припаи-

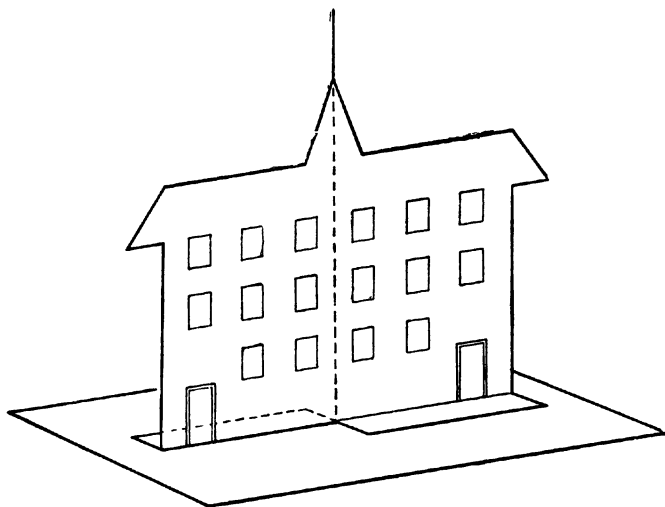


Рис. 87. Модель для демонстрации возникновения пожара от молнии.

вается винт. «Тучу» укрепляют при помощи винта, продетого в вырез, и гайки-барашка (размеры «тучи» в длину 35—40 см).

Чтобы при помощи модели можно было демонстрировать грозовые разряды и принцип грозозащиты, вдоль трубы прикрепляется медная проволока — грозоотвод, а над деревом делается очень тонкий зигзагообразный вырез, напоминающий молнию. С противоположной стороны от зрителя, вдоль выреза, надо укрепить перегоревшую лампу дневного света. Если нет лампы, вдоль выреза забиваются мелкие гвоздики на расстоянии 1—1,5 см друг от друга.

В качестве источника высокого напряжения можно использовать магнето от трактора или самолета, а также катушку Румкорфа.

Электрическая схема соединений изображена на рис. 88.

Когда переключатель замыкает цепь на точку *В*, яркая искра «молнии» проскакивает между «тучей» и «грозоотводом», а над «деревом» виден бледный, еле заметный разряд.

При перемещении переключателя в точку *А* «тучу» надо немного переместить влево вдоль выреза и закрепить гайкой, тогда разряд произойдет между «тучей» и «деревом».

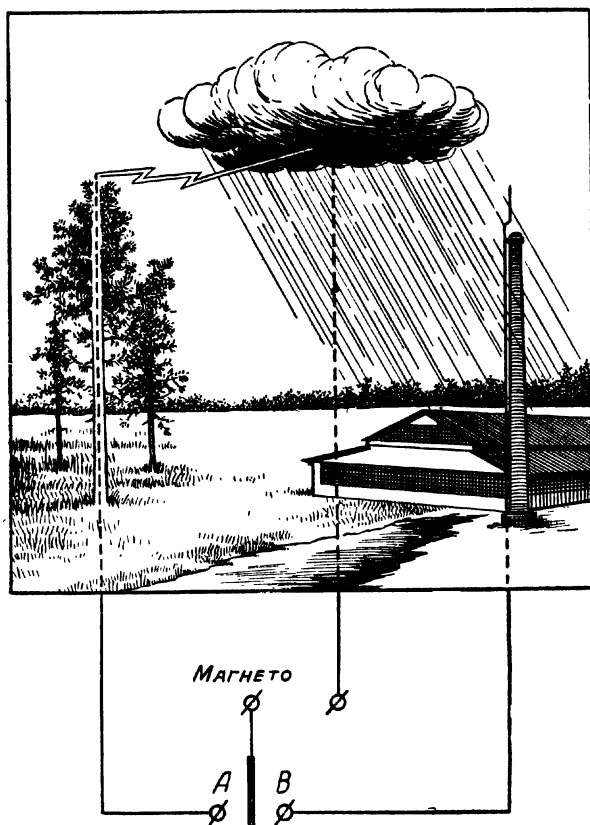


Рис. 88. Прибор для наблюдения за действием грозового разряда.

Модель пригодится при изучении темы «Электричество» в седьмом и в десятом классах.

64. Таблица конденсаторов. Из конденсаторов, вышедших из строя, можно сделать весьма интересное учебно-наглядное пособие для занятий по физике в десятых классах и для занятий радиокружка.

На щите укрепляются конденсаторы с различными видами диэлектриков (бумажные, слюдяные и т. д.). Можно взять кон-

денсаторы переменной и полупеременной емкости с воздушным и твердым диэлектриком (рис. 89).

Ротор и статор конденсатора переменной емкости лучше показать отдельно.

Отдельная группа составляется и из электролитических конденсаторов.

Для большей наглядности на щите надо поместить невскрытый и вскрытый конденсаторы, корпуса и пластины их. Такой

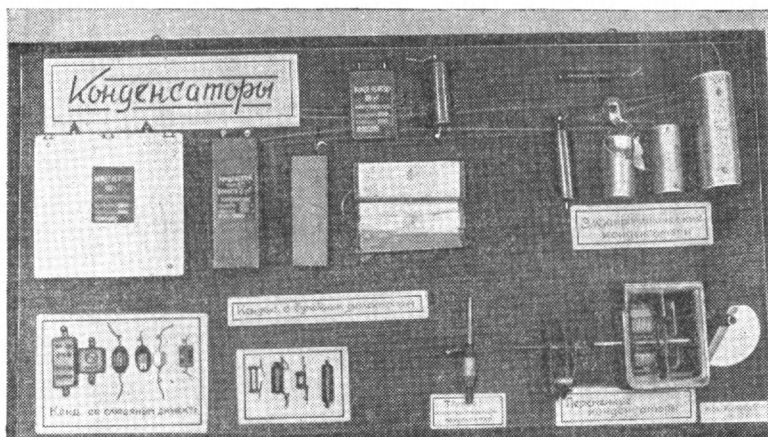


Рис. 89. Таблица конденсаторов.

прием оформления стенда поможет учащимся лучше понять устройство различных конденсаторов.

65. Выпрямитель переменного тока. Каждый юный физик может сделать простейший электролитический выпрямитель переменного тока.

Для изготовления выпрямителя необходима железная консервная банка диаметром в 10—12 см и высотой в 12—15 см. Банку нужно закрыть сверху крышкой, а в середину ее вставить резиновую пробку со свернутой в спиральку алюминиевой проволокой (проволока не должна касаться банки, рис. 90).

Банка наполняется 7—8% раствором бикарбоната натрия, или 10% раствором углекислого аммония, или раствором соды (содовый выпрямитель работает хуже, он теряет свойство выпрямлять переменный ток при нагревании раствора до температуры 60—70°). Значительно лучше получится выпрямитель тока, если взять не одну, а четыре банки и соединить их между собой по схеме, изображенной на рис. 91. Если выпрямитель будет работать плохо, надо увеличить процентный состав раствора.

Подобный выпрямитель позволит выполнить все лабораторные работы, требующие постоянного тока.

Чтобы выпрямитель нагревался как можно меньше и температура раствора была более низкой, банку с раствором надо поставить в холодную воду.

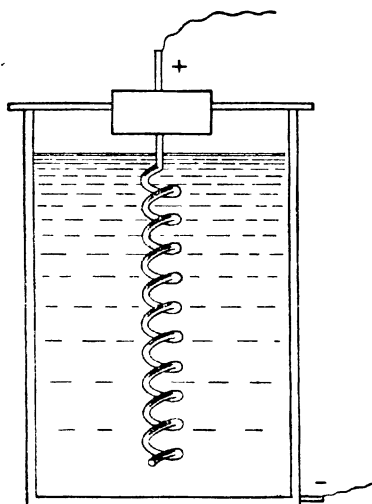


Рис. 90. Электролитический выпрямитель переменного тока.

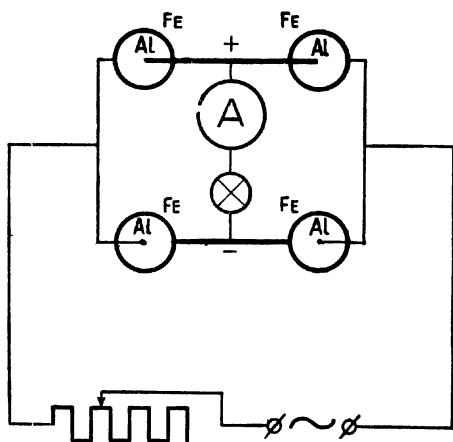


Рис. 91. Включение в цепь четырех банок электролитического выпрямителя.

Железные банки можно заменить стеклянными, а железный электрод — корпус банки — свинцовым электродом.

66. Полюсоискатель. Химические действия электрического тока позволяют очень быстро обнаружить ток в цепи и определить его направление

Нужно взять немного обыкновенной поваренной соли, растворить ее в чистой воде, добавить несколько капель спиртового раствора фенолфталеина и залить этим составом стеклянную трубку (длиной 8—10 см и диаметром 1—1,5 см), закрытую с двух сторон пробками. Сквозь пробки надо пропустить провода, расстояние между их концами внутри трубки не должно быть более 2—3 мм.

При включении прибора в цепь постоянного тока у одного из электродов жидкость начнет окрашиваться в розовый цвет (рис. 92). Это объясняется тем, что под действием тока происходит разложение раствора соли с последующим образованием

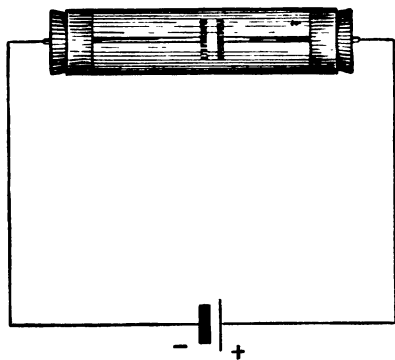


Рис. 92. Полюсоискатель.

щелочи около катода (электрода, соединенного с минусом источника тока). Щелочь, взаимодействуя с фенолфталеином, окрашивает раствор в розовый цвет около одного из электродов. Следовательно, с минусом источника тока будет соединен тот электрод полюсоискателя, вокруг которого раствор окрашивается в розовый цвет.

После использования прибор достаточно встряхнуть, и он снова готов к употреблению.

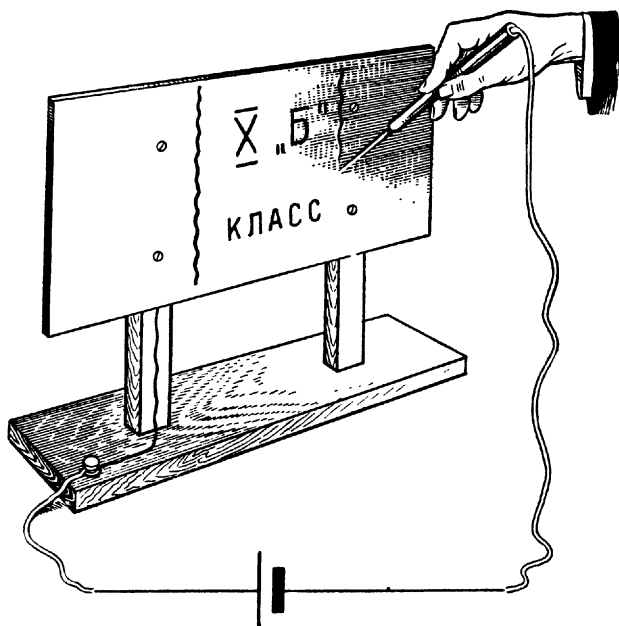


Рис. 93. Металлическим «карандашом» можно писать по фильтровальной бумаге.

67. Прибор для демонстрации электролиза солей. На двух вертикальных деревянных стойках укрепляется лист меди, алюминия или какого-нибудь другого металла размерами 15×20 см. Провод от него присоединяется к плюсу источника тока, а к минусовой клемме подводится провод, оканчивающийся металлическим стержнем.

К металлической пластинке прикрепляется лист фильтровальной бумаги, смоченной раствором поваренной соли в смеси со спиртовым раствором фенолфталеина — индикатора (рис. 93).

Если дотронуться металлическим стержнем до фильтровальной бумаги, то на ней появится пятно розовато-малинового цвета. Металлическим «карандашом» можно писать на фильтровальной бумаге все, что угодно.

Объяснение окраски раствора на отрицательном электроде дано в предыдущем приборе.

68. Юные физики могут провести небольшое исследование электропроводности различных материалов. Для этой цели необходима деревянная доска с укрепленным на ней электрическим патроном. Один из проводов, отходящих от патрона, разрезается, и концы провода подводятся к двум металлическим стойкам *В* (рис. 94). Если включить лампочку в сеть, она гореть не будет, так как в цепи имеется разрыв между стойками *В*. Достаточно положить на стойки медный стержень, и лампочка загорит.

Если заменить медный стержень стеклянной палочкой, цепь остается разомкнутой.

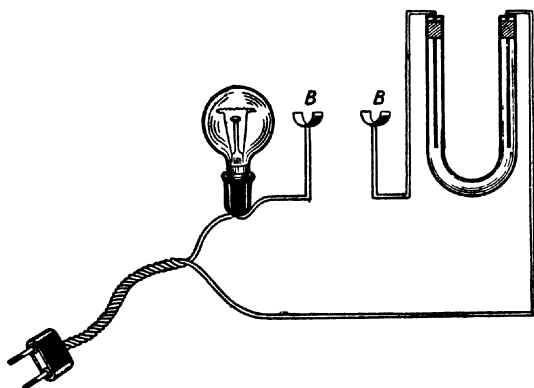


Рис. 94. Прибор для исследования электропроводности различных тел

Помещая на стойки *В* различные твердые вещества, легко убедиться в их электропроводности или неэлектропроводности.

Вместо твердых тел можно исследовать проводимость жидкостей. В этом случае на стойки *В* кладется медный стержень, а с U-образного сосуда убирается проводник, замыкающий электроды между собой. В сосуд наливается какая-нибудь жидкость, и в нее опускаются электроды.

Накаливание или ненакаливание нити лампочки покажет, является жидкость проводником тока или нет.

69. Руководитель кружка может пояснить, что с изменением температуры изоляционные свойства различных материалов становятся иными. Например, стекло при нагревании постепенно превращается из изолятора в вещество, проводящее ток.

Учащиеся собирают цепь согласно рис. 95, плотно обертывают медной фольгой (ширина ее 20—30 мм) две стеклянные палочки или трубки длиной в 100—120 мм, к фольге припаивают проводники. Концы стеклянных палочек должны находиться между электродами.

Собранная схема (лампу надо брать мощностью в 300—500 ватт) включается в осветительную сеть.

Место соприкосновения концов стеклянных палочек подогревается на пламени спиртовки. Когда стекло станет яркокрасным, волосок лампы начнет накаливаться. Пламя спиртовки можно погасить, как только волосок сильно накалится. Стекло будет нагреваться за счет тепловых действий тока.

При проведении опыта необходимо для предохранения подставки от порчи положить на доску, под стеклянные палочки, асбест, а палочки прикрепить к стойкам. Для этого, примерно около середины, их надо два-три раза обернуть проволокой,

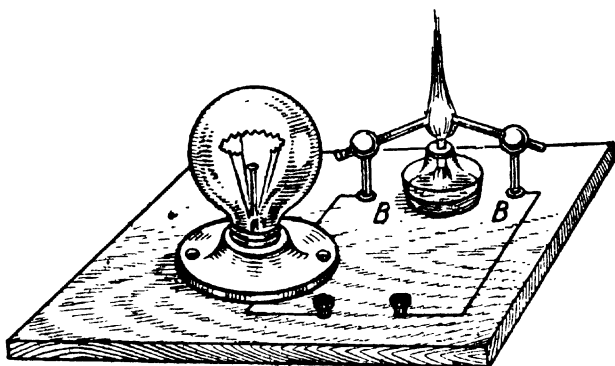


Рис. 95. Прибор для демонстрации электропроводности стекла.

концы проволок изогнуть кольцом и укрепить в стойках *B* при помощи винтов.

Палочки должны поворачиваться вокруг винтов, как вокруг осей, чтобы в случае надобности при проведении опыта их можно было сближать или разводить.

70. Электрическая дуга. Не представляет большого труда построить и прибор для наблюдения за электрической дугой.

На деревянной доске укрепляются две железные полосы *B*, а в середине их — две ручки из какого-либо изоляционного материала (рис. 96). На концах полос зажимаются угольные электроды от батарейки для карманного фонаря. Последовательно с угольными электродами в цепь включается жидкостный реостат *A*. Изготовить его можно из железной консервной банки, заполненной раствором поваренной соли. В банку опускается электрод. Он не должен касаться стенок или дна банки.

Для горения электрической дуги необходимо напряжение в 40—60 вольт. Излишнее напряжение потребляет жидкостный реостат, легко пропускающий ток в 10—12 ампер.

Если при сближении угольных электродов между ними не возникает электрическая дуга, значит в цепи очень слабый

ток. Поэтому надо средний электрод в реостате глубже погрузить в раствор. Если и это не поможет, тогда в раствор добавляется поваренная соль — предварительно прибор выключается из сети. После того как соль будет размешана, надо вновь начать регулировать силу тока в цепи посредством опускания электрода в раствор.

При проведении опыта необходимо надеть темные очки: пламя дуги очень яркое, и на него смотреть без защитных очков нельзя (рис. 97).

Чтобы продукты горения угольных электродов не портили подставку прибора, под электроды кладется асбест.

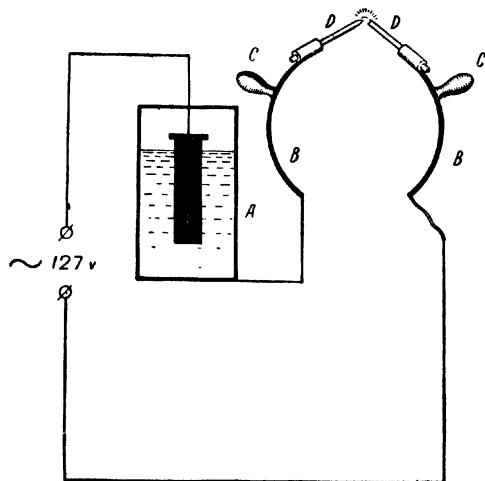


Рис. 96. Прибор для наблюдения за простейшей электрической дугой.

Для более подробного ознакомления учащихся с процессом электрической сварки металлов хорошо совершить экскурсию на производство или в лабораторию электросварки какого-либо учебного заведения.

Обработывая результаты экскурсии, юные физики могут создать стенд «Электросварка». Он будет очень полезен при изучении темы «Тепловые действия тока и электрическая сварка» в десятых классах. Кроме различных образцов сварки металлов и электродов, на стенде можно поместить портреты изобретателей сварки Н. Н. Бенардоса и Н. Г. Славянова, дать краткое описание истории изобретения электрической сварки и ее применения в современной технике (рис. 98).

71. Тепловой амперметр. Руководитель кружка напоминает учащимся, что прохождение электрического тока по проводнику сопровождается выделением тепла. Если проводник имеет значительное удельное сопротивление, то даже при небольшой длине, разогреваясь, он удлиняется.

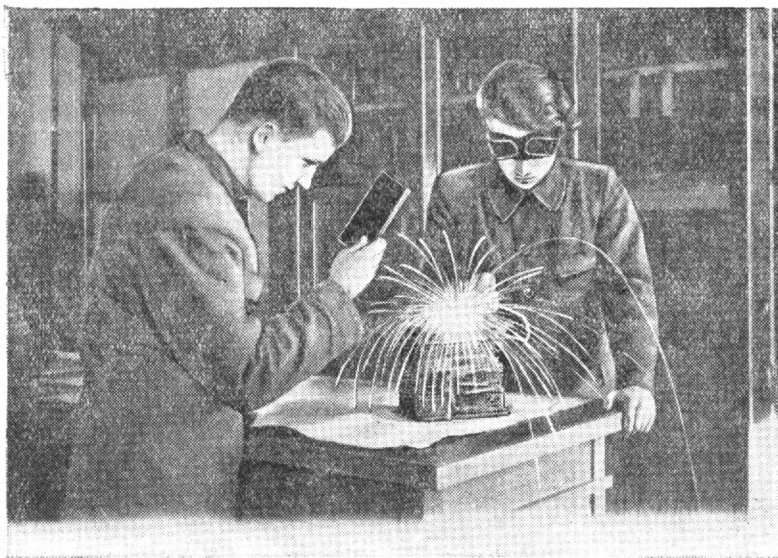


Рис. 97. Учащиеся наблюдают электрическую дугу.



Рис. 98. Стенд «Электросварка», созданный учащимися в результате ознакомления с процессом электросварки во время экскурсии.

Величина удлинения проводника, при прочих равных условиях, зависит от силы тока. Чем больше сила тока, тем больше и длина проводника. Следовательно, о величине силы тока можно судить по удлинению проводника. На этом принципе основана работа тепловых амперметров.

Сделать тепловой амперметр нетрудно. Для этого сверху вертикальной доски размерами 20×15 см, по краям, укрепляются два фарфоровых ролика. Между ними натягивается проводник — никелиновый, нихромовый или из какого-либо другого металла, с большим удельным сопротивлением и диаметром в $0,2\text{—}0,1$ мм. При пропускании тока проводник удлинится, поэтому оттягивающая проволочка B (рис. 99) несколько должна бы ослабить напряжение, но пружина D , связанная с серединой оттягивающей проволоки ниткой C , мешает этому. Если нитку перебросить через блок E очень маленького диаметра (чем меньше диаметр блока, тем чувствительнее прибор), то небольшое удлинение от нагревания проволоки вызовет перемещение всех связанных между собой проводников и ниток и повернет блок на некоторый угол.

На оси блока укрепляется легкая стрелка. Она поворачивается вместе с блоком.

Ось блока нужно установить в железном кронштейне (железная полоска, изогнутая в виде перевернутой буквы П), прибитом к вертикальной панели. Блок должен легко поворачиваться, поэтому ось затачивается на конус, а в полосках жести, удерживающих блок, делаются небольшие углубления. Это будет способствовать малому трению оси в подшипниках.

На вертикальной панели амперметра, выше проволоки, натянутой между роликов, приклеивается шкала. Для градуировки амперметр надо включить в цепь последовательно с заводским амперметром. Меняя при помощи реостата силу тока в цепи, учащиеся наносят на шкалу самодельного прибора деления, соответствующие показаниям заводского амперметра.

72. Железо в холодном состоянии притягивается магнитом или электромагнитом, но с повышением температуры эта способность уменьшается, и, наконец, при температуре 763° железо теряет свои магнитные свойства. Эта температура для железа называется точкой Кюри (по имени знаменитого французского физика Пьера Кюри).

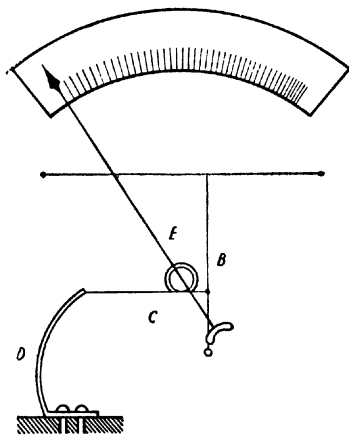


Рис. 99. Тепловой амперметр.

Показать изменение магнитных свойств железа при нагреве можно на приборе, изображенном на рис. 100.

К горизонтальной деревянной перекладине на медных проводах подвешивается железная спираль. Если поднести к ней магнит, он притянет спираль.

Нужно нагреть спираль любым способом — на пламени спиртовки или же через реостат, подключив к спирали ток, и снова поднести магнит. Он перестанет притягивать железную проволоку спирали даже тогда, когда находится от нее совсем близко¹.

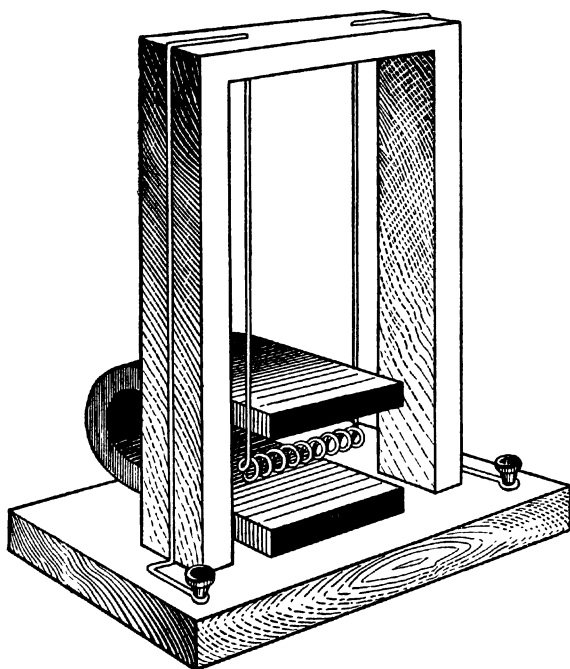


Рис. 100. Прибор для демонстрации магнитного притяжения.

Вот почему раскаленные железные и чугунные детали в цехах заводов и фабрик не переносятся электромагнитными кранами.

73. Стержневой электромагнит. Железный стержень длиной 80—100 мм и диаметром 10 мм нужно хорошенько нагреть, а затем очень медленно остудить, не вынимая из муфельной печи. Такое «отпущенное» железо, как говорят в технике, будет мягким. Оно может быстро намагничиваться и очень быстро терять магнитные свойства (для изготовления электромагнита необхо-

¹ Железная проволока спирали при нагревании очень быстро окисляется, и ее приходится часто менять.

димо, чтобы сердечник обладал возможно меньшим остаточным магнетизмом).

Из плотного картона или иного изоляционного материала склеивается катушка, длина которой на 2—3 мм меньше длины стержня. В эту катушку и должен очень плотно входить приготовленный железный сердечник.

В одной из щек катушки ближе к наружной поверхности делаются два отверстия (чуть больше диаметра проволоки). В одно отверстие пропускается конец изолированной медной проволоки диаметром в 0,5—1 мм. Оставив конец проволоки длиной в 100—120 мм, наматывают обмотку электромагнита, укладывая плотно виток к витку, ряд за рядом, заполняя все пространство между щеками катушки. Оставшийся конец провода, так же как и начальный его конец, пропускается через второе отверстие.

Концы обмоток электромагнита поджимаются под клеммы, установленные на щеках катушки.

Если поднести электромагнит к ящику с небольшими железными предметами (например, гвоздями), включив в обмотки электромагнита ток¹ напряжением в 6—12 вольт, то предметы притянутся к полюсу электромагнита и повиснут на нем, образуя большую гроздь.

Электромагнит, питающийся постоянным током, можно поднести к северному полюсу магнитной стрелки. От одного из полюсов электромагнита стрелка оттолкнется, а к другому притянется. Этот опыт показывает, что электромагнит имеет северный и южный полюса, расположение которых зависит от направления тока в витках электромагнита.

74. Подковообразный электромагнит. В стержневых электромагнитах железные предметы притягиваются только к одному полюсу, поэтому целесообразнее сердечник электромагнита изготовлять в виде подковы, чтобы полюса лежали близко друг от друга. В этом случае действие электромагнита будет сильнее.

Для изготовления сердечника можно использовать или целый кусок мягкого железа, изогнув его в виде подковы, или отдельные листы кровельного или даже специального трансформаторного железа. В последнем случае полоски железа надо брать различной длины (рис. 101, положение А). Согнув полоски в дугу, опиливают их по краям, чтобы поверхности полюсов были ровными.

На стороны подковообразного сердечника надеваются катушки. Обмотка одной из них выполняется по часовой стрелке, а второй — против часовой стрелки, чтобы снизу электромаг-

¹ Лучше, если ток будет включен постоянный, но можно включить и переменный ток от осветительной сети, используя понижающий трансформатор.

нита один полюс был северным (там, где ток будет иметь направление против часовой стрелки), а другой — южным.

Электромагнит укрепляется на стойках. Снизу к полюсам его нужно поднести полоску мягкого железа с крючком в середине. Это будет якорь электромагнита. К якорю можно подвесить какой-либо груз — электромагнит удержит его. Верхний слой обмотки раскрашивается акварельной краской или тушью любого цвета — зеленой, синей, красной.

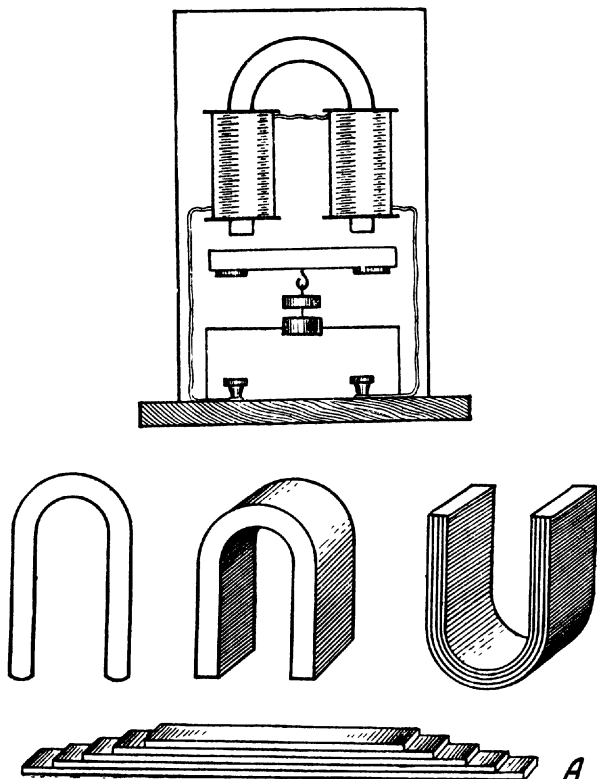


Рис. 101. Электромагнит.

Можно изготовить электромагнит, рассчитанный на включение в осветительную сеть, но в этом случае на каждой катушке должно быть по 600—700 витков медного изолированного провода диаметром в 0,4—0,5 мм.

Перед тем как наматывать последний слой провода на катушку, предыдущую намотку нужно обернуть бумагой.

Попутно, при изготовлении электромагнитов, руководитель кружка говорит о широком применении их в технике и промышленности, напоминает юным физикам, что электромагнит

является составной частью электрического звонка, телеграфа, телефона, электромотора, электромагнитного реле, электрического генератора тока, электромагнитных плит у станков и т. д.

75. Электромагнитные весы. Заостренный стержень из мягкого железа вставляется в катушку с проволокой. При пропускании тока через проволоку стержень будет притягивать железные предметы.

При помощи этого электромагнита с хорошим полюсным наконечником можно измерить силу, с которой он действует на различные тела.

Для этой цели над электромагнитом устанавливаются весы и включается ток. Затем на весах уравнивается какое-нибудь тело, и ток снова включается — равновесие нарушится, и для его восстановления надо на одну из чашек добавить груз. Опуская и поднимая электромагнит, то есть меняя расстояние между исследуемым телом и электромагнитом, можно наблюдать изменение силы взаимодействия между телами в зависимости от расстояния.

Если в цепь электромагнита последовательно включить реостат, то можно показать зависимость силы взаимодействия между телами от напряженности магнитного поля (как известно, при прочих неизменных условиях, напряженность магнитного поля зависит от силы тока в витках).

Общий вид электрических весов показан на рис. 102. К электромагниту идет один провод, второй конец обмотки соединен с корпусом прибора.

76. Электромагнитный гальванометр. Если на некотором расстоянии от катушки с током поместить сердечник из мягкого железа, сердечник будет втягиваться в катушку и тем сильнее, чем больше сила тока.

Это явление используют при устройстве электромагнитных измерительных приборов.

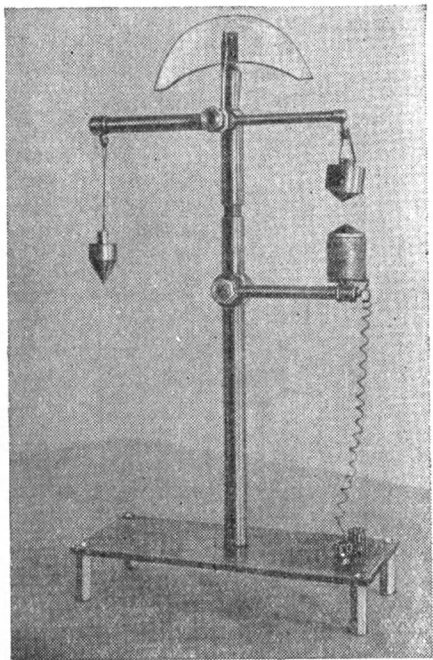


Рис. 102. Электромагнитные весы.

На вертикальной панели укрепляется катушка с намотанной изолированной проволокой диаметром в 0,5—0,8 мм (100—150 витков). Над вырезом в катушке подвешивается на пружине железный стержень, к которому прикреплена стрелка. Включая прибор последовательно в цепь переменного и постоянного тока, можно установить, как изменяется величина втягивания сердечника в катушку, в зависимости от силы тока в витках катушки (рис. 103).

Гальванометр может быть несколько иным.

Катушку с узким вырезом в середине помещают на панели так, чтобы вырез располагался параллельно линии горизонта. На катушку намотан такой же провод, как и в предыдущем при-

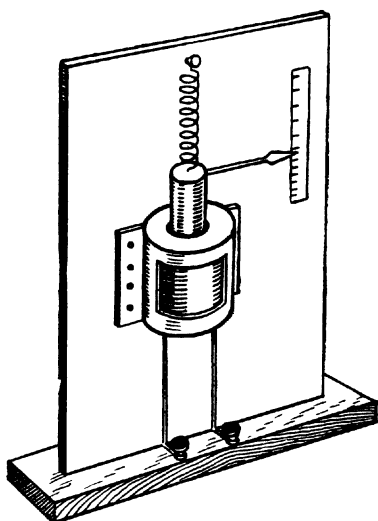


Рис. 103. Электромагнитный гальванометр со стержнем.

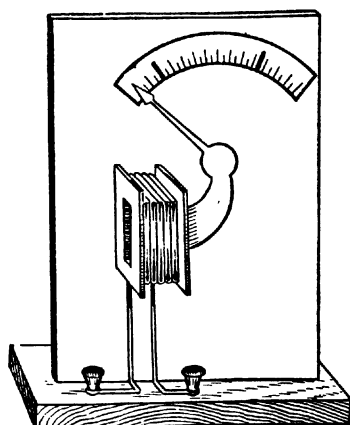


Рис. 104. Электромагнитный гальванометр.

боре. К панели же на оси нужно подвесить стрелку, расширяющуюся книзу. Сверху на панели располагается шкала (рис. 104).

Проходя по обмоткам катушки, электрический ток различной силы будет втягивать сердечник на различную глубину, что легко заметить по показаниям стрелки.

Обмотки катушек в обоих приборах, стрелки у стержня можно покрасить в яркий цвет, чтобы издали было хорошо видно каждую деталь. Размеры панелей для приборов — 30 × 40 см.

77. На катушку наматывают 10—15 витков медной изолированной проволоки.

Затем катушка подвешивается на гибких проводах к верхней планке (рис. 105). Провода служат не только для подвески ка-

тушки, но и для подачи в нее тока. Чем они эластичнее, тем лучше будет работать прибор.

Внутренний диаметр катушки должен быть таким, чтобы она свободно надевалась на один из полюсов подковообразного магнита.

Необходимо включить катушку в цепь постоянного тока с напряжением в 4—6 вольт. Электрический ток, проходя через витки, создает вокруг магнитное поле. Магнитное поле тока взаимодействует с магнитным полем постоянного магнита; причем

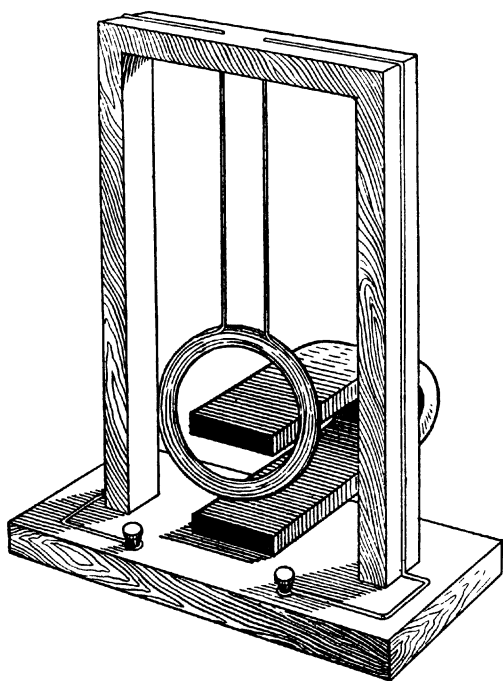


Рис. 105. Прибор для наблюдения за взаимодействием кольцевого проводника и подковообразного магнита.

характер взаимодействия зависит от направления тока в витках катушки и расположения полюсов подковообразного магнита. При одном направлении тока катушка глубже надевается на магнит. При изменении направления тока на противоположное она выбрасывается за пределы магнита.

Если изменять расположение полюсов магнита при одном и том же направлении тока, то и направление движения катушки будет меняться. Например, если при одном направлении тока катушка глубже надевается на северный полюс магнита, то с южного она будет сбрасываться.

78. Прибор (рис. 106) отличается от предыдущего только своими размерами, так как предназначается для демонстрации на уроке. Рамка состоит из 10—15 витков медного изолированного провода и имеет размеры: 40 см в длину и 25—30 см в высоту. Магнитное поле образуют 10—15 подковообразных магнитов. Чтобы магниты, сложенные одноименными полюсами, не

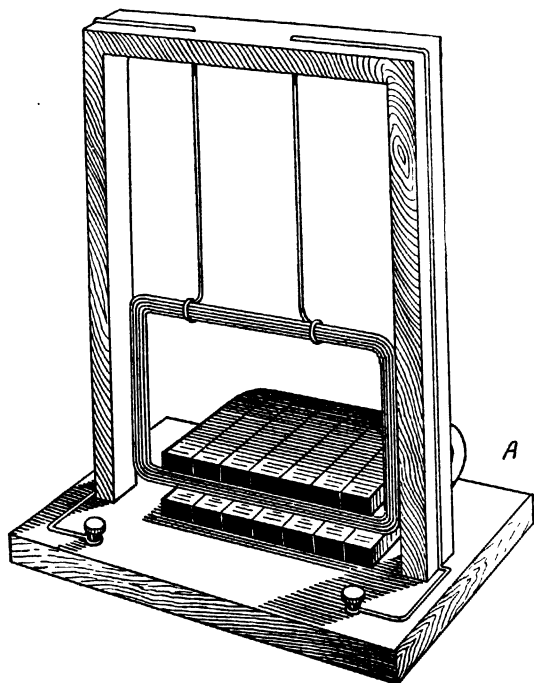


Рис. 106. Прибор для наблюдения за движением проводника с током в магнитном поле.

расходились, для их крепления на доске прибора к подставке *A* прибивают железную скобу, под которую магниты вводятся одним своим полюсом.

На этом приборе можно демонстрировать не только взаимодействие магнитных полей тока и постоянного магнита, но и получение индукционного тока при движении проводника в магнитном поле.

Для проведения опыта к клеммам прибора подключают достаточно чувствительный гальванометр, например, демонстрационный.

При соответствующем движении рамки в магнитном поле в ее витках будет возникать индукционный ток, о наличии которого можно судить по отклонениям стрелки измерительного прибора.

Пропуская электрический ток через проводник, пригнем его в движение в магнитном поле. При движении проводника в магнитном поле получается индукционный ток¹.

79. Между точками *D* и *E* (рис. 107) укрепляется станиолевая лента от испорченного конденсатора постоянной емкости. Ленту не надо натягивать туго. Если после этого к точкам *D* и *E* подвести постоянный электрический ток, то проводник с током (лента) начнет двигаться в магнитном поле. Направление движения проводника будет зависеть от направления электрического тока и от направления магнитного поля.

Меняя направление тока или расположение полюсов магнита, можно показать выталкивание или втягивание проводника с током в магнитном поле.

80. На деревянной подставке размером 120 × 300 мм укрепляются две медные трубки или провода на высоте 40—50 мм от доски и на расстоянии 70—80 мм друг от друга.

Между этими медными «рельсами» помещается подковообразный магнит (рис. 108), а поперек проволоки кладется медная или алюминиевая трубка возможно меньшего веса, длиной в 120—100 мм.

Если к «рельсам» подвести постоянный ток напряжением в 6—8 вольт, а поперек «рельсов» между полюсами магнита положить каток, то магнитное поле тока, идущего по трубке, и магнитное поле постоянного магнита начнут взаимодействовать, в результате трубка покатится по «рельсам» в пространство между полюсами магнита и за его пределы.

«Рельсы», безусловно, должны быть очень гладкими, чтобы не мешать движению трубки.

Прибор можно несколько видоизменить и поставить по подковообразному магниту с обоих концов «рельсов», полюсами навстречу друг другу, причем вверх должны быть обращены северный и южный полюса магнитов.

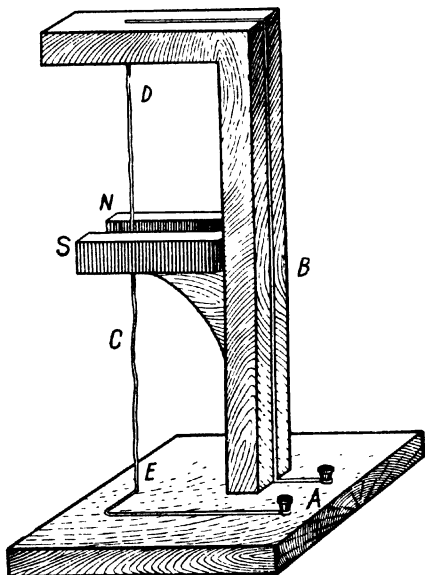


Рис. 107. Прибор для наблюдения за движением проводника с током в магнитном поле.

¹ Подковообразные магниты в соответствии с правилами хранения, когда прибор не работает, необходимо замыкать якорем.

Чтобы проводник двигался непрерывно между магнитами, направление тока в «рельсах» надо непрерывно изменять. Это легко сделать, если воспользоваться двухполюсным переключателем (рис. 108, первое и второе положение). Изменять направление тока надо всякий раз, когда катящаяся трубка подходит к полюсам магнита. Так как омическое сопротивление проводов

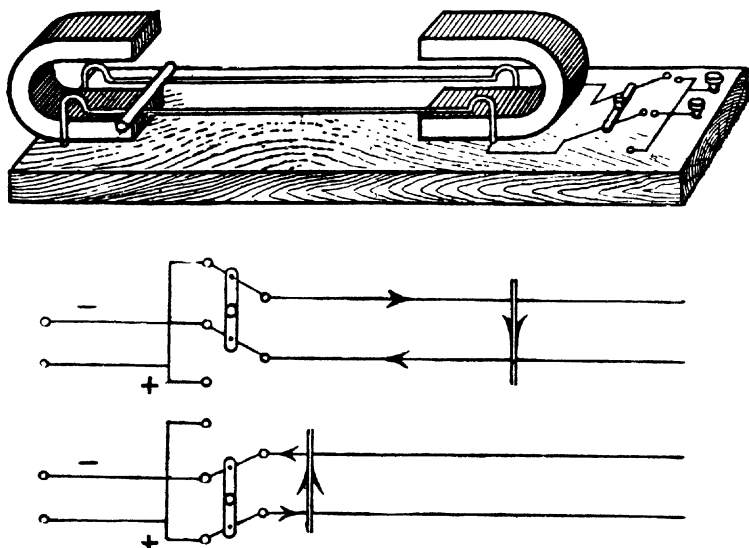


Рис. 108. Схема и общий вид прибора для наблюдения за движением проводника с током в магнитном поле.

в данном приборе очень мало, то, во избежание порчи источника тока, цепь следует замыкать на очень короткие промежутки времени.

Демонстрация явлений самоиндукции

Для наблюдения явления самоиндукции легко собрать несколько электрических цепей.

81. Весьма эффектно демонстрация явления самоиндукции при замыкании и размыкании электрической цепи переменного тока. Для этого необходимо собрать цепь по изображенной на рис. 109 схеме. Дросселем служит катушка на 220 вольт от разборного школьного трансформатора, индикатором — пятачковая неоновая лампа на 120 вольт, если напряжение в сети равно 120 вольтам.

Посредством реостата при замкнутой цепи подбирают режим цепи так, чтобы на зажимах лампы напряжение было несколько меньшее, чем необходимо для зажигания. При замкнутой цепи

лампочка не светит, но в моменты замыкания и размыкания можно наблюдать яркие вспышки неона. Иногда момент замыкания или размыкания тока не дает свечения. Это можно объяснить тем, что моменты изменения режима цепи совпали с нулевым значением эдс в сети переменного тока.

82. Явление самоиндукции при размыкании посредством пятачковой неоновой лампы можно наблюдать в сети переменного тока.

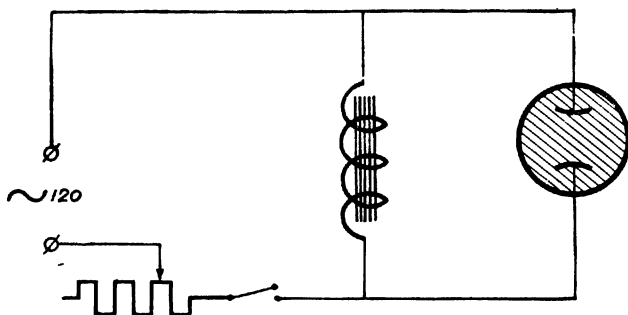


Рис. 109. Схема для наблюдения за явлениями самоиндукции в цепи переменного тока.

тока при напряжении даже в 12 вольт, хотя напряжение вспышки у лампы около 70 вольт. Для этого необходимо собрать цепь по схеме, изображенной на рис. 110.

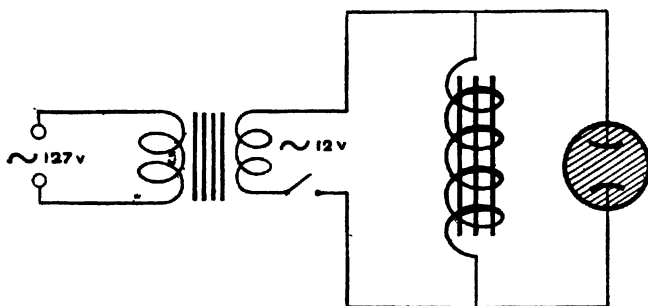


Рис. 110. Схема для наблюдения за явлениями самоиндукции в цепи переменного тока.

Опыты лучше проводить в затемненной комнате. Лампу необходимо подбирать с возможно ближе расположенными электродами.

83. Цепь собирается из аккумулятора на 5—6 вольт и той же, что в предыдущем опыте, катушки разборного трансформатора (рис. 111).

Если дотронуться до клемм аккумулятора (AB) проводами от катушки, причем коснуться клемм и пальцами, а затем резким движением снять их с клемм, то мускулы рук ощутят резкий толчок.

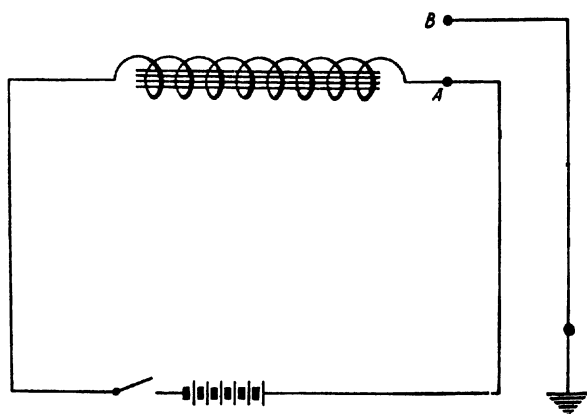


Рис. 111. В этой цепи легко наблюдать экстратоки.

Еще лучше эта демонстрация самоиндукции проходит с электрическим звонком.

В момент размыкания цепи в обмотках электромагнита звонка возникает экстраток. ЭДС самоиндукции во много раз больше ЭДС источника тока.

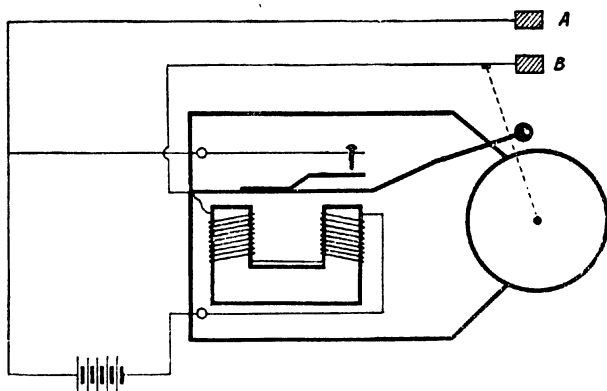


Рис. 112. В этой цепи возникают экстратоки

Ощутить экстраток можно в том случае, если хорошо начищенные медные трубки *A* и *B* подсоединить к звонку, как указано на рис. 112, а трубки взять в руки. Звонок надо брать не с очень сильным электромагнитом и подключать его к источнику тока,

имеющему напряжение в 3—4 вольта. Если удары экстратока получаются очень сильные, надо уменьшить напряжение источника тока или понизить частоту колебаний ударника звонка.

За контакты *A* и *B* могут взяться два человека и подать друг другу руки. Удары экстратока в этом случае будут ощущаться значительно слабее.

Нужно следить за тем, чтобы при проведении опыта каждый, кто берется за контакты *A* и *B*, предварительно насухо вытирал руки.

84. Легко и просто проходит демонстрация явления самоиндукции, если собрать цепь по схеме, изображенной на рис. 113, где *A*₁ и *A*₂ — лампочки на напряжение в 3,5 вольта

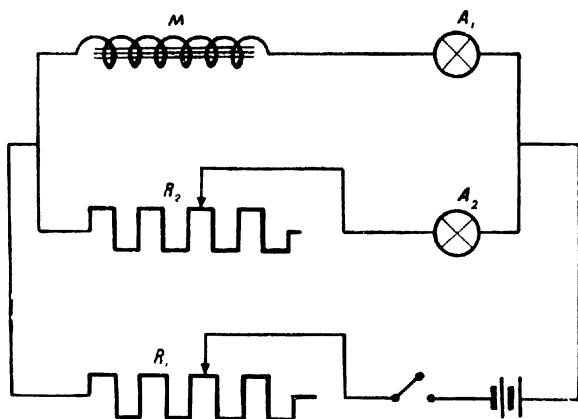


Рис. 113. Схема для наблюдения за явлением самоиндукции.

и силу тока в 0,28 ампера, *M* — дроссель низкой частоты, собранный из катушки на 220 вольт от универсального трансформатора, надетой на трансформаторную раму; дросселем может служить разобранный школьный трансформатор с катушкой на 120 или 220 вольт.

При помощи реостата *R*₂ следует уравнивать сопротивление обеих ветвей цепи, а реостатом *R*₁ — отрегулировать накал ламп, чтобы он был не очень ярким. После этого вынуть железный сердечник из катушки и проделать следующие опыты:

а) Цепь замыкается. Различие во времени загорания лампочек *A*₁ и *A*₂ уловить очень трудно, так как самоиндукция катушки без железного сердечника очень невелика.

б) Катушку надо надеть на железную раму. При замыкании электрической цепи лампочка *A*₁ загорается значительно позже лампочки *A*₂, так как дроссель низкой частоты имеет большую самоиндукцию. Можно так быстро замыкать цепь, что будет загораться только лампочка *A*₂

в) Для демонстрации явления самоиндукции достаточно, не размыкая электрическую цепь, разъединить резким движением раму трансформатора, и лампочка A_1 ярко вспыхивает, что свидетельствует о большой величине эдс самоиндукции, появляющейся ввиду изменения напряженности магнитного поля. При «замыкании» рамы трансформатора накал нити лампы A_1 тускнеет (рис. 114).

Для удобства проведения последнего опыта лучше брать П-образную трансформаторную раму и сверху ее «замыкать» половиной рамы от разборного школьного трансформатора.

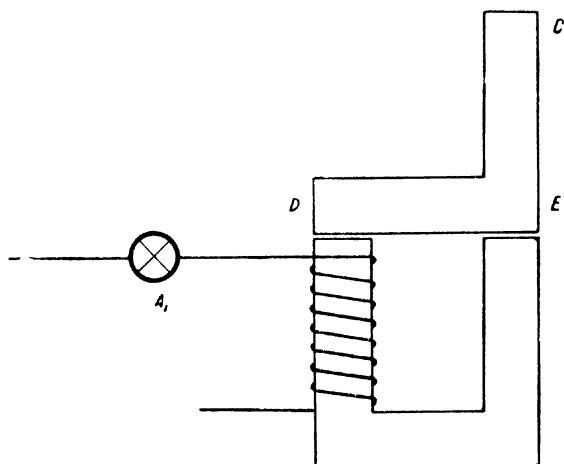


Рис. 114. Размыкание железного сердечника в дросселе низкой частоты.

(На рис. 114 показан только дроссель низкой частоты от схемы по рис. 113.) Для удобства проведения опытов лучше всего брать рукой за часть CE и снимать железо, начиная с точки D .

г) Если в электрическую цепь на рис. 113 вместо источника постоянного тока включить через трансформатор переменный ток напряжением в 4—6 вольт, то нить лампочки A_1 совсем не накалится, в то время как лампочка A_2 будет хорошо светиться. Если же вынуть железный сердечник из катушки M , то нить лампочки A_1 начнет накаливаться.

Приборы для демонстрации вихревых токов

Прежде чем предложить учащимся перейти к изготовлению таких приборов, нужно дать определение вихревых токов — громадных индукционных токов, возникающих в массивных металлических частях, находящихся в переменных магнитных полях или перемещающихся в них, например, в железе якоря

и статора генераторов электрической энергии, в массивных частях электромоторов, в трансформаторных рамах и т. д.

Следует подчеркнуть, что вихревые токи превращают электрическую энергию в тепловую, из-за чего совершенно напрасно нагреваются те проводники, в которых они возникли. Поэтому рамы трансформаторов, статоры и якоря электрических машин набирают из отдельных, изолированных друг от друга тонких листов специальных сортов динамной стали или трансформаторного железа, в которых содержится до 4 % кремния. Благодаря

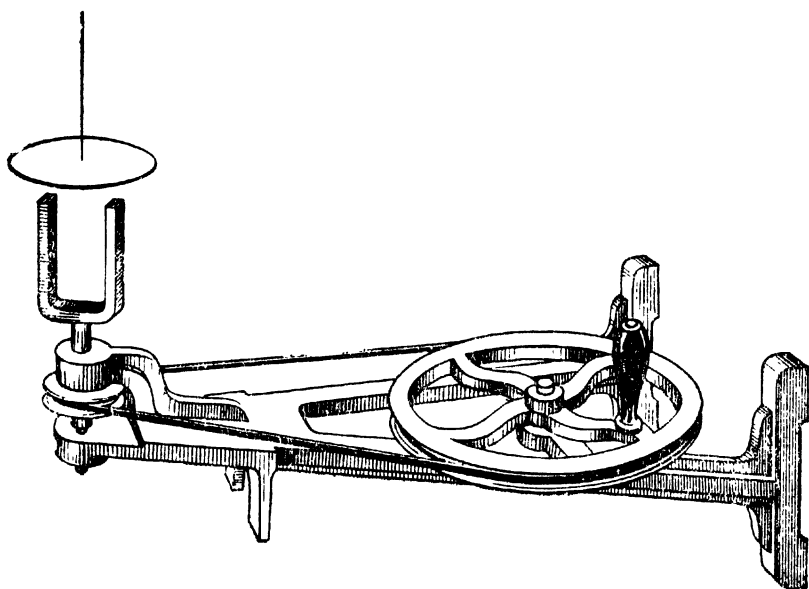


Рис. 115. Прибор для демонстрации вихревых токов

этому увеличивается удельное сопротивление проводника, а следовательно, уменьшаются и индукционные токи.

Но вихревые токи не всегда вредны. Их тормозящее действие широко используется в некоторых электроизмерительных приборах для быстрого успокоения стрелок.

85. Алюминиевый или медный диск *A* нужно подвесить к какому-либо штативу на длинной нити, а под ним на расстоянии 5—6 мм поместить подковообразный магнит, укрепленный в патроне центробежной машины. Если привести магнит во вращение, то вращающееся магнитное поле наведет ток в диске *A*, и диск будет (рис. 115) поворачиваться вслед за магнитом.

86. Между железными наконечниками (рис. 116), укрепленными на трансформаторной раме, помещается алюминиевый диск, надетый на ось электрического мотора.

При помощи реостата нужно уменьшить число оборотов якоря мотора и включить в катушки электромагнита постоянный ток — число оборотов мотора уменьшится. Вихревые токи будут тормозить движение диска. Чтобы лучше заметить вращение диска, можно нарисовать на нем черной краской радиальные полосы.

Катушкой электромагнита может служить катушка от школьного разборного трансформатора на 120 или 220 вольт.

87. Массивный алюминиевый или медный маятник раскачивается вокруг оси CC (рис. 117) и при своих колебаниях проходит междуполуное пространство электромагнита.

Если маятник вывести из положения устойчивого равновесия, поднять на некоторую высоту и опустить, то при отсут-

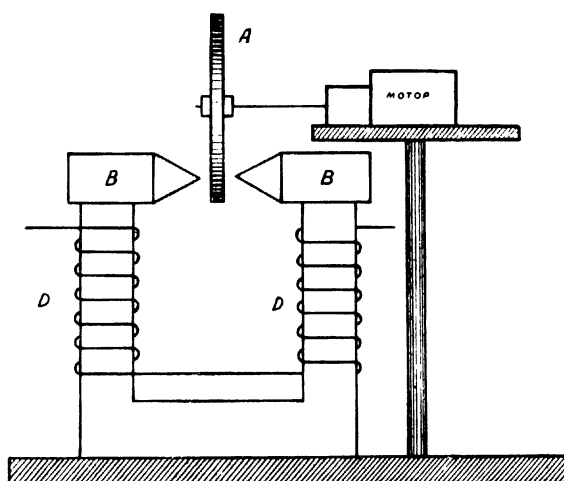


Рис. 116. Прибор для демонстрации вихревых токов.

вии тока в обмотках электромагнита он совершит очень много колебаний, прежде чем остановится. Подсчитав число колебаний, которые делает маятник, нужно включить ток и с прежней высоты опустить маятник. Он будет раскачиваться очень недолго, а проходя между полюсами магнита, резко замедлит движение, как будто находится в какой-то вязкой среде. Это объясняется тем, что вихревые токи, образующиеся в маятнике по правилу Ленца, тормозят его движение.

Можно изготовить два совершенно одинаковых маятника. Если в одном из них сделать прорезы (рис. 117, I), то маятник при колебаниях в магнитном поле будет останавливаться медленнее.

Маятники прикрепляются к стержню при помощи болтика в точке O .

88. Прибор для демонстрации переменного тока. Назначение прибора — показать учащимся, что в осветительной сети течет переменный ток.

На фанерном диске, отступив 2—2,5 см от края, нужно укрепить маленькую неоновую лампу (МН-3) Последовательно с лампой соединяется сопротивление в 20000 ом. Начало и конец этой цепи припаиваются к двум изолированным друг от друга медным кольцам, укрепленным на деревянной оси диска (рис. 118).

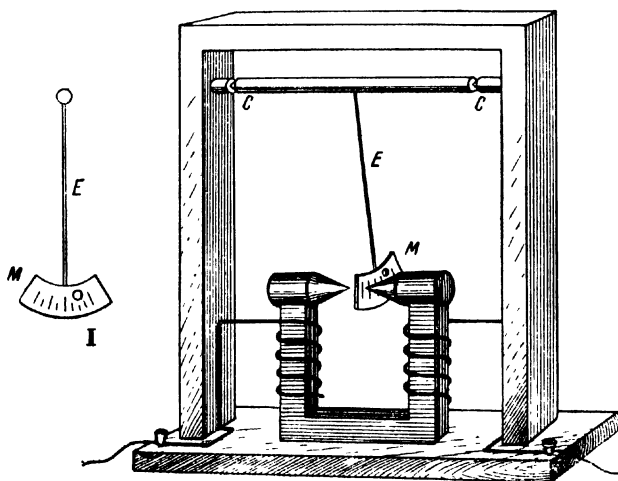


Рис. 117. Прибор для демонстрации вихревых токов.

Провода, идущие к кольцам от неоновой лампочки и от сопротивления, должны быть изолированными. Они идут вдоль оси, под кольцами. Каждое кольцо соприкасается с отдельной щеткой (медный зачищенный провод или медная пластинка), к которой подходит ток из осветительной сети.

Ось диска укреплена в шариковых подшипниках и от легкого толчка начинает быстро вращаться. Если диск стоит неподвижно, то неоновая лампочка светится ровным непрерывным светом; если же быстро вращается, то ровное свечение заменяется прерывистой световой линией, состоящей из световых тире, разделенных темными промежутками.

Объясняется это тем, что неоновая лампочка загорается при напряжении не менее 70 вольт, а так как в сети течет переменный ток, меняющийся по величине и направлению 50 раз в секунду, лампа горит не непрерывно, а **только** в те промежутки времени, когда напряжение равно 70 вольтам и выше.

С обычной лампой накаливания этот опыт не получится, так как у такой лампы нить имеет очень большую тепловую инерцию.

89. Электромагнитный маятник. Из картона или иного материала делаются две катушки, щеки их должны иметь размер 40×40 мм, а вырез в середине — 15×15 мм. Длина катушек 60—70 мм.

На каждую катушку наматывается по 200 витков медного изолированного провода диаметром в 0,4—0,6 мм (ПЭ, ПБД и т. д.).

Обмотки катушек B_1 и B_2 (рис. 119) надо параллельно соединить с электрическими лампочками, рассчитанными на напряжение 6 вольт и силу тока 0,3—0,5 ампера.

Маятник M представляет собой стальной стержень, легко поворачивающийся вокруг оси O . При колебаниях железный стержень маятника касается пружинящих контактов K_1 или K_2 и замыкает цепь одного из электромагнитов, например, B_1 , благодаря чему через катушку электромагнита проходит ток, и созданное магнитное поле, усиленное железным сердечником катушки, с большой силой притягивает железную чечевицу. Как только маятник отходит от контакта, цепь размыкается, и дальнейшее движение маятника происходит без действия магнитного поля, а только за счет перехода потенциальной энергии в кинетическую и кинетической в потенциальную.

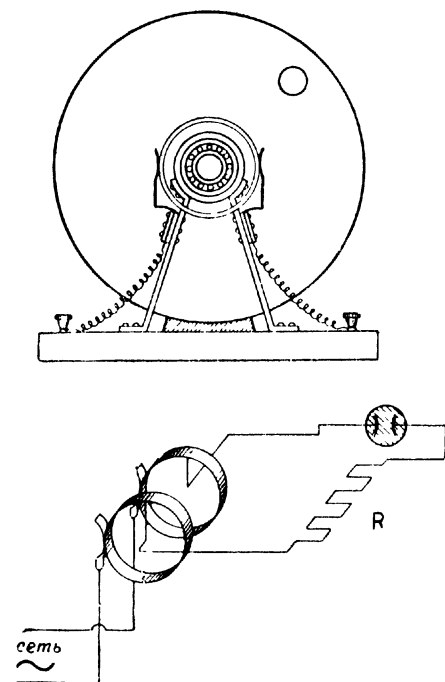


Рис. 118. Прибор для демонстрации переменного тока, возникающего в осветительной сети.

Так маятник доходит до крайнего правого положения и касается контакта K_2 ; замыкая цепь катушки B_1 , вспыхивает электрическая лампочка, и магнитное поле этой катушки втягивает маятник.

Период колебания маятника можно изменять, опуская и поднимая чечевицу.

Прибор может быть включен в сеть переменного и постоянного тока. За ненадобностью лампочки можно выключить.

Весь прибор собирается на панели размерами 18×30 см. В середине доски укрепляется стойка (высотой в 40 см), в которой должна быть ось O для маятника. Контакты K располага-

ются с правой и левой стороны стойки. Места соприкосновения контактов с маятником нужно посеребрить, во избежание обгорания их в моменты замыкания цепи.

Электромагниты устанавливаются включенными в цепь после того, как подвешен маятник, чтобы можно было экспериментально установить наилучшее действие магнитного поля.

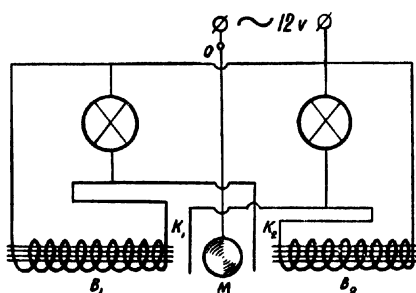
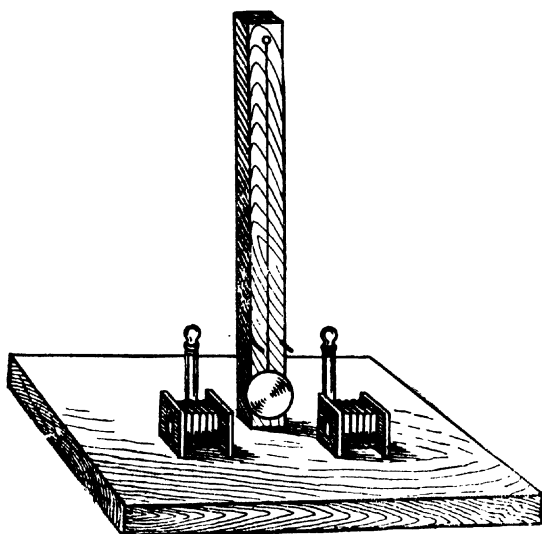


Рис. 119. Электромагнитный маятник и схема его устройства.

Прибор очень наглядно демонстрирует магнитные действия тока, незатухающие колебания маятника, параллельное соединение потребителей и т. д.

90. Синхронный мотор. Модель синхронного мотора состоит из четырехполюсного стального якоря. Якорь намагничен таким образом, что на противоположных концах его находятся

одноименные полюса (рис. 120). Под якорем помещена катушка с сердечником из мягкого железа, которая питается от переменного однофазного тока напряжением в 2—4 вольта. Если раскрутить якорь до 1500 оборотов в минуту (25 оборотов в секунду), то дальше он будет вращаться самостоятельно.

Это вращение якоря можно объяснить следующим образом. Если в какой-то момент у катушки и полюса якоря имеются одноименные полюса, они оттолкнутся, и якорь повернется на 90°; но за это время направление тока в катушке изменится,

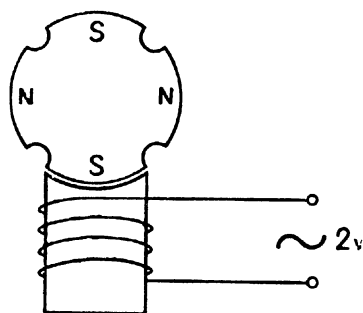


Рис. 120. Синхронный мотор.

и у катушки и у якоря опять будут одноименные полюса, и якорь снова повернется на 90°. Так он будет вращаться до тех пор, пока есть ток в катушке.

Такие электромоторчики имеют строго определенное число оборотов и поэтому используются в электрочасах, проигрывателях и многих других механизмах. Модели их очень полезны при изучении принципов работы синхронных двигателей.

91. Стержневой трансформатор.

Для объяснения трансформации тока очень полезно воспользоваться стержневым трансформатором.

Из картона или фанеры склеивается катушка высотой в 100 мм. Размер щек катушки 80×80 мм, а отверстий в середине — 25×25 мм. На катушку наматывается 1200 витков провода ПЭ, ПБД или иной марки, диаметром 0,3—0,4 мм. Начало и конец провода подводятся к клеммам, укрепленным на щеках катушки. В отверстие набивается отожженная железная проволока диаметром в 1—2 мм и длиной в 25—30 см.

Из провода марок ПБД, ПЭ диаметром в 0,5—1 мм нужно намотать четыре отдельных катушки с внутренним диаметром в 90—100 мм. В первой катушке должно быть 10 витков, во второй 20, в третьей 40, в четвертой 80. В каждую катушку включается лампочка на 3,5 вольта.

Катушка из 10 витков надевается на выступающую часть железного сердечника, и в большую катушку включается ток из осветительной сети. Лампочка в индикаторном витке светится, но очень слабо. Нужно снять этот виток и заменить его катушкой из 20 витков. Лампочка будет светиться ярче.

На железный сердечник трансформатора надеваются по очереди различные индикаторные катушки в 10, 20, 40, 80 витков.

Все витки подводятся на одинаковое расстояние к большой катушке. Яркость свечения лампочек в различных катушках будет различная. Лучше всего накаливается нить у лампочки, включенной в катушку с 80-тью витками

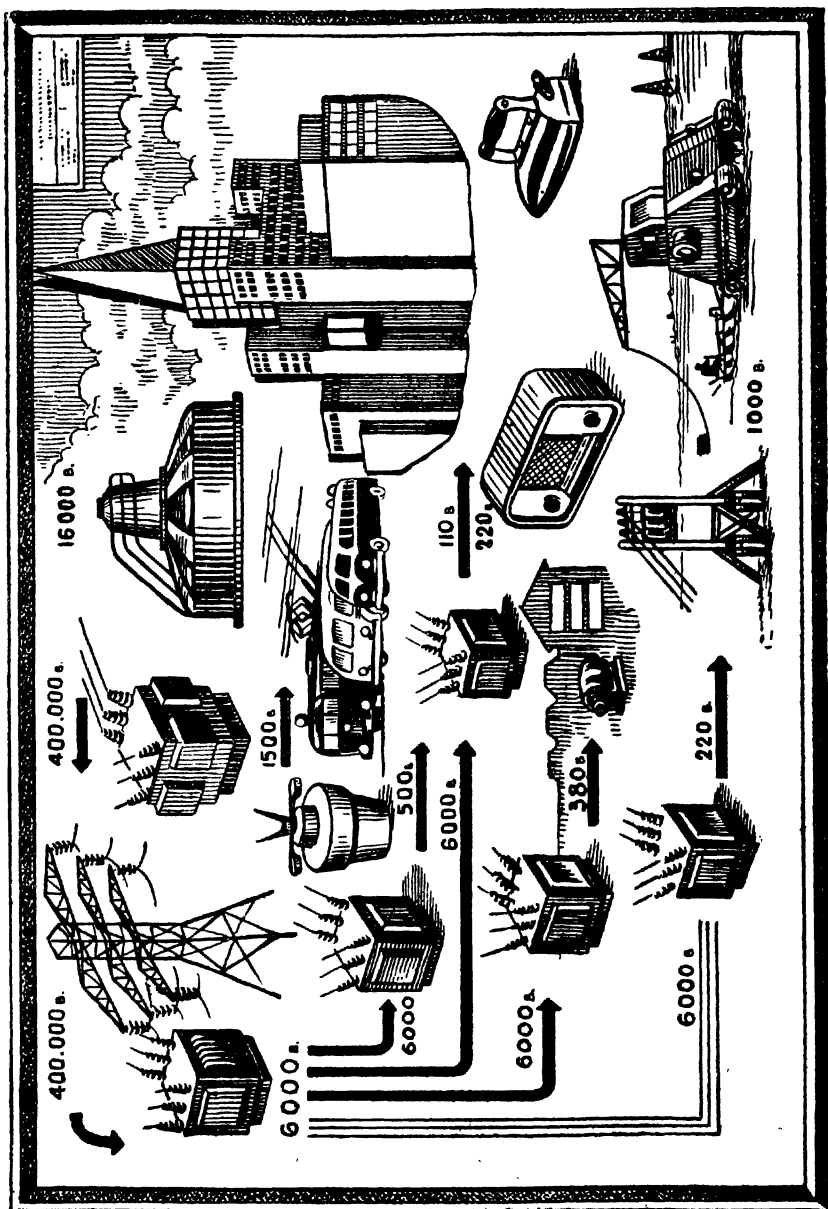


Рис. 121. Стенд на тему «Путь тока от станции к потребителю».

Этот опыт показывает, что напряжение во вторичной катушке зависит от числа витков, в которых наводится ток.

Если взять алюминиевые или медные кольца диаметром в 40—50 мм и надеть их на железный сердечник катушки, а затем включить ток, то кольца «подпрыгнут». Объясняется это тем, что в кольце, например алюминиевом, наводится индукционный ток такого направления, что создаваемое им магнитное поле отталкивается от магнитного поля основной катушки.

Если кольца надеть на железный сердечник в тот момент, когда катушка включена в сеть, кольца будут «держаться» в воздухе.

92. Магнитный «реостат». На деревянной панели укрепляется в вертикальном положении катушка высотой в 200—250 мм, с внутренним сечением в 600 мм². На катушку наматывается 500—700 витков медного провода, например ПБД, диаметром в 0,8—1 мм. Последовательно с катушкой включается лампочка мощностью не менее чем в 200 ватт (чем больше мощность, тем лучше).

Если ввести теперь в катушку железный сердечник, го накал нити лампы резко уменьшится; если же сердечник вынуть, то лампа ярко вспыхнет.



















Такое регулирование накала лампы при помощи железного сердечника происходит за счет изменения магнитного поля катушки с током и наведения в этой катушке эдс индукции.






93. Выпиленные и вырезанные части (турбину, трансформатор) можно укрепить на стенде. Неплохо, например, сделать наглядное пособие на тему «Передача электрической энергии на расстояние» («Путь тока от станции к потребителю»).

Электротрактор, трамвай, турбину и другие детали можно раскрасить, в окна дома, фабрики, электровоза «провести» свет (включить лампочки — рис. 121).

В процессе изготовления стенда учитель рассказывает членам кружка о темпах электрификации в Советской стране, о том, что энергия, выработанная на волжских гигантских электростанциях, будет использоваться не только для нужд хозяйства Поволжья, но будет также поступать в Москву и Московскую область. От Куйбышева до Москвы электроток потечет при напряжении в 400 киловольт. На такие громадные расстояния (900 км) еще нигде в мире электроэнергия не передавалась. В США наибольшая протяженность линии электропередачи 428 км при напряжении в 287 киловольт. Таким образом, и в этой области советская энергетика идет впереди. Советским ученым и инженерам приходится решать много новых, важных и интересных технических проблем.

УСЛОВНЫЕ_ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

	Постоянный ток
	Переменный ток
3  50	Переменный трехфазный ток с частотой 50 гц
	Сопротивление
	Реостат со скользящим контактом
	Реостат с любым способом регулировки
	Соленоид
	Электромагнит
	Конденсатор постоянной емкости
	Конденсатор переменной емкости
	Детектор
	Заземление
	Электрическая лампа накаливания
	Вакуумный стабилизатор тока (бареттер)
	Пересекающиеся провода электрически не соединенные
	Пересекающиеся и электрически соединенные провода
	Ответвляющиеся провода
	Коллекторная машина
	Одноякорный преобразователь

	Неоновая лампа
	Гальванический элемент
	Выключатель
	Переключатель
	Зажим (клемма)
	Штепсельное соединение
	Плавкий предохранитель
	Реле
	Электрический звонок
	Термопара
	Магнитоэлектрическая система
	Ваттметр
	Омметр
	Счетчик электрической энергии
	Нагревательный прибор
	Штепсель
	Розетка



Тепловая система



Электромагнитная система



Электродинамическая система



Горизонтальное положение шкалы измерительного прибора



Вертикальное положение шкалы измерительного прибора



Прибор рассчитан на измерение постоянного тока



Прибор рассчитан на измерение переменного тока



Прибор рассчитан на переменный и на постоянный ток



Изоляция прибора испытана при напряжении в 3000 v

ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН РАБОТЫ В СТОЛЯРНОЙ МАСТЕРСКОЙ С НАЧИНАЮЩИМИ ЮНЫМИ ТЕХНИКАМИ

1. Знакомство с мастерской. Первая беседа по технике безопасности	2 часа ¹
2. Ознакомление с простейшими столярными инструментами и приемами работы с ними	7 часов
3. Заточка инструментов	2 часа
4. Изготовление предмета призматической формы с помощью пилы и рубанка	4 часа
5. Крепление деталей гвоздями и шурупами	2 часа
6. Беседа на тему: «Древесина и ее применение»	2 часа
7. Приготовление клея. Соединение деталей на клей	2 часа
8. Изготовление предметов или частей приборов посредством соединения деталей «круглым шипом»	2 часа
9. Изготовление предметов соединением деталей «вполдерева»	2 часа
10. Изготовление частей приборов соединением деталей «прямым шипом» и другими, более сложными способами	4 часа
11. Знакомство с деревообрабатывающими станками	4 часа
12. Изготовление предметов или деталей приборов цилиндрической и конической формы ручным способом и на токарном станке по обработке древесины	8 часов
13. Изготовление деталей приборов с криволинейными контурами	5 часов
14. Обработка фанеры	4 часа
15. Отделка изделий из дерева. Знакомство с кроющими и красящими материалами	5 часов
16. Выпиливание лобзиком и выжигание	8 часов
17. Чтение чертежей	3 часа

Приложение II

ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА РАБОТЫ С УЧАЩИМИСЯ В СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ МАСТЕРСКОЙ

I. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

1. Значение металлов в народном хозяйстве СССР.
2. Основные свойства металлов и сплавов.
3. Строение металлов и сплавов.
4. Железоуглеродистые сплавы.
5. Твердые сплавы.
6. Цветные металлы и их сплавы.
7. Термическая обработка металлов.
8. Коррозия металлов.
9. Неметаллические материалы: а) пластмассы; б) шлифующие материалы (абразивы); в) смазывающие и охлаждающие вещества.

¹ Примерное количество часов на ту или иную работу, теоретическую или практическую. Время на беседы по технике безопасности отдельно не предусмотрено. Такие беседы проводились в течение 10—15 минут на тех занятиях, где это было необходимо.

II. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

1. Предварительное ознакомление с рабочими чертежами.
2. Условные обозначения рабочего чертежа детали.
3. Рабочий эскиз детали.
4. Условные обозначения разрезов.

III. СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

1. Вводная беседа и беседа по технике безопасности.
2. Разметка плоскостная.
3. Рубка металла.
4. Резание металла.
5. Правка металла.
6. Опиливание плоскостей.
7. Сверление, зенкование и развертывание.
8. Нарезание резьбы.
9. Клепка.
10. Шабрение.
11. Притирка.
12. Паяние и лужение.

IV. ТОКАРНАЯ ПРАКТИКА

1. Ознакомление с устройством токарного станка.
2. Техника безопасности.
3. Упражнения по управлению и наладке станка:
 - а) управление станком;
 - б) установка деталей в центрах;
 - в) установка деталей в патроне;
 - г) установка резцов в резцедержателе;
 - д) управление суппортом;
 - е) настройка на скорость;
 - ж) настройка на подачу (по ходовому валику);
 - з) пользование простым контрольно-измерительным инструментом (измерения линейкой, кронциркулем, нутромером, штангенциркулем и микрометром);
 - и) установка резца на глубину резания и снятие пробной стружки ручной подачей;
 - к) установка резца на глубину резания при помощи лимба;
 - л) уход за станком и рабочим местом.
4. Обтачивание наружных цилиндрических поверхностей в патроне.
5. Обтачивание наружных цилиндрических поверхностей в центрах при ручной и автоматической подаче).
6. Обтачивание торцов.
7. Сверление и рассверливание сквозных отверстий.

Приложение III

ОПИСЬ ИНСТРУМЕНТА СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ МАСТЕРСКОЙ

1. Штангенцикуль	260 мм
2. Штангенмаузер	130 »
3. Штангенрейсмус	200 »
4. Микрометр	0—25
5. Микрометр	25—50

6. Микрометр	50—75
7. Дрель ручная	—
8. Угольник слесарный	100×63
9. Угольник слесарный	260×165
10. Угольник слесарный	230×175
11. Стальной метр	1000 мм
12. Линейка стальная	300 »
13. Тисы параллельные	5 »
14. Набор № 1	—
15. Набор № 2	—
16. Шведский ключ	36
17. Плоскогубцы	—
18. Круглогубцы	—
19. Кусачки	—
20. Отвертки	—
21. Ножницы кровельные	—
22. Лерки	20×25
23. Лерки	20×1,5
24. Лерки	16×1,5
25. Лерки	М-12
26. Лерки	М-14
27. Лерки	М-4
28. Лерки	М-5
29. Лерки	М-10
30. Лерки	М-8
31. Лерки	М-6
32. Лерки	М-3
33. Метчики	М-14
34. Метчики	М-12
35. Метчики	М-6
36. Метчики	М-5
37. Метчики	М-4
38. Пилы	300 мм
39. Пилы	250 »
40. Пилы	300 »
41. Пилы	180 »
42. Плоские драчевые пилы	300 »
43. Плоские драчевые пилы	360 »
44. Плоские драчевые пилы	150 »
45. Квадратные драчевые пилы	300 »
46. Квадратные драчевые пилы	250 »
47. Круглые личные пилы	300 »
48. Круглые личные пилы	150 »
49. Круглые личные пилы	150 »
50. Пилы трехгранные	200 »
51. Пилы полукруглые	150 »
52. Сверла разные	от 15 до 18 мм
53. Сверла вставные	6 мм
54. Молотки слесарные	—
55. Станок токарно-винторезный	—
56. Станок сверлильный	—
57. Развертки	от 7 до 25 мм
58. Резцы разные	—
59. Ножовочные полотна	—
60. Ножовочные полотна	—
61. Электропаяльники	—

НЕКОТОРЫЕ МАРКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОВ

I. ОБМОТОЧНЫЕ МЕДНЫЕ ПРОВОДА

ПБО¹ — провод медный, в хлопчатобумажной одинарной обмотке.

ПБД — провод медный, в хлопчатобумажной двойной обмотке.

ПЭ — провод медный, эмалированный.

ПЭБО — провод медный, эмалированный, в хлопчатобумажной одинарной обмотке.

ПШО — провод медный, в шелковой одинарной обмотке.

ПШД — провод медный, в шелковой двойной обмотке.

ПЭШО — провод медный, эмалированный, в шелковой одинарной обмотке.

МГШД — провод медный, эмалированный, в шелковой одинарной обмотке.

II. ПРОВОДА И ШНУРЫ СЛАБОГО ТОКА

Кабель Бодо — телеграфный кабель, в хлопчатобумажной оплетке, семижильный.

Морские телефонные шнуры — проводники гибкие, изоляция двойная, резиновая.

ШТО — шнур телефонный, в оплетке, четырехжильный.

ПК — провод коммутаторный, двухжильный.

ШТО-3 — шнур телефонный, в оплетке, трехжильный.

III. ПРОВОДА ВЫСОКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

ПЭШОМ — провод эмалированный, изоляция шелковая, одинарная, жила манганиновая.

ПЭШОК — провод эмалированный, изоляция шелковая, одинарная, жила константановая.

Учащимся следует также показать образцы проводов из нихрома (сплав из 80% никеля и 20% хрома), фехрала (сплав алюминия и железа) и т. д.

IV. ПРОВОДА ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ И СИЛОВЫЕ

Пр-500 — провод медный, с резиновой изоляцией, в хлопчатобумажной пропитанной оплетке, для напряжения в 500 вольт.

ПРТО-500 — провод медный, в резиновой изоляции, на 500 вольт, одножильный и многожильный, с общей хлопчатобумажной оплеткой.

АПР-500 — алюминиевый провод, с резиновой изоляцией, на 500 вольт.

Пр-220 — провод медный, с резиновой изоляцией, в хлопчатобумажной пропитанной оплетке, на 220 вольт.

ПРД — провод медный, с резиновой изоляцией, в хлопчатобумажной оплетке, двухжильный, шнуроподобный, гибкий (осветительный шнур).

ПРГ — провод медный, с резиновой изоляцией, в хлопчатобумажной оплетке, гибкий.

ПВ — провод медный, одножильный, в винилитовой (пластмассовой) изоляции.

ПР — шнур осветительный, в резиновой изоляции и оплетке.

¹ Марка обмоточных медных проводов составляется из начальных букв следующих слов: П — провод медный; О — одинарная оплетка (обмотка), Б — бумажная (точнее, хлопчатобумажная) и т. п.

КОЭФФИЦИЕНТЫ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ НЕКОТОРЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. Алюминий	0,000024
2. Вольфрам	0,000004
3. Дерево (вдоль волокна)	0,000006
4. Железо	0,000012
5. Инвар (сплав железа, никеля и др.)	0,0000015
6. Латунь	0,000018
7. Медь	0,000017
8. Олово	0,000027
9. Свинец	0,000029
10. Цинк	0,000029
11. Стекло (примерно)	0,000009
12. Фарфор	0,000003
13. Кварц кристаллический	0,000010
14. Кварц плавленый	0,000004

ДАННЫЕ НЕКОТОРЫХ ПРОВОДОВ

Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм ²	Сопротивление 1 м провода (в омах)				Допустимый ток в амперах (при плотности тока в 2 а/мм ²)
		медь	никелин и манганин	константан	нихром	
0,05	0,002	8,90	212,00	245,00	510,00	0,0039
0,08	0,005	3,50	82,50	95,40	199,00	0,010
0,10	0,0079	2,20	53,00	61,10	127,00	0,016
0,12	0,011	1,60	37,60	42,60	88,50	0,022
0,15	0,018	1,00	23,50	27,20	56,50	0,035
0,20	0,031	0,55	13,20	15,30	31,90	0,063
0,25	0,049	0,36	8,45	9,78	20,40	0,098
0,30	0,070	0,25	5,36	6,80	14,20	0,14
0,40	0,126	0,14	3,30	3,80	7,94	0,25
0,50	0,195	0,09	2,12	2,45	5,10	0,39
0,60	0,283	0,06	1,45	1,69	3,54	0,57
0,70	0,385	0,045	1,08	1,25	2,60	0,77
0,80	0,50	0,035	0,825	0,954	1,99	1,00
1,00	0,79	0,023	0,530	0,611	1,27	1,57

СПИСОК

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, КОТОРУЮ МОЖНО ПРЕДЛОЖИТЬ ЧЛЕНАМ КРУЖКА ДЛЯ ЧТЕНИЯ

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ

- Андреев Н. Н., Тепло и холод, М.-Л., Гостехиздат, 1948.
Бажанов С. А., Электрический глаз, М., Связьиздат, 1949.
Бабат Г. И., Электричество работает, М.-Л., Госэнергоиздат, 1950.
Бойс Ч., Мыльные пузыри, Детиздат, 1937.
Беляков А. П., Электричество вокруг нас, М.-Л., Детгиз, 1951.
Вавилов С. И., Холодный свет, Издательство АН СССР, 1942.
Вавилов С. И., О «теплом» и «холодном» свете, Издательство АН СССР, 1949.
Гаврилов В., Световые явления в атмосфере, Госкультпросветиздат, 1952.
Гальцов А. П., Предсказание погоды, Воениздат, 1950.
Гладков К. А., Дальновидение, Техиздат, 1951.
Гнедков Н. В., Воздух и его применение под ред. проф. Г. А. Матвеева М.-Л., Гостехиздат, 1951.
Дзержевский Б. А., Воздушный океан, Воениздат, 1952.
Дорфман Я. Г., Беседы о магнетизме, М.-Л., Издательство АН СССР, 1950.
Добрынин И. Ф., Электроприборы в быту, Техиздат, 1950.
Егоров К. В., Автоматика и телемеханика, Техиздат, 1950.
Зеликович Э. С., Свет и цвет, Госкультпросветиздат, 1950.
Иоффе А. Ф., Электрический заряд, Детгиз, 1945.
Ильяшенко С. М., Быстрее звука, Гостехиздат, 1947.
Кармишин А. В., Ветер и его использование, Гостехиздат, 1951.
Китайгородский А. И., Кристаллы, Гостехиздат, 1950.
Китайгородский А. И., Строение вещества, Воениздат, 1949.
Клементьев С. Д., Зоркий помощник, Гостехиздат, 1950.
Колобков Н. В., Погода и ее предвидение, Гостехиздат, 1949.
Кудрявцев Б. Б., Неслышимые звуки (ультразвуки), Гостехиздат, 1950.
Кушнин Ю. М., Окно в невидимое, Молотовгиз, 1949.
Лисовский Л. П. и Саломонович А. Е., Трение в природе и технике, Гостехиздат, 1948.
Кудрявцев Б. Б., Движение молекул, Гостехиздат, 1948.
Калитин Н. Н., Тепло и свет солнечных лучей, Гидрометеорологическое издательство, 1948.
Колобков Н. В., Грозы и бури, Гостехиздат, 1951.
Кушнин Ю. М., Невидимые лучи, Воениздат, 1952.
Ляпунов Б. В., Рассказы об атмосфере, М.-Л., Детгиз, 1951.
Ляпунов Б. В., От ракеты до реактивного двигателя, Культпросветиздат, 1948.
Майзель С. О., Новые источники света, Воениздат, 1948.
Майзель С. О., Свет и зрение, Издательство «Правда», 1948.
Мазурук И., О нашей авиации, Детгиз, 1953.
Марков М., Покорение стихии, Госкультпросветиздат, 1948.
Мезенцев В. А., Электрический глаз, Воениздат, 1948.
Мезенцев В. А., Рассказ о строении вещества, Воениздат, 1950.

- Мезенцев В. А., Из чего построен мир, Госкультпросветиздат, 1948.
 Мезенцев В. А., Ветер, Госкультпросветиздат, 1947.
 Мезенцев В. А., Лучами света, Издательство «Московский рабочий», 1949.
 Охотников В. Д., Магниты, Гостехиздат, 1949.
 Охотников В. Д., В мире застывших звуков, Гостехиздат, 1947.
 Перельман Я. И., Занимательная механика, Гостехиздат, 1949.
 Петухов Б. В., Солнечная энергия и возможности ее использования, Издательство «Знание», 1952.
 Применко А. Е., Реактивные двигатели, их развитие и применение, Оборонгиз, 1947.
 Перельман Я. И., Ракетой на луну, Детгиз, 1935.
 Перельман Я. И., Знаете ли Вы физику? ОНТИ, Ленинград, 1935.
 Перельман Я. И., Занимательная физика (книга 1 и 2), Гостехиздат, 1947.
 Перельман Я. И., Физика на каждом шагу, изд. 3-е, М., Детгиз, 1936.
 Рабинович М., Ходжаев Т., План ГОЭЛРО и его осуществление, Госполитиздат, 1952.
 Рейнберг С. А., Рентгеновы лучи, Воениздат, 1948.
 Стекольников И., Молния и гром, М.-Л., Детгиз, 1950.
 Стекольников И. С., Физика молнии и грозозащита. Издательство АН СССР, 1943.
 Суслов Б. Н., Звук и слух, Техиздат, 1949.
 Современные проблемы науки и техники, «Молодая гвардия», 1949.
 Суслов Х. Я., Азбука Морзе, М.-Л., Детгиз, 1948.
 100 лет государственной службы мер и весов в СССР, Гостехиздат, 1945.
 Сидоров М. А., От лучины до электричества, Гостехиздат, 1953.
 Штейн В. Г., Самая точная мера, Новосибирск, 1948.
 Шаховская Н., и др., Майкл Фарадей, М.-Л., Детгиз, 1947.
 Суворов С. Г., О чем говорит луч света, Гостехиздат, 1949.
 Сухоруких В. С., Вооруженный глаз (оптические приборы), Воениздат, 1950.
 Туманов К. А. и Шарвин Ю. В., Сверхпроводимость, Гостехиздат, 1950.
 Штернфельд А., Полет в мировое пространство, Гостехиздат, 1949.

2. ИСТОРИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

- Антришин, Рассказы о русской технике, «Молодая гвардия», 1950.
 Арлазаров М. С., Константин Эдуардович Циолковский, его жизнь и деятельность, М., Гостехтеориздат, 1952.
 Артоболевский И. И., Русский изобретатель и конструктор Кулибин И. П., Воениздат, 1946.
 Барман А. Г., Тагильские мастера (о Черепановых), Л., «Молодая гвардия», 1949.
 Головкин Г. И., Александр Степанович Попов, очерк жизни и творчества, Л., «Молодая гвардия», 1945.
 Грехов Б. П., Михаил Васильевич Ломоносов, Свердловск, 1940.
 Данилевский В. В., Русская техника, Ленинградское газетно-журнальное издательство, 1948.
 Данилевский В. В., Творец паровой машины И. И. Ползунов, «Молодая гвардия», 1947.
 Залуцкий Г. Б., Изобретатель авиационного парашюта Г. Е. Котельников, Воениздат, 1949.
 Копцов Н. А., Яблочков П. Н. — слава и гордость русской электротехники, Научно-популярная библиотека солдата и матроса, 1947.
 Кудрявцев Б. Б., Василий Владимирович Петров, его жизнь и деятельность, М., Гостехиздат, 1952.
 Кудрявцев Б. Б., Михаил Васильевич Ломоносов, его жизнь и деятельность, изд. 2-е, М.-Л., Гостехиздат, 1952.

- Кузнецов В. Г., Великий русский ученый Ломоносов, Военгиз, 1949.
 Космодемьянский А. А., Знаменитый деятель науки К. Э. Циолковский, Научно-популярная библиотека солдата и матроса, 1949.
 Крылов В., Александр Федорович Можайский, «Молодая гвардия», 1951.
 Лучинов С., Великий кораблестроитель, М., Военмориздат, 1952.
 Меншуткин Б. Н., Жизнеописание Михаила Васильевича Ломоносова, Издательство АН СССР, 1947.
 Муратов М., Ломоносов, Детгиз, 1945.
 Рахманов Л., Яблочков П. Н., сб. «В помощь школьнику», Детгиз, 1950.
 Рассказы о науке и ее творцах, составители: А. А. Яковлев и Л. В. Жигарев. Трудрезервиздат, 1949.
 Рассказы о русском первенстве (под редакцией Орлова В.), «Молодая гвардия», 1950.
 Штрайх С. Я., Алексей Николаевич Крылов, Гостехиздат, 1950.
 Яновская Ж., Кулибин, М.-Л., Детгиз, 1950.

3. САМОДЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- Абрамов А. и Хлебников П., Учись паять. Детгиз, 1948.
 Абрамов А. и Хлебников П., Самodelьные электрические и паровые двигатели, М.-Л., Детгиз, 1946.
 Абрамов А. и Фролов И., Самodelьная паровая турбина, М.-Л., Детгиз, 1936.
 Абрамов А., Десять моделей, Детгиз, 1949.
 Алексеев С. М., Радио в школе, Учпедгиз, 1953.
 Будников Ф., Телескоп и микроскоп, Детгиз, 1936.
 Борисов В. Г., Юный радиолучитель, М.-Л., Госэнергоиздат, 1951.
 Булатов Н. П., Внеклассные занятия по электротехнике, Учпедгиз, 1951.
 Бунимович Д., Книга юного фотолюбителя, М.-Л., Детгиз, 1951.
 Гинзбург З. Б. и Тарасов Ф. И., Практические работы радиолучителя, Энергоиздат, 1949.
 Герасимов С. М., Как читать радиосхемы, Госэнергоиздат, 1948.
 Донат Б., Физика в играх, Детгиз, 1937.
 Игнатьев С. П., Хотим летать, М., ДОСАРМ, 1950.
 Киселев В., Самodelьные инструменты, М.-Л., Детгиз, 1947.
 Клементьев С., Самodelьные фотореле, Детгиз, 1948.
 Клементьев С., Школьная ветро-электростанция, М.-Л., Детгиз, 1948.
 Клементьев С., Самodelьные гальванические элементы и аккумуляторы, М.-Л., Детгиз, 1949.
 Клементьев С., Миниатюрный электродвигатель, изд. ДОСАРМ, 1951.
 Костенко И. К. и Микиртумов Э. Б., Летящие модели, М.-Л., Детгиз, 1951.
 Лучинов С., Юный кораблестроитель, Л., «Молодая гвардия», 1950.
 Максимихин, Как сделать плавающую модель парохода, М.-Л., Детгиз, 1951.
 Максимихин, Как сделать модель парусной яхты, М.-Л., Детгиз, 1950.
 Мамаев Г., После уроков. Опыты, самodelьки, задачи по астрономии, физике и математике, Л., «Молодая гвардия», 1950.
 Нефедов А., Школьный радиоузел, М., Детгиз, 1950.
 Петров А. В., Парусная гребная байдарка, М.-Л., Детгиз, 1950.
 Рыкунин Б. В., Юный электротехник, Иваново, 1953.
 Сметанин Б., Юный радиоинструктор, «Молодая гвардия», 1953.
 Солодков Г., Мастер на все руки, Юный столяр, «Молодая гвардия», 1941.
 Стрелков П., Электротехника в пионерском лагере, Детгиз, 1950.
 Стрелков П., Самodelьные телефонные аппараты, М., Детгиз, 1951.
 Токарев Ф. И., Практика радиомонтажа, Энергоиздат, 1949.
 Толмачева Е., Как сделать игры и украшения из бумаги, М.-Л., Детгиз, 1951.

СОДЕРЖАНИЕ

- I. Организация школьной мастерской
 - II. Содержание работы мастерской-лаборатории
 - III. Самодельные физические приборы и практические работы по физике.
-

*Издательство просит читателей
и библиотекарей присылать отзывы
и замечания об этой книге
по адресу:
г. Свердловск, ул. имени Ленина, 49
Свердловское Книжное Издательство*

Карпинский Георгий Константинович
Кружок юных физиков

Редактор *Н. Каткова*

Художественный редактор

Н. Крижановская

Технический редактор *Л. Носова*

Корректор *Н. Лузина*

*

Подписано к печати 24/V 1955 г.
Уч.-изд. л. 7,68. Бумага 60×92/₁₆—4,25
бумажного—8,5 печатного листа.
НС37457 Тираж 3000. Заказ 18.
Цена 3 р. 10 к.

*

5-я типография треста Росполиграфпром,
Свердловск, ул. имени Ленина, 49.

3 р. 10 к.