

ЮНЫЙ ЭЛЕКТРИК

руководство

по выполнению 30 опытов
по сборке 34 электротехнических
и 32 механических
моделей

ЛЕННИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СОЮЗНЫЙ ТЕЛЕФОННЫЙ ЗАВОД

1956

ЮНЫЙ ЭЛЕКТРИК

РУКОВОДСТВО

по выполнению 30 опытов,

по сборке

34 электротехнических

и 32 механических

моделей

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ТЕЛЕФОННЫЙ ЗАВОД

1954

I. ВВЕДЕНИЕ

Конструктор «Юный электрик» является пособием для внеклассной и внешкольной работы учащихся, изучающих физику.

Конструктор «Юный электрик» закрепляет и расширяет знания учащихся по физике, иллюстрирует многочисленные практические применения физики, прививает учащимся полезные практические навыки и расширяет их технический кругозор.

В наборе предложены такие модели, принцип работы которых входит в основу всевозможных электрических машин, аппаратов, приборов и т. п.

Конструктор «Юный электрик» дает возможность по прилагаемому руководству собрать 34 модели, в основе действия которых лежат магнитные и электромагнитные явления.

Как приложения к некоторым действующим моделям, даны цветные вырезки (приложение 1).

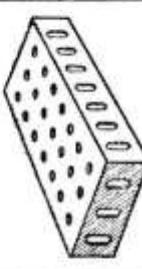
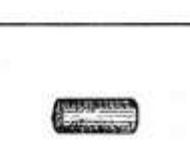
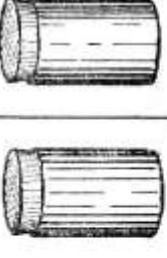
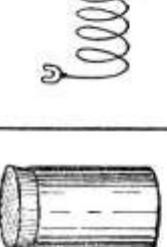
Для углубления и закрепления знаний по теме «Магнитные и электромагнитные явления» в первой части прилагаемого руководства предложено провести 30 опытов. К каждому опыту даны необходимые пояснения.

Дети более младшего возраста могут использовать набор для сборки механических конструкций и моделей, изображенных в приложении 2, которые могут быть осуществлены без дополнительных пояснений.

Используя детали набора, дети могут создавать свои электрические модели и механические конструкции.

Материальная часть набора позволяет усложнять электрические схемы моделей, предлагаемых руководством.

ДЕТАЛИ НАБОРА КОНСТРУКТОРА „ЮНЫЙ ЭЛЕКТРИК“

 1. ТРАНСФОРМАТОР	 2. КАТУШКА ЭЛЕКТРОМАГНИТА	 3. ЛАМПОВЫЙ ПАТРОН	 4. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЛАМПОЧКА	 5. ОСНОВАНИЕ	 6. ЗВОНКОВАЯ ЧАШКА	 7. СЕРДЧЕЧНИК	 8. ПОЛЮСНЫЕ КОЛЕСА
 9. МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ШАРИК	 10. ПЛАСТИЧЕСКИЙ НАКОНЕЧНИК	 11. РОЛЛИК	 12. ЗУБЧАТКА	 13. ОСЬ	 14. УГОЛЬНИК	 15. ЖЕЛЕЗНАЯ ПЛАСТИНКА С 12 ОТВЕРСТИЯМИ	 16. ЖЕЛЕЗНАЯ ПЛАСТИНКА С 5 ОТВЕРСТИЯМИ
 17. ЖЕЛЕЗНАЯ ПЛАСТИНКА С 4 ОТВЕРСТИЯМИ	 18. ЖЕЛЕЗНАЯ ПЛАСТИНКА С 4 ОТВЕРСТИЯМИ С 1 ПРОДОЛОВАТЫМ ВЕРСТИЯМИ	 19. ЖЕЛЕЗНАЯ ПЛАСТИНКА С 4 КРУГЛЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ И 1 ПРОДОЛОВАТЫМ ВЕРСТИЯМИ	 20. ЖЕЛЕЗНАЯ ПЛАСТИНКА С 3 ОТВЕРСТИЯМИ И 1 ПРОДОЛОВАТЫМ ВЕРСТИЯМИ	 21. ЛАТИЧНАЯ ПЛАСТИНКА С 2 КРУГЛЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ И 1 ПРОДОЛОВАТЫМ ВЕРСТИЯМИ	 22. ЛАТИЧНАЯ ПЛАСТИНКА - УГОЛЬНИК	 23. ИЗОЛЯЦИОННАЯ ПЛАСТИНКА С 5 ОТВЕРСТИЯМИ	 24. ИЗОЛЯЦИОННАЯ ШАЙБА
 25. КОРОБОЧКА С ЖЕЛЕЗНЫМИ СВИНТАМИ, ГАНКАМИ И ОПЛІКАМИ	 26. КОРОБОЧКА С ВИНТАМИ, ГАНКАМИ И ШАЙБАМИ	 27. ГИБКИЙ ПРОВОД	 28. ОТВЕРТКА - КЛЮЧ	 29. ГАечный КЛЮЧ			

II. ПЕРЕЧЕНЬ ДЕТАЛЕЙ НАБОРА КОНСТРУКТОРА «ЮНЫЙ ЭЛЕКТРИК»

1. Трансформатор (1 шт.)

Трансформатор включается в сеть переменного тока напряжением 127 или 220 вольт, в соответствии с гравировкой на верхней плате трансформатора.

Трансформатор понижает напряжение сети до безопасного:

на зажимы 1 и 3 выведено напряжение 8 вольт,
» » 1 и 2 » » 3,5 »
» » 2 и 3 » » 4,5 »

Пониженное напряжение дает возможность приводить в действие модели конструктора, работающие на переменном токе.

2. Катушка электромагнита (2 шт.)

Катушка состоит из пластмассового каркаса, на который намотана медная, изолированная лаком, проволока. К концам обмотки припаяны гибкие проводники.

Катушка необходима для выполнения электрических моделей и опытов, рекомендуемых руководством.

3. Ламповый патрон (1 шт.)

Ламповый патрон служит для включения электрической лампочки.

4. Электрическая лампочка (2 шт.)

Лампочки включаются в различные электрические цепи.

5. Основание (2 шт.)

На основании собираются все модели, рекомендуемые описанием.

6. Звонковая чашка (1 шт.)

Звонковая чашка применяется при сборке электрического звонка.

7. Сердечник (2 шт.)

Сердечник вводится в катушку для усиления действия электромагнита.

8. Полюсные колеса (2 шт.)

Полюсные колеса при сборке электрических моделей служат роторами примитивных электродвигателей. Кроме того, эти колеса используются как подставки.

9. Металлический шарик (1 шт.)

Шарик необходим для сборки моделей.

10. Пластмассовый наконечник (1 шт.)

Наконечник служит ручкой ключей, прерывателей и т. п.

11. Ролик (1 шт.)

Ролик служит в качестве шкива и блока.

12. Зубчатка (2 шт.)

Зубчатка применяется при сборке электрических моделей, где необходимо наличие прерывающегося контакта.

13. Ось (2 шт.)

Ось необходима для закрепления вращающихся частей электрических моделей.

14. Угольники (6 шт.)

На угольниках крепятся отдельные узлы различных моделей.

15. Железные пластинки с 12 отверстиями (2 шт.)

Эти пластиинки применяются при сборке модели качающегося кресла.

16. Полукруглые железные пластинки с 5 отверстиями (2 шт.)

Полукруглые пластиинки служат ножками качающегося кресла.

17. Железные пластинки с 5 отверстиями (4 шт.)

18. Железные пластинки с 4 отверстиями (4 шт.)

19. Железные пластинки с 4 круглыми и 1 продолговатым отверстием (2 шт.)

20. Железные пластинки с 3 отверстиями (4 шт.)

П р и м е ч а н и е: Железные пластиинки 15, 16, 17, 18, 19, 20, применяются при сборке моделей, изготовлены из мягкого железа и их можно изгибать по нужному радиусу.

21. Латунные пластиинки с 2 круглыми и 1 продолговатым отверстием (4 шт.)

22. Латунные пластиинки-угольники (2 шт.)

П р и м е ч а н и е: Латунные пластиинки 21 и 22 в моделях дают пружинящий контакт.

23. Изоляционные пластиинки с 5 отверстиями (4 шт.)

Изоляционные пластиинки обеспечивают в электрических моделях надежную изоляцию.

24. Изоляционные шайбы (2 шт.)

На изоляционной шайбе крепится катушка электромагнита.

25. Коробочка с железными опилками (1 шт.)

Железные опилки необходимы для проведения опытов и для моделей.

26. Коробочка с запасными винтами, гайками и шайбами (1 шт.)

Винтами, гайками и шайбами крепятся узлы всех моделей. В наборе имеется: винтов 28 шт., гаек 32 шт., шайб 24 шт.

27. Гибкие провода (1,5 метра)

Гибким проводом монтируются электрические цепи моделей.

28. Отвертка-ключ (1 шт.)

29. Ключ (1 шт.)

III. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

1. Для того чтобы можно было произвести опыты и собрать модели, рекомендуемые нами, необходимо подготовить концы проволоки катушки 2¹.

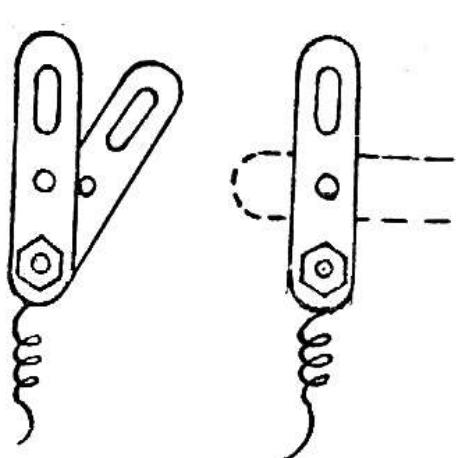


Рис. 1

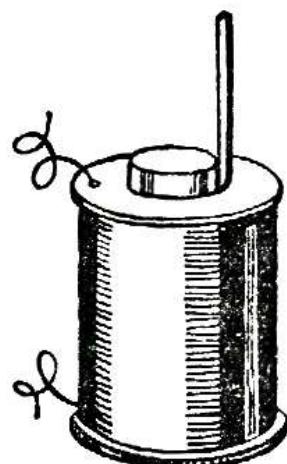


Рис. 2

Оба конца проволоки нужно тщательно зачистить и к каждому концу жестко прикрепить пластиинки 21, как показано на рис. 1,

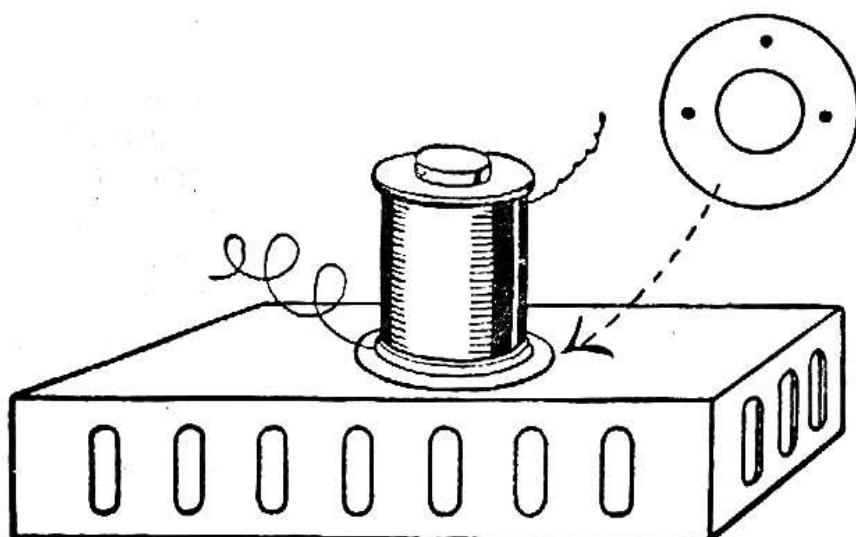


Рис. 3

обратив внимание на достаточно надежный контакт. Зачищать провода рекомендуется наждачной бумагой или ножом.

¹ Номера, указанные после названия деталей, соответствуют тем порядковым номерам, под которыми эти детали перечислены в разделе II — Перечень деталей набора конструктора «Юный электрик».

При проведении опытов между пластиинами 21 следует зажимать выводы батарейки карманного фонаря¹.

2. Железный сердечник 7 конструктора нужно ввести в катушку 2.

Если сердечник входит в катушку свободно, то его необходимо заклинить заостренной спичкой (рис. 2). Выступающий конец спички отломить.

3. При различных опытах и сборке моделей катушку с железным сердечником необходимо устанавливать на основание 5 с прокладкой из картона (рис. 3), чтобы не повредить изоляцию на выводных концах катушки.

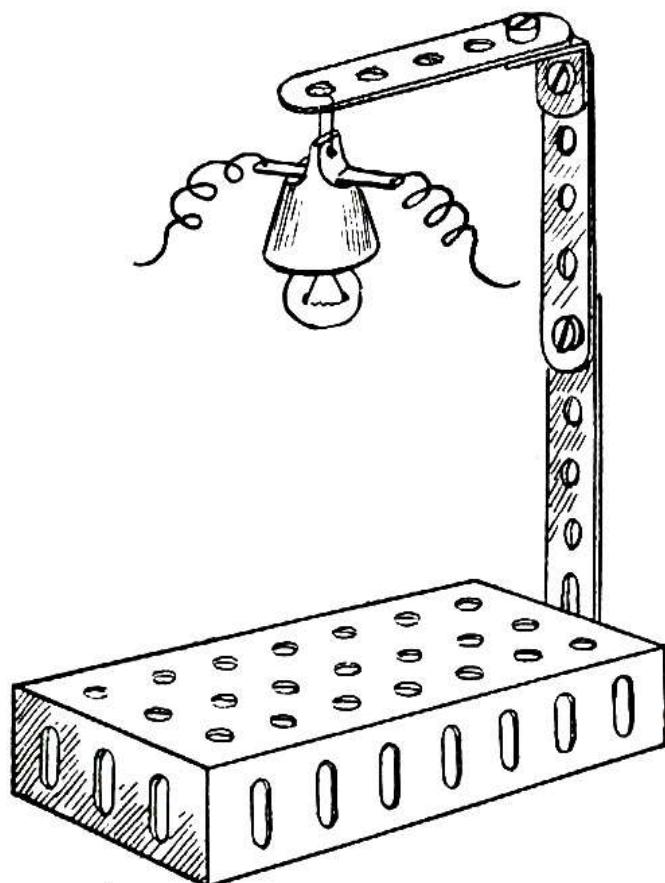


Рис. 4

Если изоляция проволоки сотрется об основание, то появится опасность нежелательного замыкания на корпус. В этом случае ток «обходит» нужные нам участки цепи, оказывающие ему относительно большое сопротивление, и преимущественно идет по проводникам меньшего сопротивления. В рассматриваемом нами случае ток преимущественно пойдет через основание, а не через обмотку катушки. Если по катушке пойдет очень небольшой силы ток, то некоторые опыты не могут быть выполнены, а собранная модель не будет действовать.

Если установить катушку с сердечником, как показано

на рис. 3, то выводной конец проволоки, выступающий из нижнего фланца катушки, будет находиться между фланцем и картонной шайбой. Конец проволоки не будет касаться железного основания и опасность замыкания на корпус устраниется.

4. При проведении опытов с электрической лампочкой патрон следует подвешивать на стойке, показанной на рис. 4.

5. Для проведения опытов и приведения в действие моделей достаточно иметь одну или две батареи карманного фонаря или любой другой источник постоянного тока, который может дать 4—8 вольт. Катушку рекомендуется включать на 4,5 вольт.

Большинство моделей приводится в действие при помощи трансформатора, который входит в комплект набора «Юный электрик».

¹ Батарейки карманного фонаря в комплект конструктора «Юный электрик» не входят, в связи с ограниченным сроком их хранения.

IV. ОПЫТЫ ПО ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ

Магниты постоянные и электромагниты.

Опыт 1 В соответствии с рис. 5 положим подготовленную катушку на стол. К выступающим концам железного сердечника приблизим различные железные детали нашего набора — металлический шар, винты, гайки, железные опилки и т. п.

Железные предметы к сердечнику катушки не притягиваются.

Если концы проволоки катушки присоединить к батарейке, то через катушку будет протекать ток.

Теперь мы увидим, что находящиеся на небольшом расстоянии железные опилки притягиваются к концам железного сердечника и прилипают к ним (рис. 6).

Тела, обладающие способностью притягивать железные предметы и удерживать их, называют *магнитами*. Дальше (см. опыт 4) мы увидим, что наиболее сильные магнитные действия оказывают места магнита, расположенные у его концов. Эти места магнита называются *полями магнита*.

Каждый магнит имеет два полюса.



Рис. 5

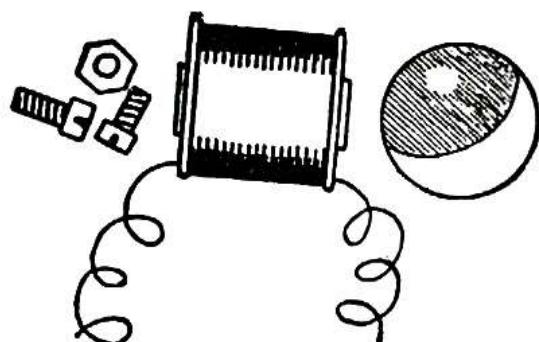


Рис. 6

На опыте мы убедились, что сердечник намагнился под действием электрического тока, протекающего по обмотке катушки.

Катушка с обмоткой, внутрь которой вложен железный сердечник, называется *электромагнитом*.

Для прерывания цепи тока в катушке отключим один из проводов, идущих к батарейке. После этого более крупные железные детали отпадают сами от полюсов железного сердечника. С прекращением прохождения тока по обмотке катушки сердечник потерял свой магнетизм, но не полностью. Железные опилки остаются еще

притянутыми к полюсам. Магнетизм, сохраняющийся в сердечнике после прекращения тока в обмотке катушки, называют *остаточным магнетизмом*.

Опыт 2 Закрепим на кронштейне (рис. 7) катушку с сердечником. Соединим катушку с батарейкой. Затем, как показано на рис. 8, подвесим к каждому полюсу какой-либо предмет, изготовленный из стали, например: к одному — иголку для шитья, к другому — писчее перо.

Если прервать ток (выключить батарею) и попытаться оттащить оба стальные предмета от полюсов, то убедимся, что они держатся на сердечнике почти так же крепко, как и с включенной батареей.

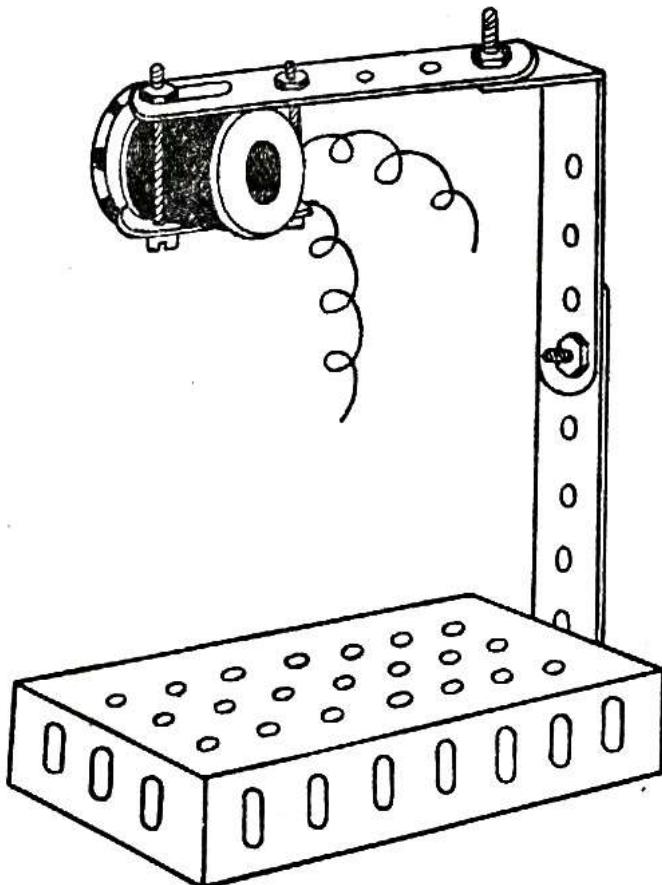


Рис. 7

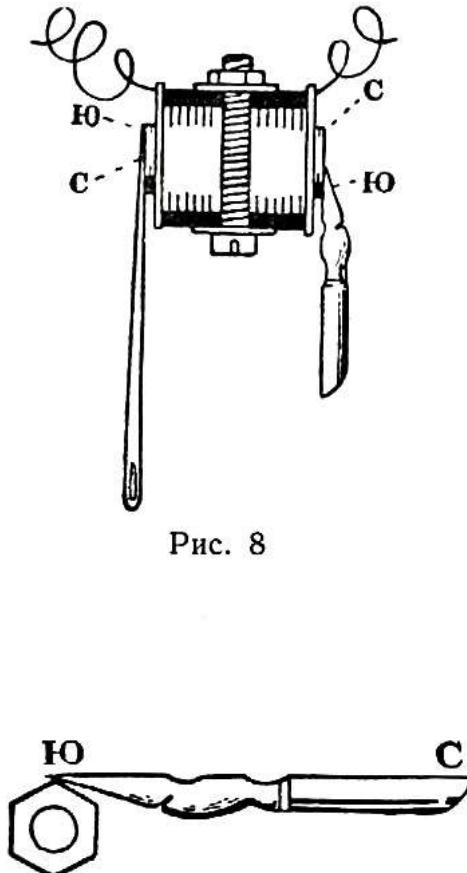


Рис. 8

Рис. 9

Отделим писчее перо от железного сердечника и коснемся пером одной из гаек нашего набора (рис. 9). Гайка будет удерживаться на пере настолькоочно, что будет висеть на нем. Стальное писчее перо, изготовленное из твердого железа, при соприкосновении с полюсом электромагнита, само намагнилось.

В основном различают два сорта железа: мягкое и твердое; твердое железо называют сталью. Между этими двумя сортами существует еще бесчисленное число промежуточных сортов железа.

Из мягкого железа состоят все железные детали набора конструктора.

Писчие перья, иголки, сверла, отвертки и т. п. изготовлены из стали.

Стальные предметы от соприкосновения с магнитом намагничаются и, сохраняя свой магнетизм, становятся сами магнитами.

Такие магниты называют *постоянными магнитами*.

Существуют два вида магнитов: электромагниты и постоянные магниты.

Электромагниты состоят из сердечника, изготовленного из мягкого железа, с надетой на него катушкой.

Когда через катушку протекает ток, сердечник намагничивается, но как только ток перестанет идти по обмотке катушки, сердечник перестает быть магнитом, сохраняя только слабый остаточный магнетизм.

Постоянные магниты состоят из твердой стали и, если они раз намагничились, сохраняют свой магнетизм.

Электромагниты играют в технике более значительную роль, чем постоянные магниты, во-первых, потому, что они способны притягивать железо со значительно большей силой, а, во-вторых, потому, что посредством прерывания тока можно заставить магнетизм исчезнуть.

Действие наших моделей и основано на этой возможности заставлять магнетизм возникать и исчезать по нашему желанию.

Полюсы магнита. Магнитная стрелка. Компас.

Опыт 3 Соединим катушку с батарейкой и приложим острие штопальной иголки к правому полюсу, а затем ушко иголки — к левому полюсу железного сердечника (рис. 10).

Затем отнимем иглу и приложим к каждому концу ее по гайке из нашего набора.

Мы увидим, что гайки удерживаются. Игла сама превратилась в магнит; мы намагничили ее тем, что прикладывали острием к одному полюсу и ушком к другому полюсу электромагнита.

Если этой намагниченной иголкой проколоть два кружка из пробки и положить на воду, то иголка будет плавать (рис. 11).

Изменим несколько раз ее положение: она каждый раз будет устанавливаться в определенном направлении.

Иголка, предоставленная сама себе, одним концом показывает всегда на север, а другим — на юг.

Кончик намагниченной иголки, указывающий на юг, называют *южным полюсом* иголки, а кончик, указывающий на север, называют *северным полюсом* иголки.

Каждый магнит имеет два полюса — южный и северный.

Каждый магнит, который закреплен так, чтобы он мог легко

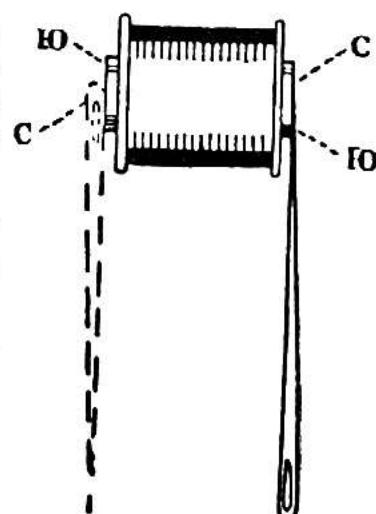


Рис. 10

поворачиваться, устанавливается сам, указывая одним своим полюсом на север, а другим — на юг.

На рис. 11 буквы «С» и «Ю», стоящие за краями тарелки, означают направление, в котором расположены полюсы нашего земного шара. И для этого устройства безразлично, какой формы и

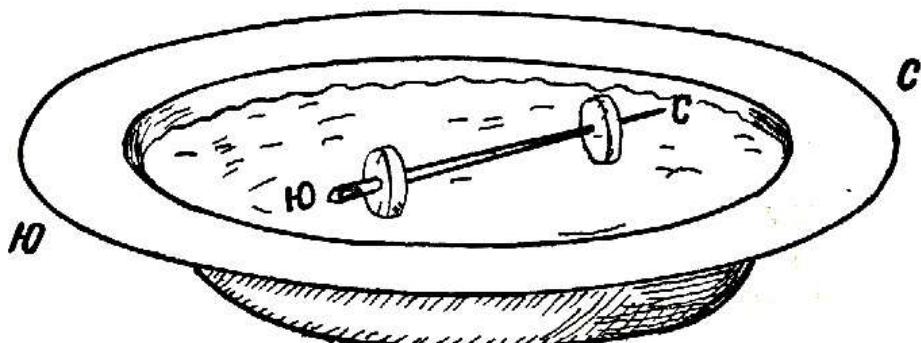


Рис. 11

величины магнит, а также какой это магнит — постоянный или электромагнит.

На практике такому магниту придают форму, показанную на рис. 12, и дают ему свободно поворачиваться на острие (рис. 13).

Такой магнит называют магнитной стрелкой.

Условились называть полюс магнита, обращенный на север, северным магнитным полюсом и обозначать его латинской буквой «N» или русской «С»; полюс же, обращенный на юг — южным и обозначать буквой «S» или «Ю».

Обычно стрелку помещают в коробочку со стеклянной крышкой и все это устройство называют *компасом*.

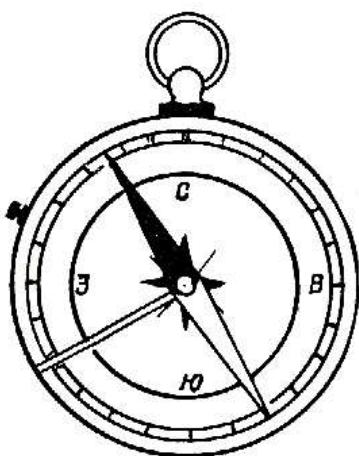


Рис. 12

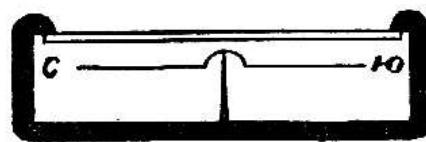


Рис. 13

Повернув коробку компаса так, чтобы северный полюс стрелки (синий цвет) совпал с точкой градусной шкалы, обозначенной буквой «С», по градусной шкале определяют страны света.

Если путешественник встанет лицом на север, то справа от него будет восток, сзади — юг, а слева — запад.

Пользуясь картой и компасом, можно ориентироваться на местности.

Сила притяжения полюсов магнита.

Опыт 4

Возьмем намагниченную иголку, как рекомендовалось в опыте 3, и погрузим в железные опилки.

Когда мы вытащим иголку из опилок, то увидим, что на каждом полюсе висят пучки из опилок.

На рис. 14 видно, что пучки гуще всего на полюсах и количество притянувшихся опилок уменьшается к середине иглы.



Рис. 14

На самой середине иглы опилок нет совсем. Следовательно, чем ближе к середине, тем слабее притяжение магнита.

Те места магнита, в которых обнаруживаются наиболее сильные магнитные действия, называются *полюсами*.

Рассматривая внимательно иголку с висящими на ней железными опилками, мы увидим, что к обоим полюсам притянулось одинаковое количество железных опилок. Значит, оба полюса имеют одинаковые магнитные свойства.

Подвесим к полюсам электромагнита, закрепленного в соответствии с рис. 7, столько винтов и гаек (рис. 15), сколько может удержать каждый полюс.

Мы увидим, что и в этом случае у обоих полюсов предел нагрузки достигается одновременно. Оба полюса могут удерживать одинаковый груз.

Произведенные опыты убеждают нас в следующем: и постоянный магнит и электромагнит обладают свойством притягивать к себе железо.

У каждого из этих магнитов магнитные свойства обоих полюсов одинаковы.

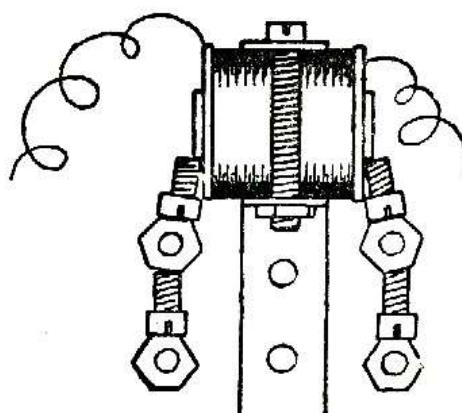


Рис. 15

Магнитная проводимость.

Опыт 5

Прикрепим винтом железный сердечник к одному из полюсных колес 8 и оденем на него катушку (рис. 16). Полюсное колесо мы используем как стойку этого электромагнита.

Соединим концы катушки с батареей. После этого положим на верхний полюс сердечника пластинку 17, которую сердечник сейчас же сильно притянет и будет держать. На конец пластины 17

положим вторую такую же пластиинку, которая будет удерживаться первой. Ко второй пластиинке приложим снизу несколько булавок, которые тоже притянутся и повиснут.

Следовательно, железные и стальные предметы, приведенные в соприкосновение с магнитом (а также и находящиеся в непосредственной близости к нему) сами становятся магнитами.

Если мы поднесем к полюсам нашего электромагнита латунную пластиинку 22, медные и серебряные монеты, золотое кольцо, кусок картона, стекло, дерево и т. д., мы увидим, что эти предметы не притягиваются к полюсам. Следовательно, только железо и сталь притягиваются магнитом и удерживаются им.

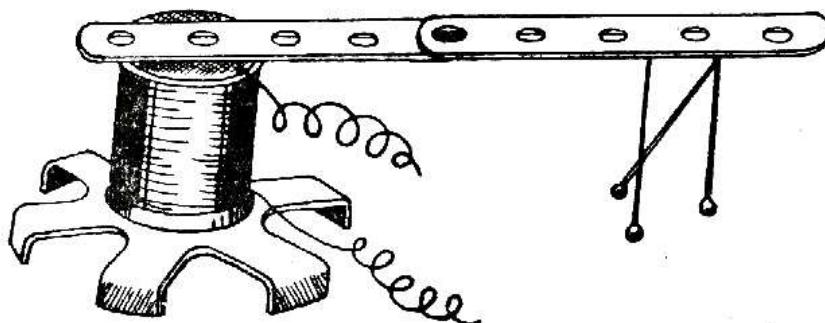


Рис. 16

Электромагнит безошибочно показывает, является ли данный предмет железным или содержит ли в нем железо. Можно убедиться, например, что эмалированные кастрюли притягиваются магнитом. Это происходит потому, что вся эмалированная посуда делается из железа, покрытого эмалью.

Способность магнитов притягивать железо и удерживать его используют для отсортировки железных кусков из мусора и всевозможных отходов.

Материалы, которые притягиваются магнитом, называются *магнитными*, а все остальные называются *немагнитными*.

Влияние воздушного зазора на силу притяжения магнита.

Опыт 6 Положим металлический шарик 9 на картонную крышку какой-либо коробки (рис. 17).

Подведем под крышку электромагнит, подключенный к батарее, и будем передвигать его.

Металлический шарик будет следовать за движением электромагнита.

Затем картон заменим тонкой деревянной дощечкой, стеклом, латунью и т. д. Каждый раз магнит будет действовать на железный шарик и через эти материалы.

Если между шариком и электромагнитом располагать тетради различной толщины, — начиная с тонкой, а затем все толще и толще, — то железный шарик будет все медленнее и медленнее

следовать за электромагнитом, который мы водим под тетрадями. Наступит момент, когда шарик вообще перестанет двигаться за электромагнитом.

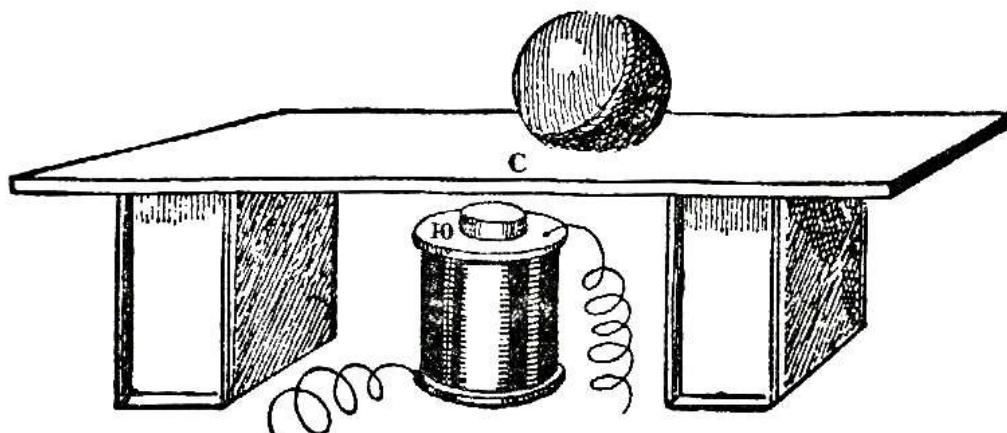


Рис. 17

С увеличением расстояния между полюсом электромагнита и шариком, сила притяжения магнита уменьшается.

Опыт 7 Катушку, закрепленную на основании (рис. 7), соединим с батарейкой. К правому полюсу электромагнита (рис. 18) приложим лист бумаги — (бумага показана черным). К бумаге приложим любую железную деталь нашего набора.

Несмотря на бумагу, металлическая деталь прилипает довольно крепко.

Повторим опыт с несколькими кусками бумаги,ложенными один на другой, с картоном разной толщины.

Мы увидим, что отрыв детали от магнитного полюса происходит тем легче, чем толще папка, лежащая между полюсом и деталью. Если эта прокладка будет сделана слишком толстой, то деталь не будет притягиваться к полюсу электромагнита. Следовательно, сила притяжения, а значит и подъемная сила магнита, уменьшается с возрастанием расстояния.

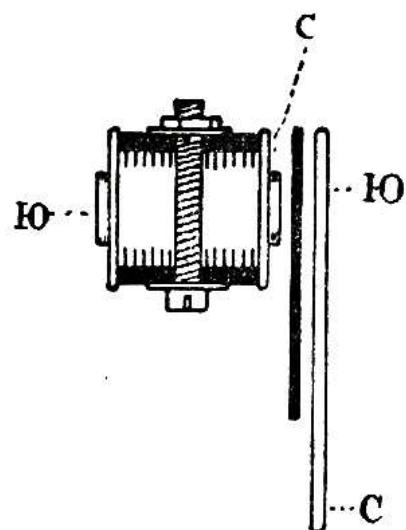


Рис. 18

Взаимодействие полюсов магнита.

Опыт 8 Намагнитим две стальные штопальные иголки, касаясь их ушками одного полюса, а остриями — другого полюса нашего электромагнита.

На одну иголку наденем кружки из пробки и положим иголку в тарелку с водой (рис. 11). Острие иголки покажет на север, следовательно, здесь ее северный полюс.

Ушко иголки показывает на юг — здесь ее южный полюс. (Если получается обратное, то надо переменить местами концы проводов, присоединенных к батарейке. Тогда ток в катушке будет протекать в обратном направлении и конец сердечника, имевший сначала южный полюс, теперь будет северным, и наоборот. После этого надо снова намагнитить иголки так, как сказано в начале описания этого опыта).

Наденем кружки из пробки на другую иголку, положим ее на воду и увидим, что и ее острие повернулось на север. Следовательно, у обеих иголок острия показывают север, а ушки — юг.

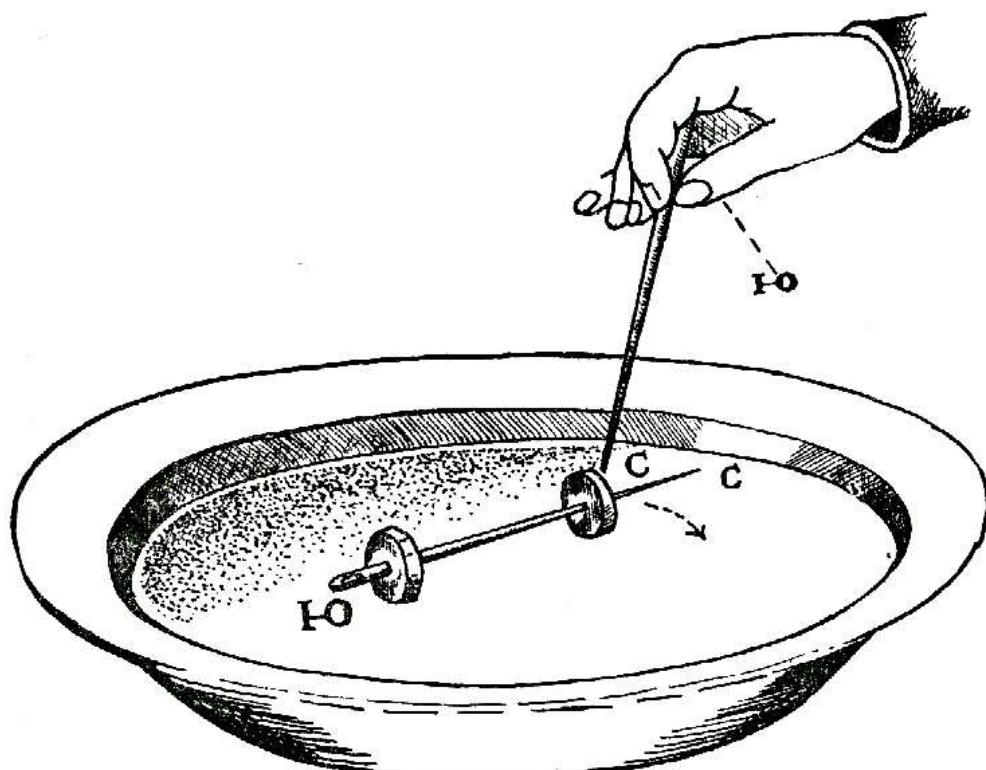


Рис. 19

Снимем с одной иглы кружки и, как показано на рис. 19, приблизим острие этой иголки к острию иголки, плавающей на воде. Мы увидим, что острие плавающей иглы отталкивается.

Приблизив ушко иглы, находящейся в нашей руке, к ушку иглы, плавающей на воде, мы снова будем наблюдать отталкивание.

Следовательно, два северных полюса (острия иголок) и два южных полюса (ушки иголок) взаимно отталкиваются.

Если приблизить ушко иглы (ю), находящейся в руке, к острию (с) плавающей иглы, то увидим, что плавающая игла притянутся к нашей.

Совершенно так же, если приблизить острие иглы (с), находящейся в руке, к ушку (ю) плавающей иглы, мы увидим, что иглы опять притянутся.

Следовательно, северный и южный полюсы притягивают друг друга.

Опыт 9

Положим две намагниченные иголки на поверхность куска стекла, как показано на рис. 20: ушко одной иголки против острия другой.

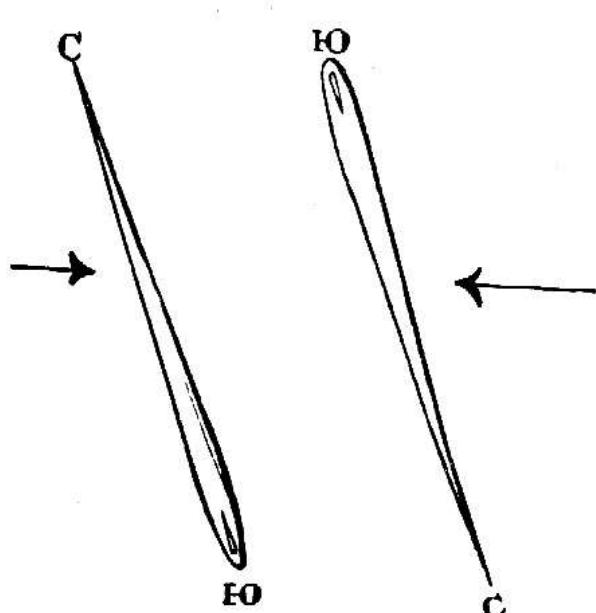


Рис. 20

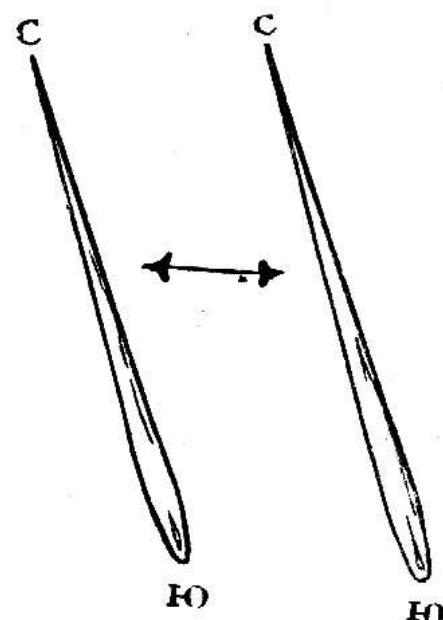


Рис. 21

Мы увидим, что иглы катятся одна к другой с довольно значительного расстояния.

Действие притяжения в этом опыте значительно сильнее, чем в опыте 8, потому что в этом случае притягивают друг друга не два полюса, а две пары полюсов.

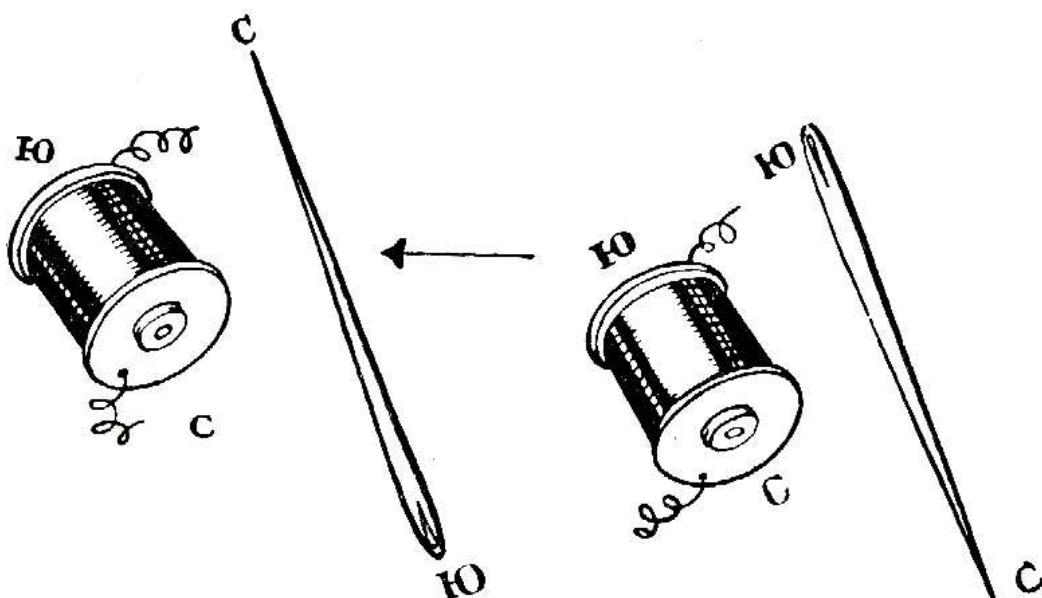


Рис. 22

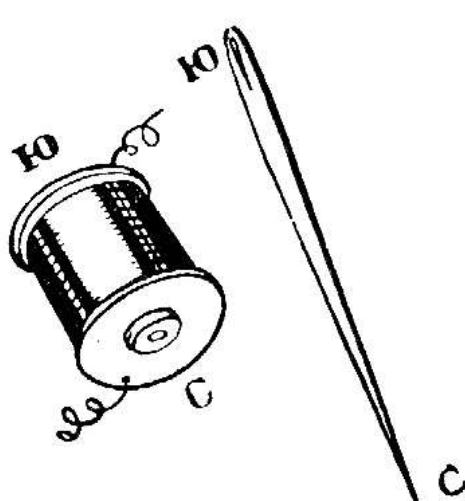


Рис. 23

Положим обе намагниченные иголки на зеркало: ушко одной иголки против ушка другой и острие против острия, причем так, чтобы они не касались друг друга (рис. 21).

Как только мы отпустим иголки, они сейчас же устремятся прочь одна от другой; иголки отталкивают одна другую.

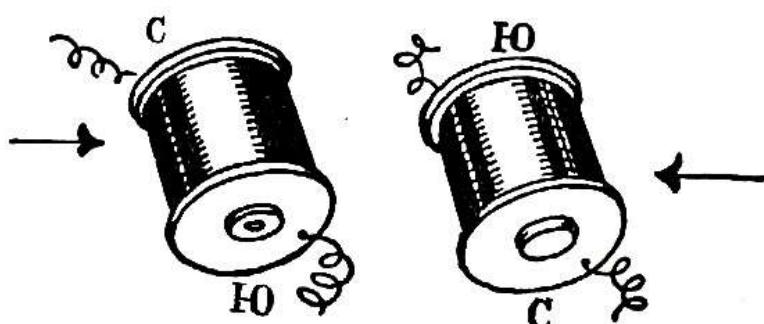


Рис. 24

На основании опытов 8 и 9 сделаем вывод: *разноименные магнитные полюсы притягиваются, одноименные — отталкиваются.*

Если мы проделаем аналогичный опыт с одним электромагнитом и иглой (рис. 22, 23, 24, 25) или с двумя электромагнитами, то

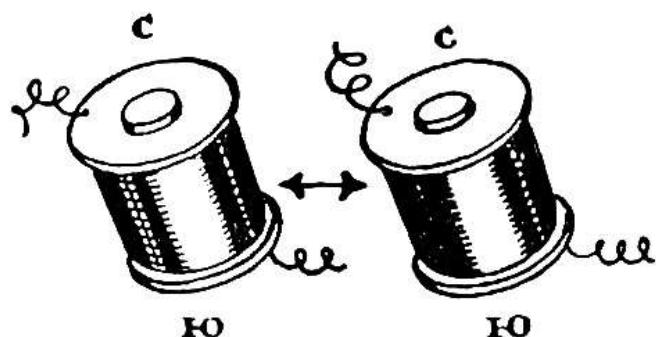


Рис. 25

мы убедимся еще раз, что электромагниты ведут себя так же, как и постоянные магниты: *разноименные полюсы притягиваются, а одноименные — отталкиваются.*

Географические и магнитные полюсы.

Опыт 10

Намагнитим штопальную иглу с двумя кружками пробки и положим на воду в тарелку (рис. 26).

Снаружи, под край тарелки, положим на стол наш электромагнит. Если пропустить по обмотке катушки ток, подключив ее к батарейке, игла займет такое положение, что ее северный полюс будет против южного полюса электромагнита и наоборот.

Если переменить направление тока в катушке электромагнита, то теперь одноименные полюсы будут находиться один против другого. В этом случае игла оттолкнется от электромагнита и отплывет от края, а затем развернется так, что снова разноименные полюсы будут приходиться один против другого и игла подплывет к электромагниту (к краю тарелки). По желанию можно снова изменить направление тока в катушке и повторить эту игру.

На этом опыте мы опять убеждаемся, что *одноименные полюсы отталкиваются, разноименные — притягиваются*.

Теперь выясним, почему магнитные полюсы получили названия — северный и южный.

Как уже указывалось, естественно было назвать полюс магнитной стрелки, обращенный всегда на север, *северным полюсом*, а другой — *южным полюсом*.

Наш земной шар обладает свойствами, подобными тем, какие имел бы громадный постоянный магнит в форме шара. Как каждый магнит, он имеет тоже два полюса: магнитный северный полюс и магнитный южный полюс. От этих магнитных полюсов необходимо отличать *географические полюсы*.

Полюс магнитной стрелки, обращенный на север, мы называем магнитным северным полюсом. Этот магнитный северный полюс притягивается к южному магнитному полюсу Земли.

Следовательно, на севере Земли (вблизи северного географического полюса Земли) находится южный магнитный полюс Земли.

В соответствии с этим — вблизи южного географического полюса Земли находится северный магнитный полюс Земли.

Таким образом, правило взаимодействия магнитных полюсов справедливо и для этого случая.

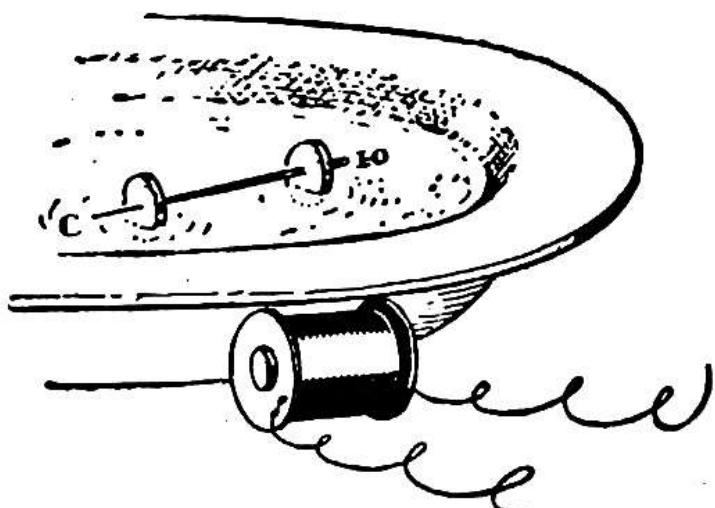


Рис. 26

Строение магнитов.

Опыт 11 Положим электромагнит на стол и соединим катушку его с карманной батарейкой.

Погрузим ненамагниченную иглу в железные опилки. Так как на ней не останется опилок, можно утверждать, что она не намагничена.

Взяв эту же иглу, проведем ею несколько раз взад и вперед по одному из полюсов электромагнита, но не всей иглой, а только от острия до середины (рис. 27 и 28). В этом случае мы могли предполагать, что намагнитится только та половина иглы, которой мы касались электромагнита. Но такое предположение оказывается неправильным. Погрузим теперь иглу в железные опилки и увидим, что на обоих концах висят пучки опилок и что в середине иглы находится нейтральная зона, на которой опилок нет. В подтверждение

первого опыта мы можем опять сказать, что каждый магнит имеет два полюса.

Но чтобы нам не казалось, что игла получила два одинаковых полюса, возьмем вторую намагниченную иглу. Начнем приближать вторую иглу к нашей, расположив ее на чистом стекле, одним и тем

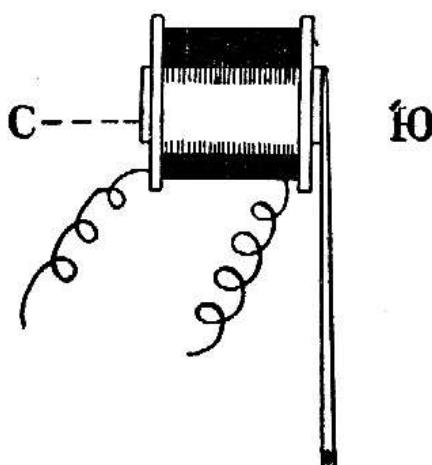


Рис. 27

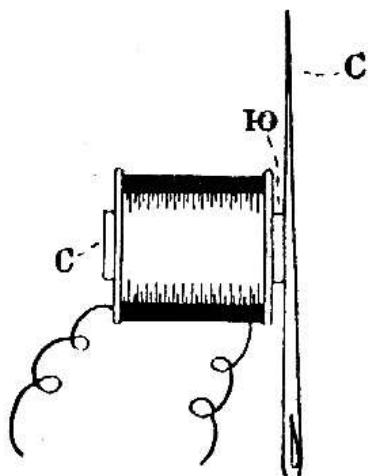


Рис. 28

же концом сначала к острию, а затем к ушку. Один конец будет отталкиваться, а другой притягиваться.

Следовательно, каждый магнит имеет два полюса, из которых всегда один является северным, а другой — южным.

Опыт 12 Погружением намагниченной иглы в железные опилки мы убедились, что игла имеет в середине нейтральное место. Что же произойдет, если мы разломаем иглу в этом нейтральном месте? Не удастся ли в этом случае отделить один полюс от другого?

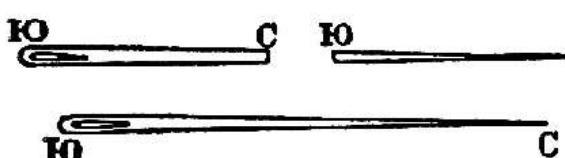


Рис. 29

Оказывается, что каждая половина иглы снова представляет собой магнит с двумя полюсами. Если мы каждую половину иглы заставим плавать на воде, они

будут устанавливаться в направлении север—юг, и их одноименные полюсы будут отталкиваться, а разноименные — притягиваться.

При погружении одной из половинок иглы в железные опилки, мы опять увидим, что на обоих концах будут висеть пучки опилок, а середина будет нейтральной.

Если разломать половину иглы на еще меньшие куски, то каждая четверть, восьмая и т. д. будут представлять собой полный магнит с двумя полюсами.

Следовательно, *каждый магнит, даже самый малый, имеет два полюса: южный и северный.*

Образование полюсов магнита.

Опыт 13

Закрепим на стойке электромагнит как показано на рис. 7. Подключим катушку к батарейке. Подвесим две швейные иголки к железному сердечнику таким образом, что верхняя игла коснется полюса железного сердечника своим острием, а острие нижней иглы коснется ушка верхней иглы (рис. 30).

Если прервать ток, то, несмотря на это, обе иглы останутся висеть: они превратились в постоянные магниты потому, что они — стальные.

Где же у каждой иглы северный и южный полюс?

Допустим, что верхний конец сердечника является северным полюсом, а нижний — южным.

Исследуя каждую иглу, как в опыте 3 (рис. 10), увидим, что у обеих иголок ушки обнаруживают свойства южного полюса, а острия — северного полюса.

Если предположить, что южный полюс электромагнита создал на острие касающейся иглы тоже южный полюс, то игла не осталась бы висеть, т. к. одноименные полюсы взаимно отталкиваются. Следовательно, в месте соприкосновения образовались разноименные полюсы.

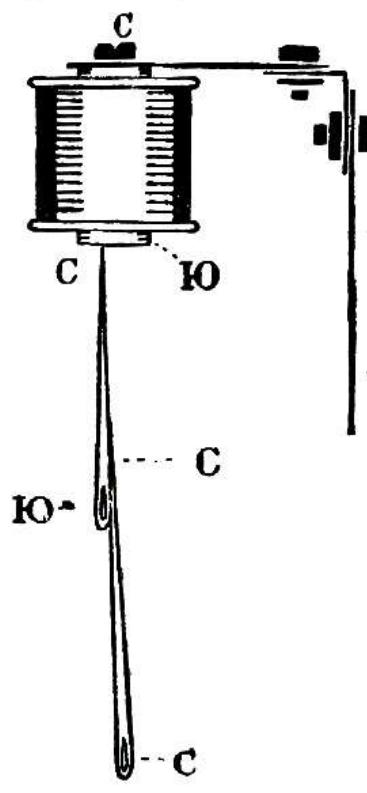


Рис. 30

Намагничивание стальных предметов.

Опыт 14

Потрем острие намагниченной штопальной иглы об ушко ненамагниченной швейной иглы, а ушко штопальной иглы об острие швейной иглы (рис. 31).

Если мы исследуем швейную иглу погружением ее в железные опилки или заставим ее плавать, как компасную стрелку, то уви-



Рис. 31

дим, что стальная швейная игла превратилась в магнит с южным и северным полюсами и с нейтральной зоной посередине.

Следовательно, стальные предметы можно намагничивать постоянным магнитом и не обязательно для этого иметь электромагнит.

Магнитная цепь.

Опыт 15

Закрепим на стойке электромагнит, как показано на рис. 32. Подключим катушку к батарейке. Подвесим к сердечнику винты из мягкого железа (из нашего набора).

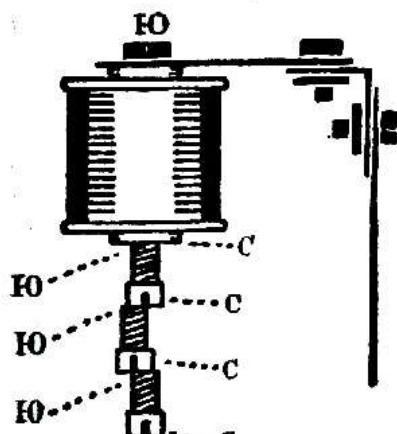


Рис. 32

Каждый винт намагнитит следующий за ним настолько, что он будет удерживаться — мы получим *магнитную цепь*.

Если мы отнимем верхний винт от полюса электромагнита, то и все винты отпадут друг от друга.

Винты не сохраняют магнетизм потому, что они из мягкого железа.

Следовательно, мягкое железо, находящееся в соприкосновении с полюсом магнита, само является магнитом до тех пор, пока продолжается соприкосновение (пока не нарушена магнитная цепь).

Подъемная сила и сила притяжения магнита.

Опыт 16

На опыте 4 (рис. 15) мы убедились, что железный сердечник электромагнита может держать довольно большой груз.

Если вместо железного сердечника 7 в катушку вставить иглу и соединить катушку с батарейкой, то на полюсах такого электромагнита будет удерживаться незначительный груз (рис. 33).

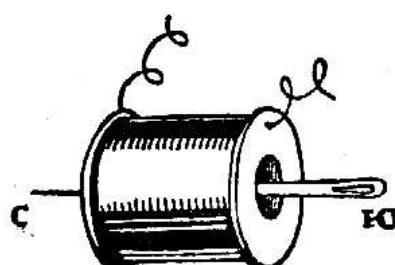


Рис. 33

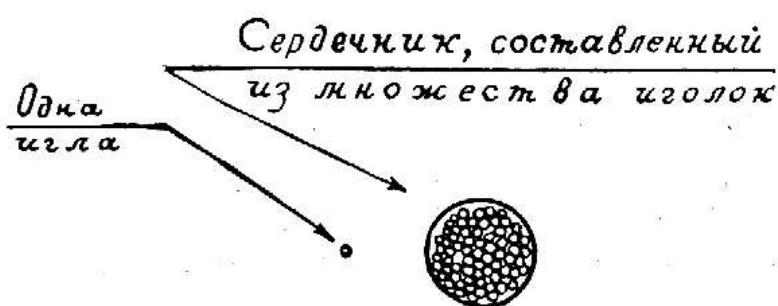


Рис. 34

Если вместо одной иглы мы введем несколько иголок, то увидим, что подъемная сила электромагнита возрастет.

Увеличивая число иголок, мы увеличивали поперечное сечение сердечника (рис. 33, 34).

Подъемная сила магнита становится максимальной, когда мы вводим в катушку железный сердечник, заполняющий отверстие катушки и поэтому имеющий возможное наибольшее поперечное сечение.

Следовательно, подъемная сила магнита и его сила притяжения (его магнитные свойства) *тем больше, чем больше поперечное сечение железного сердечника.*

Подъемная сила постоянного магнита тоже зависит от площади его поперечного сечения.

Замкнутая магнитная цепь.

Опыт 17 Закрепим электромагнит на стойке, подключим батарейку и, как показано на рис. 35, подвесим к одному полюсу железную пластинку 17, а к ней вторую. На второй пластинке закрепим на трех нитках крышку от жестянной

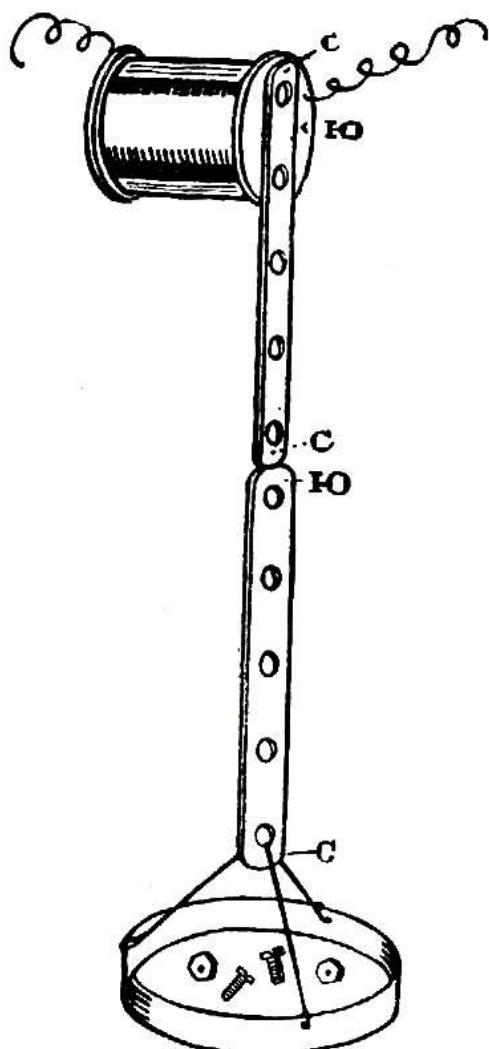


Рис. 35

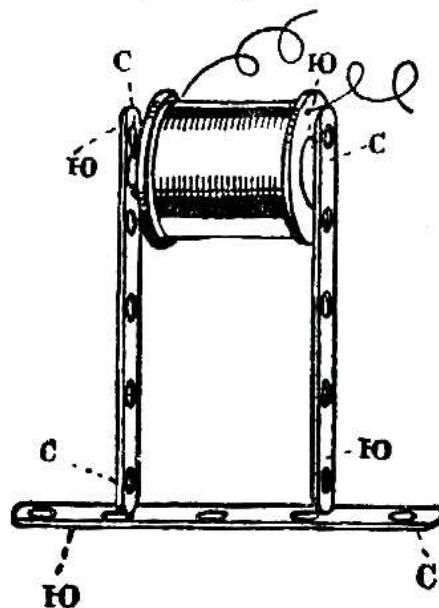


Рис. 36

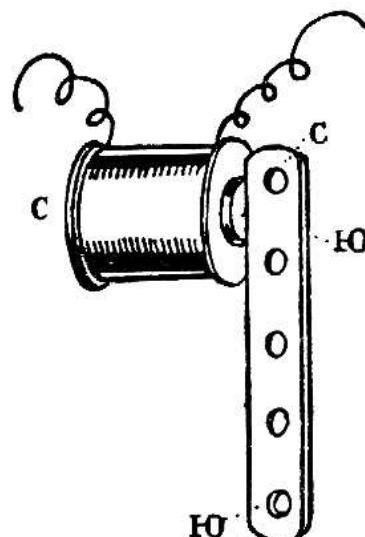


Рис. 37

или картонной коробки. Положим в крышку столько винтов и гаек, сколько понадобится для того, чтобы нижняя пластинка оторвалась от верхней. Число гаек и винтов сосчитаем и запишем.

Теперь подвесим пластиинки 17 к обоим полюсам электромагнита, как показано на рис. 36. Соединим две полюсные пластинки между собой третьей пластинкой, которая замкнет воздушное пространство и, следовательно, будет называться замыкающей частью, она замкнет магнитную цепь.

К замыкающей части подвесим крышку и будем ее загружать, пока замыкающая часть не отпадет. В этом случае потребуется значительно большее усилие, чем в первом. В обоих случаях мы имели одну и ту же катушку, тот же сердечник и тот же источник тока, отличие лишь в том, что во втором случае мы имеем замкнутую *магнитную цепь*.

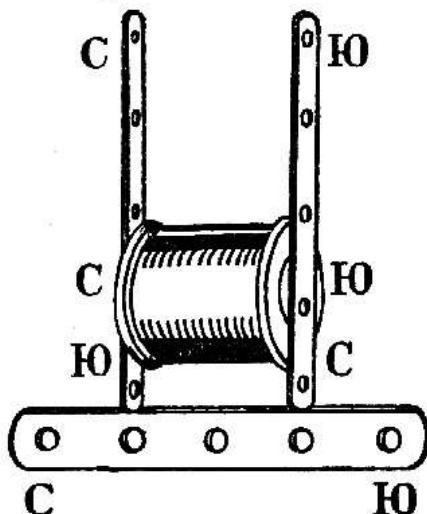


Рис. 38

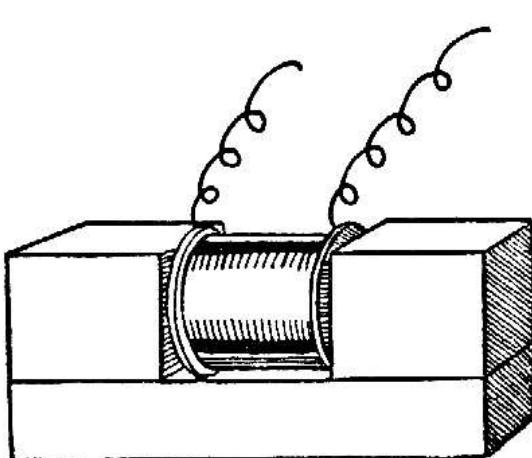


Рис. 39

Проследим, что произойдет, если мы уменьшим магнитную цепь, по сравнению с той, какая указана на рис. 35.

К электромагниту приложим только одну пластинку и привесим к ней крышку с грузами (рис. 37). В этом случае, чтобы оторвать пластинку, потребуется больший груз, чем с двумя пластинками.

Уменьшая замкнутую магнитную цепь (рис. 38), мы еще больше увеличим грузоподъемность.

Следовательно, подъемная сила магнита тем больше:

- 1) чем больше поперечное сечение сердечника (опыт 16);
- 2) чем меньше магнитная цепь;
- 3) чем меньше воздушный зазор между элементами магнитной цепи.

На рис. 39 выполнена модель электромагнита, удовлетворяющая указанным условиям.

Магнитные цепи.

Опыт 18 К нижнему полюсу электромагнита, закрепленного на стойке (рис. 40), приложим стальную булавку.

Если снизу электромагнит будет иметь северный полюс, то острие булавки будет южным полюсом.

Вследствие действия силы земного притяжения булавка висит вертикально.

Подвесим к электромагниту еще одну булавку (рис. 41).

Обе булавки будут висеть, но уже не вертикально: нижние концы их расходятся. Это происходит потому, что оба острия булавок являются южными полюсами, а головки — северными полюсами.

Головки оказались одноименными полюсами, а, как мы уже видели, одноименные полюсы отталкиваются.

После этого опыта станет понятным образование торчащих пучков опилок на намагниченной игле.

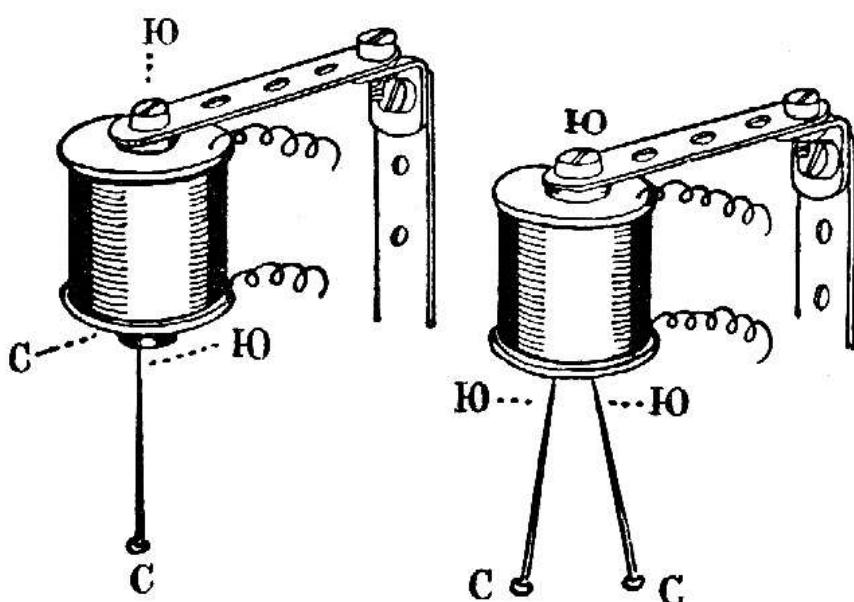


Рис. 40

Рис. 41

Если посмотрим на такую иглу сквозь увеличительное стекло, то мы ясно увидим, что пучки опилок состоят из маленьких цепей, составленных из мелких кусочков железа, т. е. маленьких магнитиков.

Отдельные маленькие цепочки, составляющие магнитные цепи, также расходятся, как булавки на рис. 41.

Воздушный зазор.

Опыт 19 В изоляционной планке на стойке (рис. 42) закрепим железный винт и приблизим к головке его один из полюсов электромагнита (не касаясь винта).

К нижнему концу закрепленного винта приложим второй и мы увидим, что второй винт удерживается на первом.

Следовательно, железный винт намагнился; для намагничивания нет необходимости соприкосновения с электромагнитом. Если удалить электромагнит на значительное расстояние, то магнитная цепь будет прервана и оба винта потеряют свой магнетизм, а нижний винт упадет.

Повторим опыт, но заменим нижний винт железными опилками (рис. 43).

Мы увидим, что к нижнему концу винта притягается тем больше опилок, чем ближе будет находиться электромагнит к головке винта.

Следовательно, для силы намагничивания имеет большое значение расстояние между головкой винта и электромагнитом. Это

расстояние называют *воздушным зазором*.

Таким образом, воздушный зазор имеет большое значение почти для всех предлагаемых набором моделей.

В электрическом звонке молоточек (якорь) не должен прилипать к полюсу электромагнита; в электродвигателях вращающаяся часть (ротор) должна иметь соответствующий воздушный зазор, чтобы не было уда-

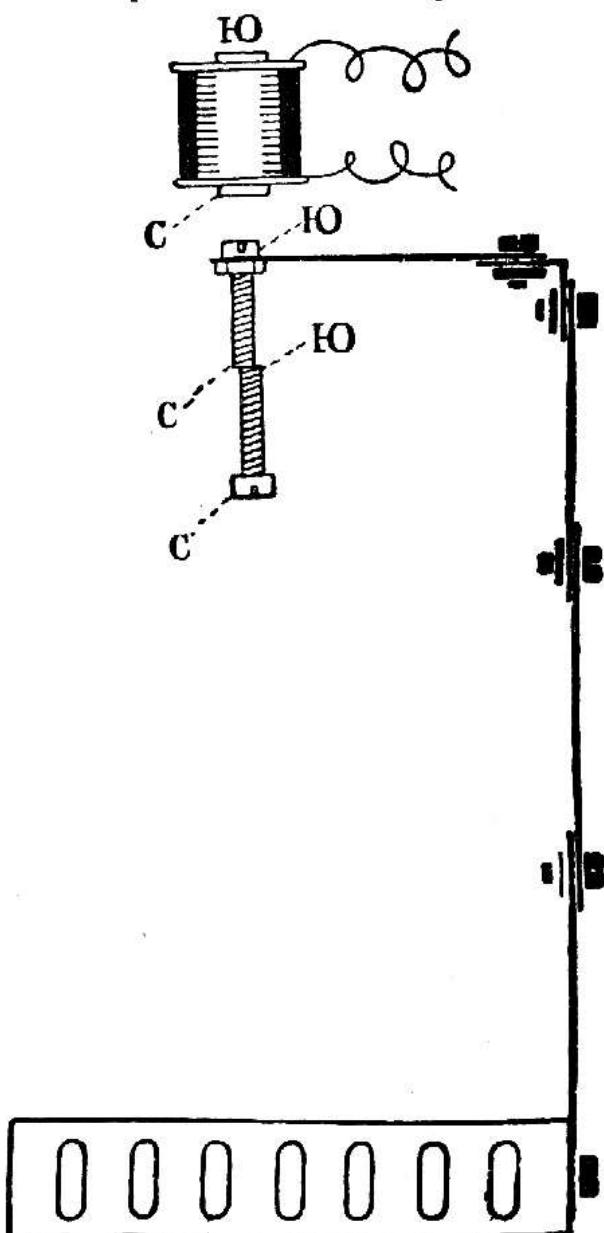


Рис. 42

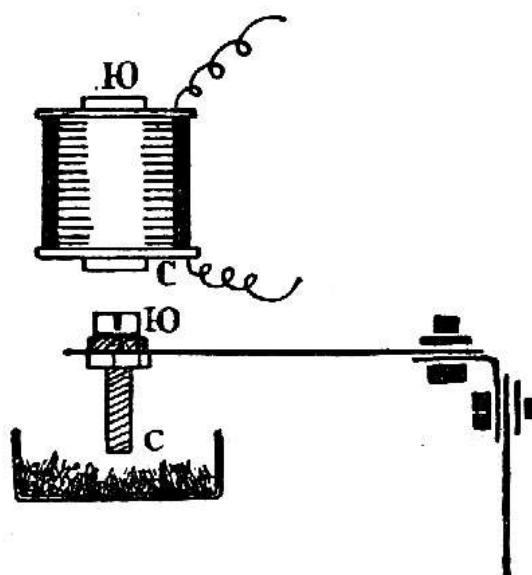


Рис. 43

ров о неподвижную часть (статор). Но вместе с тем, собирая модели, нужно устанавливать такой воздушный зазор, чтобы было достаточное притяжение к электромагниту.

Перемагничивание.

Опыт 20 Закрепим электромагнит на стойке. Пропустим ток по обмотке катушки и коснемся иглой нижнего конца сердечника. Игла будет висеть, намагнившись, как показано на рис. 44.

Прервем цепь тока; игла продолжает висеть, т. к. она сама стала магнитом.

Изменим направление тока в обмотке катушки, поменяв местами концы проводов у зажимов батарейки.

С изменением направления тока в обмотке катушки, полюсы электромагнита поменяются местами. Казалось бы, что южный полюс электромагнита и южный полюс иглы должны были сильно оттолкнуться один от другого и иголка должна отлететь. Оказы-

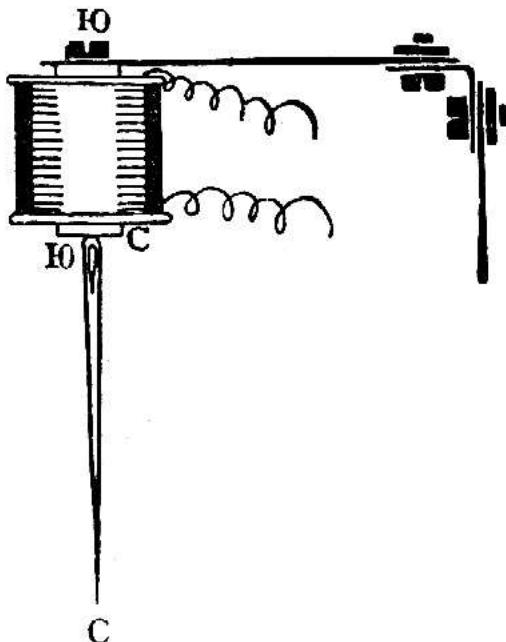


Рис. 44

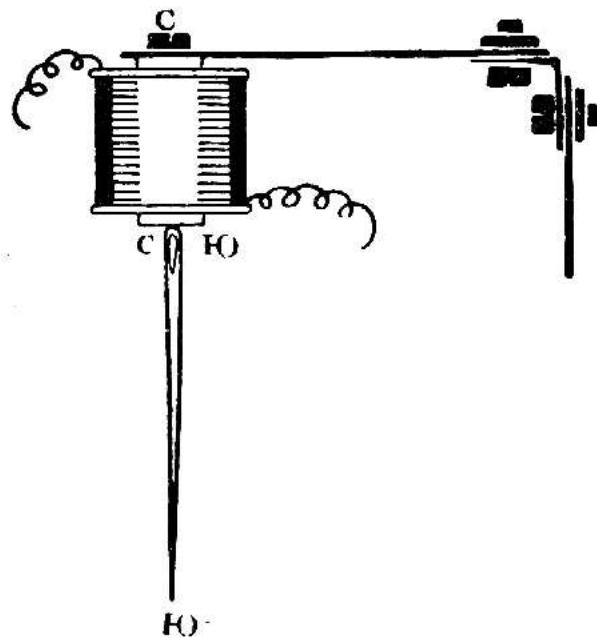


Рис. 45

вается, прежде, чем могло возникнуть движение иглы от электромагнита, уже произошло перемагничивание. Возникший южный полюс электромагнита создал в ушке иголки северный полюс (рис. 45).

Следовательно, *слабые магниты перемагничиваются сильными магнитами*. Чтобы убедиться в правильности нашего заключения, повторим опыт, каждый раз одевая на иглу кружки из пробки и опуская ее на воду.

В первом случае (рис. 44) острие иглы покажет на север, а во втором случае (рис. 45), после перемагничивания, острие иглы покажет на юг.

Размагничивание.

Опыт 21 Намагниченную иглу погрузим в железные опилки.

На концах иглы образуются знакомые нам пучки опилок (рис. 14). Снимем с иглы опилки, возьмем иглу щипцами и накалим на огне до красного цвета (примерно до 800°C) сначала одну половину иглы, потом другую и дадим ей медленно остывать на воздухе. После остывания игла окажется размагниченной.

Если мы теперь погрузим иглу в железные опилки, то увидим, что у нее пропал магнетизм. Накаливая иглу, мы ее размагнистили.

На опыте 12 мы убедились, что каждый, даже самый маленький, магнит имеет два полюса. Это дает возможность утверждать, что молекулы магнита представляют собой как бы очень маленькие магнитики. Эти магнитики у намагниченного железа расположены так, что их одноименные полюсы повернуты в одном и том же направлении. Если магнитики расположатся в беспорядке друг относительно друга, то тело в целом окажется ненамагниченным.

Следовательно, нагревания было достаточно, чтобы нарушить расположение молекулярных магнитиков. При нагревании молекулы железа, представляющие маленькие магнитики, расположились в беспорядке, и игла размагнистилась.

Втягивание сердечника в катушку.

Опыт 22 Построим стойку, изображенную на рис. 46.

С помощью двух пластин и длинных винтов закрепим вертикально катушку. В катушку вставим железный гвоздь так, чтобы он одним концом на 1 см входил вовнутрь, а другой конец его упирался в стол.

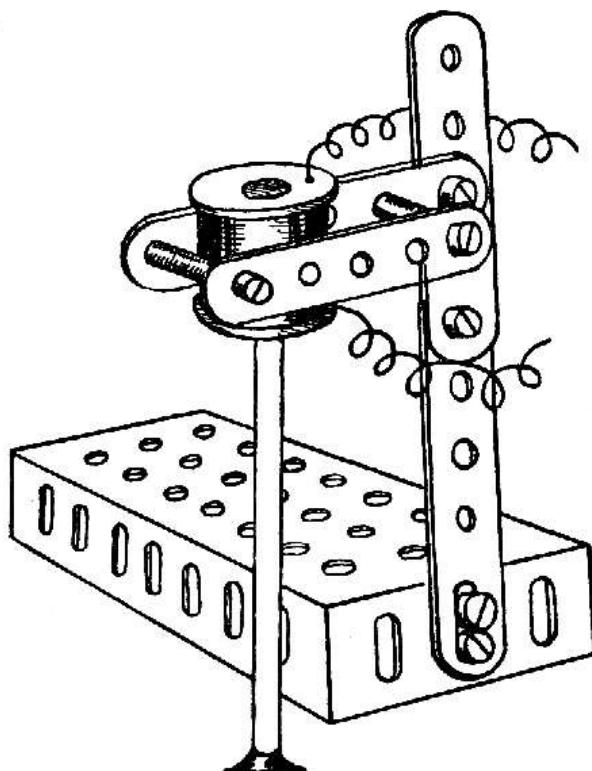


Рис. 46

Если по обмотке катушки пропустить ток, то гвоздь втянется в катушку и будет висеть.

Если прервем ток, то гвоздь упадет, при повторном включении— опять поднимется вверх.

Проделаем этот же опыт со швейной иглой; мы опять убедимся, что игла будет втягиваться в катушку так же, как гвоздь.

Следовательно, если через катушку протекает ток, она способна втягивать в себя железные предметы.

Катушка без сердечника — магнит.

Опыт 23

Поставим катушку без железного сердечника на стол и соединим ее с батареейкой (рис. 47). На катушку положим иголку для шитья с перевесом на одну сторону. Несмотря на имеющийся перевес, игла останется лежать на катушке. Прервем цепь тока, и игла упадет.

Проделаем это с различными имеющимися под рукой железными предметами и каждый раз мы убедимся в магнитном действии катушки, даже если в ней нет железного сердечника.

Следовательно, катушка, по обмотке которой проходит ток, ведет себя как магнит. Она имеет северный и южный полюсы и может притягивать и удерживать железные предметы. Но магнитные действия катушки, через которую про-

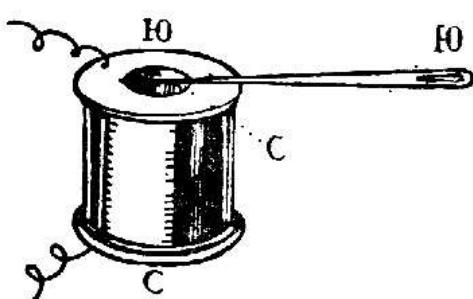


Рис. 47

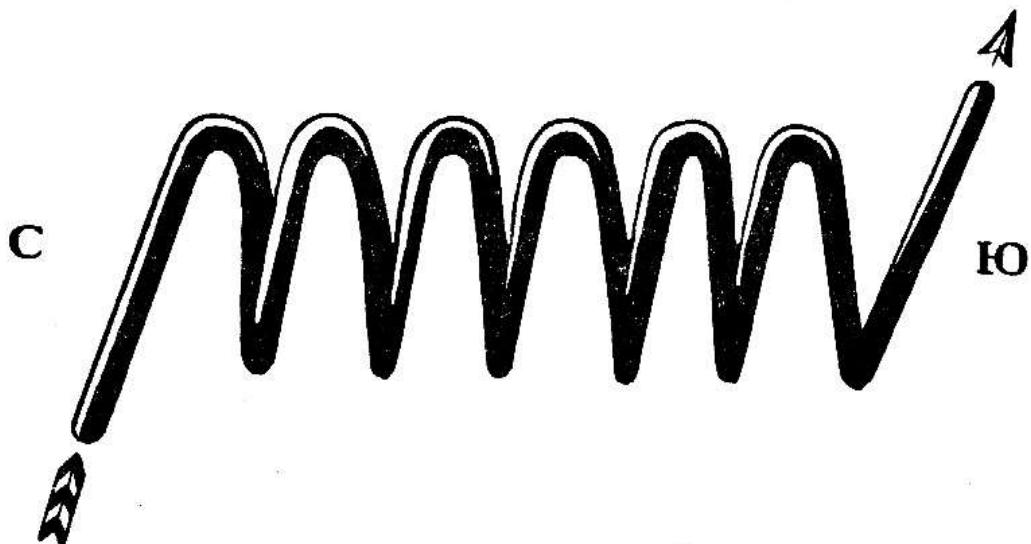


Рис. 48

текает ток, в несколько сот раз сильнее, если в ней находится железный сердечник (опыт 16).

На рис. 48 наглядно показано образование полюсов на катушке без сердечника, состоящей из 5 витков.

Два способа намагничивания.

Опыт 24

Соединим катушку с батарейкой и введем в катушку штопальную иглу (рис. 49). Прервем цепь тока и исследуем иглу, погружая ее в железные опилки. На концах иглы останутся пучки опилок. Игла стала постоянным магнитом.

Следовательно, намагнить стальной предмет можно двумя способами:

- 1) касаясь полюсов железного сердечника (как рекомендовалось в опыте 3);
- 2) вводя железный предмет в катушку, по обмотке которой проходит ток (рис. 49).

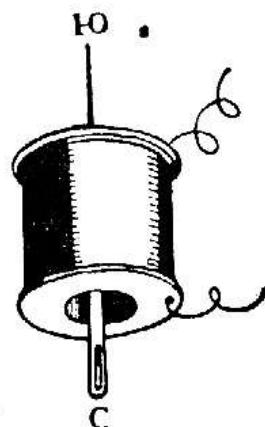


Рис. 49

Зависимость подъемной силы электромагнита от числа витков катушки.

Опыт 25

На основании проделанных опытов мы можем утверждать, что подъемная сила электромагнита зависит от поперечного сечения железного сердечника и от силы тока, протекающего по обмотке катушки.

Возьмем кусок (1 метр) звонкового провода и свернем несколько спиралей вокруг железного сердечника (рис. 50). Эти витки про-

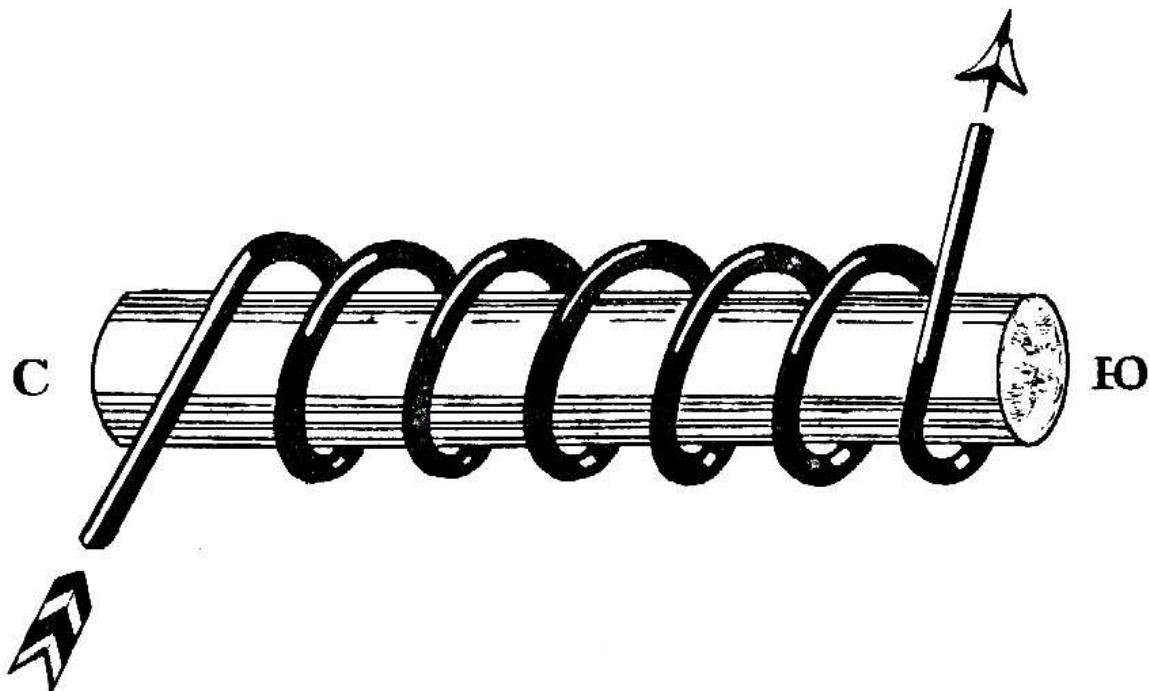


Рис. 50

вода заменят ту катушку с обмоткой, которой мы до сих пор пользовались.

Концы провода соединим с батарейкой.

Исследуя подъемную силу полюсов сердечника, мы увидим, что они удерживают незначительный груз. Увеличивая число витков

вокруг сердечника (10, 20, 30), мы увидим, что сердечник будет обнаруживать более сильные магнитные действия.

Следовательно, подъемная сила электромагнита возрастает:

- 1) с увеличением поперечного сечения железного сердечника;
- 2) с увеличением силы тока, протекающего по обмотке катушки;
- 3) с увеличением числа витков катушки.

Полюсы электромагнита и направление тока.

Опыт 26 На рисунках 51 и 52 изображен сердечник с одним витком проволоки; через виток протекает ток. Как мы видим по стрелкам на рисунках, в этих двух случаях ток протекает через витки в различных направлениях. При этом, в первом случае (рис. 51) на конце сердечника, ближайшем к читателю, появляется южный полюс, а на удаленном — северный. При другом направлении тока полюсы меняются местами.

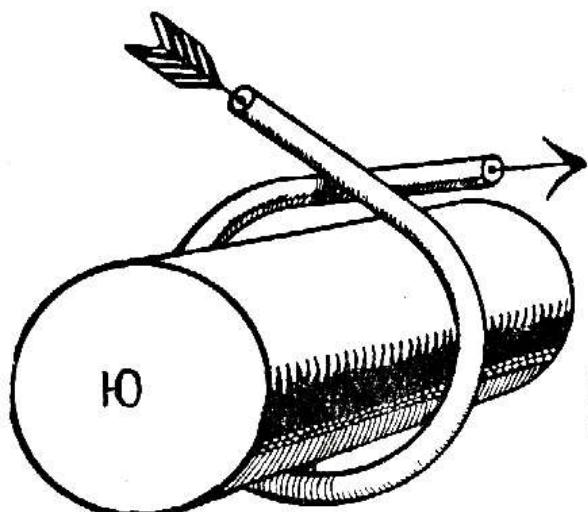


Рис. 51

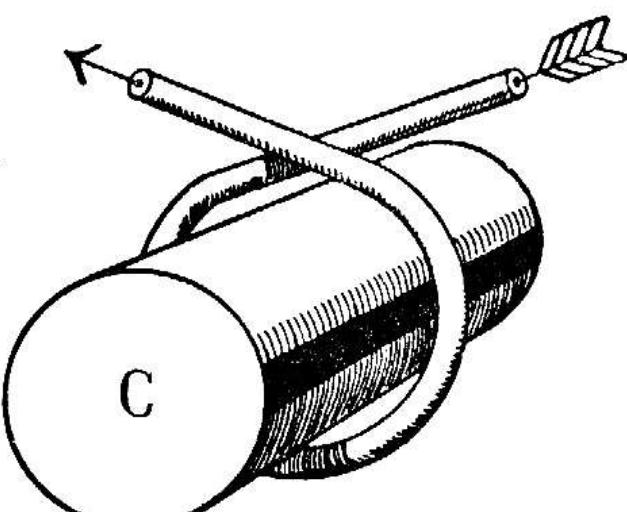


Рис. 52

Произведем вновь опыт 25 в соответствии с рис. 50, намотав на сердечник 20—30 витков провода. Намагнитим штопальную иголку так, как описано в опыте 24. Определим ее полюсы по способу, указанному в опыте 8.

Теперь, пользуясь штопальной иглой, определим полюсы сердечника с намотанной на него проволокой (проводку присоединим к зажимам батарейки). Затем изменим направление тока в обмотке сердечника и снова определим его полюсы. Мы увидим, что во втором случае полюсы сердечника поменяются местами.

Следовательно, полюсы электромагнита меняются с изменением направления тока, протекающего по обмотке катушки.

Устройство батарейки карманного фонаря.

Опыт 27 Батарейка от карманного фонаря, которая дала нам возможность выполнить опыты по разделу курса физики «Магнитные и электромагнитные явления», дает возможность проделать ряд интересных опытов по разделу «Электрический ток».

С батарейки осторожно снимем картонную оболочку и отделим заливочную массу.

Мы увидим, что батарейка состоит из трех цинковых стаканов. Из цинкового стакана выступает графитовый стержень с металлической головкой. Графитовый (угольный) стержень помещен в полотняный мешочек, набитый смесью перекиси марганца с углем. Между этим мешочком и цинковой стенкой стакана заложен клейстер из муки, пропитанной раствором нашатыря, являющимся электролитом. Цинковые стаканы изолированы один от другого кусками картона.

Каждый такой цинковый стакан с угольным стержнем и электролитом образует *гальванический элемент*.

Отрицательным электродом в каждом элементе является цинковый стакан (-), положительным — угольный стержень (+). Элементы соединены друг с другом так, как это показано на рис. 53. Угольный электрод одного элемента соединен с цинковым электродом (стаканом) второго элемента; угольный электрод второго элемента соединен с цинковым электродом третьего элемента.

Все три элемента образуют *батарею гальванических элементов*.

Из каждой карманной батарейки выступают металлические

полоски: одна короткая, соединенная с углем крайнего элемента, и одна длинная, соединенная с цинковым стаканом другого крайнего элемента.

Обе эти полоски называют *полюсами батарейки*. Но эти электрические полюсы нельзя смешивать с известными нам магнитными полюсами магнита.

Как мы видим по надписи на батарейке, между обоими полюсами батареи имеется напряжение 4,5 вольта. На зажимах каждого элемента существует напряжение в 1,5 вольта, поэтому для получения 4,5 вольт необходимо взять три элемента, соединив их так, как об этом было рассказано.

Цепь электрического тока.

Опыт 28

Соединим полюсы батарейки с катушкой электромагнита. Под влиянием напряжения на зажимах батарейки по катушке потечет электрический ток. На рис. 54 стрелками показано направление электрического тока. Ток течет

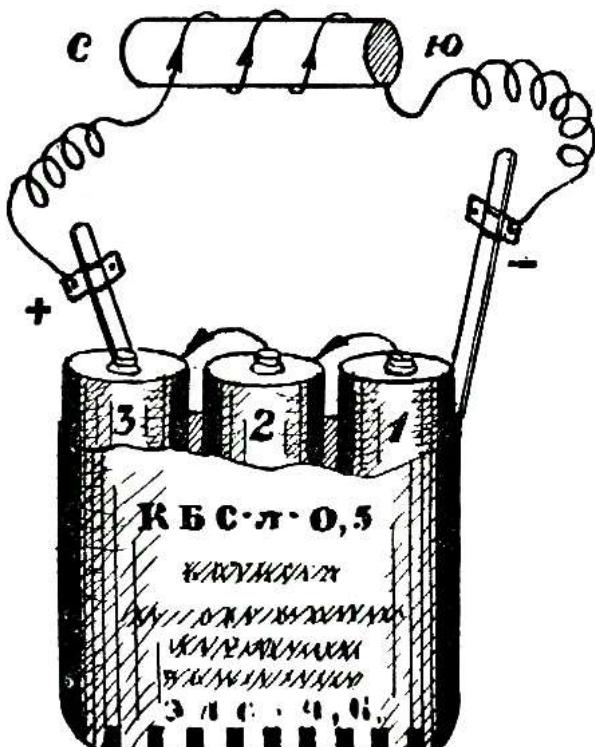


Рис. 53

от угля 3-го элемента, проходит по обмотке катушки и подходит к цинковому стакану 1-го элемента.

Внутри батарейки ток от цинкового стакана 1-го элемента идет через электролит в уголь 1, цинк 2, электролит 2, уголь 2, цинк 3, электролит 3, уголь 3 и оттуда снова через катушку.

Различают внутреннюю часть электрической цепи (цепь внутри батареи) и внешнюю часть цепи тока (цепь вне источника тока, в нашем случае — катушка и соединительные провода).

Если эту цепь прервать в любом месте, то ток не будет протекать по цепи.

Электрический ток может протекать только по замкнутой

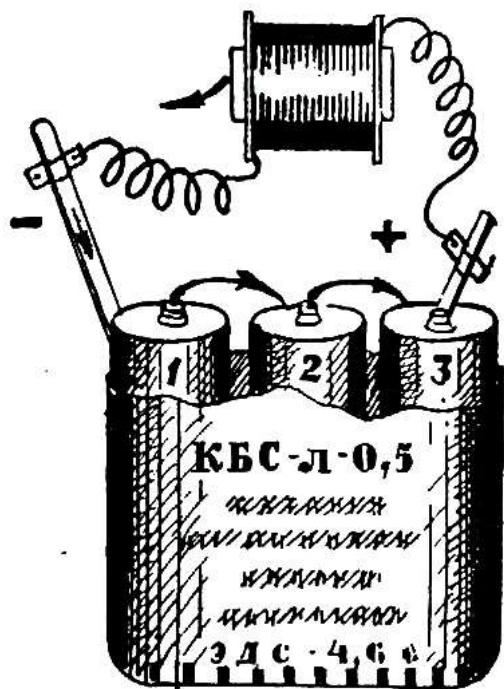


Рис. 54

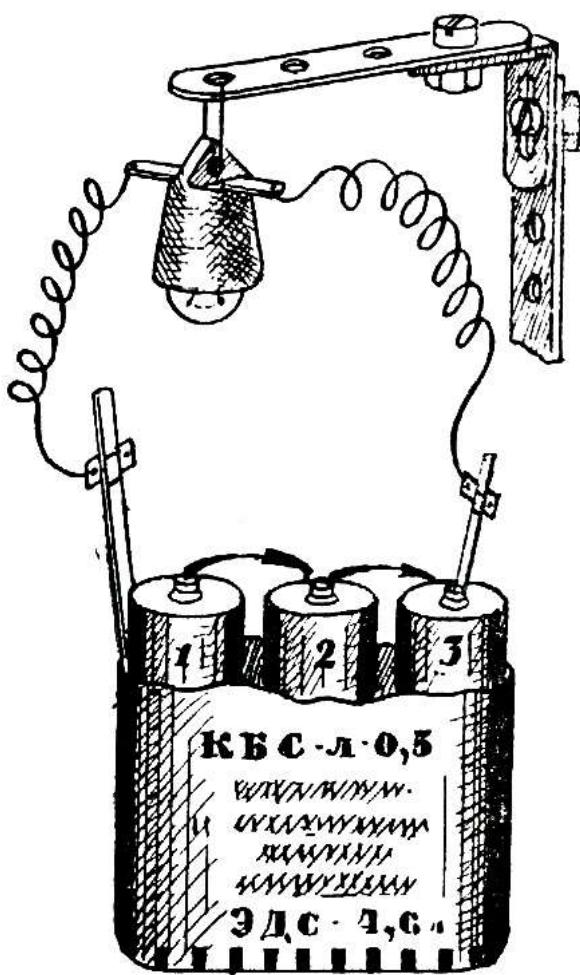


Рис. 55

цепи. При этом не имеет значения, какой источник тока взят, т. е. будет ли это батарейка от карманного фонаря, аккумулятор, трансформатор, динамомашинка и т. п.

Проводники и непроводники электричества.

Опыт 29 Подключим к батарейке лампочку карманного фонаря. Лампочка будет гореть. В лампочке находится очень тонкая проволока — волосок, представляющая току большое сопротивление, поэтому проволока нагревается (рис. 55).

Нагревание происходит настолько сильно, что проволочка накаливается и дает свет. В волоске лампочки электрическая энергия превращается в теплоту и свет.

Проводник, по которому протекает ток, нагревается.

При одинаковой силе тока теплоты выделяется тем больше, чем больше сопротивление проводника.

Медная проволока нашей катушки тоже имеет сопротивление, но т. к. проволока сравнительно толстая и, кроме того, медь обладает хорошей проводимостью, нагревание ее незначительно.

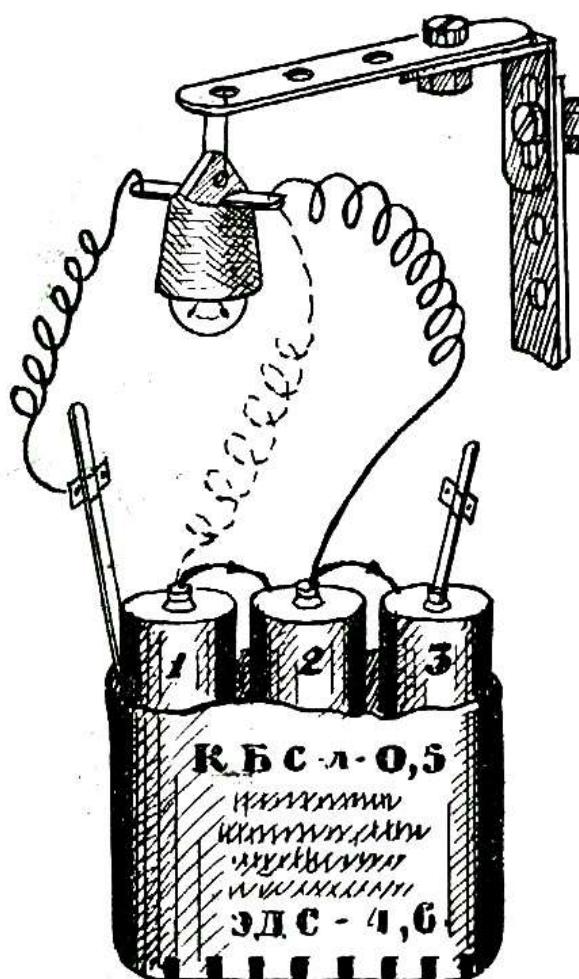


Рис. 56

Материалы, сопротивление которых настолько велико, что они практически не пропускают тока, называются *непроводниками*. К ним относятся: целлULOид, стекло, фарфор, слюда, эбонит, фибра, гетинакс, лак и т. п.

Непроводники, которые называют изоляционными материалами, играют в электротехнике такую же большую роль, как и проводники. Изоляционные материалы обеспечивают путь тока, предписанный ему проводником. Если бы мы на катушку намотали неизолированную медную проволоку, это было бы равносильно тому, как если бы мы на железный сердечник надвинули толстый медный цилиндр. В этом случае нельзя было бы говорить о витках, ток прошел бы вдоль медного цилиндра.

Следовательно, для каждого электрического прибора необходимы хорошие проводники, но не меньшую роль в нем играют изоляционные материалы, препятствующие тому, чтобы ток избирал какой-либо другой путь.

Лучшим проводником электрического тока является серебро, затем следует медь, золото, алюминий, цинк, никель, железо, олово.

Помимо материала, из которого состоит проволока, сопротивление ее зависит от сечения и от длины. Длинная проволока имеет большее сопротивление, чем короткая такого же поперечного сечения; тонкая проволока — большее, чем толстая такой же длины.

Чем толще и короче проволока, тем меньше ее сопротивление, тем лучше она проводит электрический ток. Сопротивление проводника из данного вещества прямо пропорционально длине проводника и обратно пропорционально площади его поперечного сечения. Кроме того, сопротивление проводника зависит от температуры. Сопротивление твердых проводников (кроме угля) с повышением температуры увеличивается.

Зависимость силы тока от напряжения.

Опыт 30 Вскроем батарею настолько, чтобы были видны соединительные провода всех трех элементов.

Соединим лампочку, как показано на рис. 56, с двумя элементами батареи, затем с одним элементом батареи.

Подключая лампочку к двум элементам, мы включали ее на напряжение в 3 вольта. Подключая лампочку к одному элементу, мы включали ее на напряжение в 1,5 вольта. Получая напряжение в 1,5 вольта, лампочка горит совсем слабо.

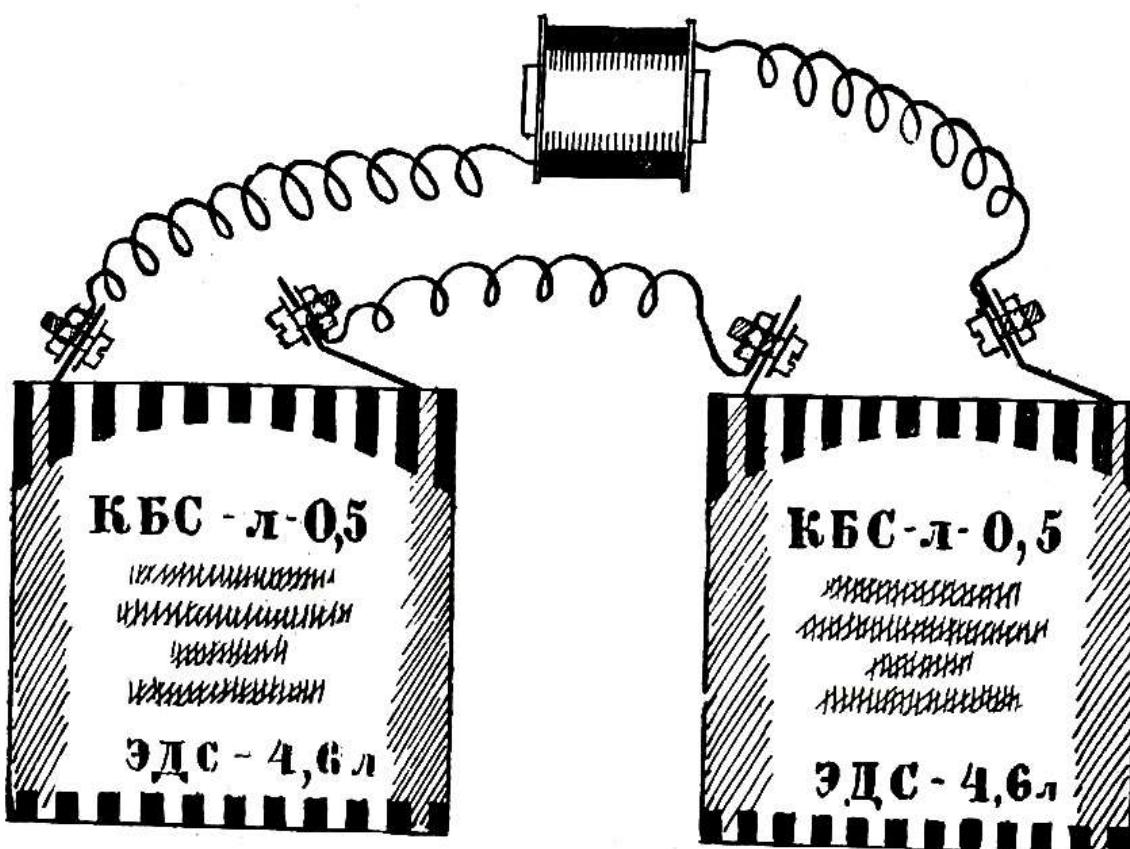


Рис. 57

Следовательно, сила электрического тока в данном проводнике зависит от напряжения. Чем больше напряжение, тем больше сила тока, тем больше теплоты выделяется в проводнике, через который протекает этот ток.

Если вместо лампочки мы будем подключать электромагнит то к одному, то к двум или трем элементам, мы увидим, что полюсы железного сердечника при 4,5 вольтах могут удержать значительно больше железа, чем при 3-х и 1,5 вольтах.

Следовательно, подъемная сила электромагнита зависит от силы тока, протекающего по обмотке катушки.

На моделях, которые можно построить из нашего набора, мы можем регулировать магнитные действия электромагнита, подавая на катушку электромагнита соответствующее напряжение.

Катушка электромагнита имеет такую обмотку, что напряжение в 4,5 вольта достаточно, чтобы привести в действие почти все модели. Для некоторых моделей потребуется увеличить напряжение до 8—9 вольт.

Если в этих случаях пользоваться для приведения в действие моделей батарейками, то их необходимо соединить последовательно, как показано на рис. 57.

Без необходимости не следует включать катушку на напряжение большее 4,5 вольт, т. к. в этом случае по ней пойдет ток большой силы. Катушка, как говорят, будет перегружена.

Перегружая катушку, можно ее нагреть настолько, что испортится изоляция (лак на проволоке) и катушка выйдет из строя. Если катушка нагреется настолько, что ее нельзя взять в руки, катушку нужно выключить и дать ей остывать.

V. ПЕРЕМЕННЫЙ И ПОСТОЯННЫЙ ТОК

Как видно на рис. 53—56, ток от батарейки течет всегда в одном направлении.

Внутри каждого элемента ток течет от цинка через электролит к углю (от минуса к плюсу).

Вне элемента, во внешней цепи, ток течет от угля через лампочку или через катушку обратно к цинку (от плюса к минусу). Таково

направление тока во всех случаях, когда мы пользуемся батарейкой, как источником тока. Кроме того, при одном и том же сопротивлении цепи не меняется и сила тока.

Ток, сила которого и направление не изменяются, называется *постоянным током*.

Батарейка карманного фонаря является источником постоянного тока.

Существуют еще и другие источники постоянного тока: аккумулятор и динамомашинка.

Кроме источников постоянного тока, имеются еще источники переменного тока.

Переменный ток отличается от постоянного тем, что в случае переменного тока сила тока и его направление через равные промежутки времени изменяются, причем эти изменения следуют быстро друг за другом. Так современные генераторы переменного тока дают ток, сила которого и направление меняются сто раз в секунду.

Электрический ток, подаваемый в квартиры для бытовых нужд, является током переменным.

Трансформатор, имеющийся в нашем наборе, преобразовывает городской переменный ток в ток тоже переменный, но под меньшим напряжением.

Следовательно, трансформатор для нас будет являться источником переменного тока.

Соединяя катушку с сердечником (электромагнит) с источником переменного тока (с трансформатором) и приближая к одному из полюсов железную пластинку, мы почувствуем легкую вибрацию пластиинки, причем вибрация тем сильнее, чем меньше расстояние между пластинкой и полюсом электромагнита (рис. 58, 59, 60 и 61).

Если мы коснемся этой пластиинкой полюса, то услышим сильное жужжание, дребезжащие звуки. Причину этого движения железной пластиинки можно объяснить следующим образом. На рис. 62 графически изображена зависимость силы тока и его направления от времени.

Прямая at — ось времени, причем отрезок между a и c изображает в некотором масштабе промежуток времени, равный первой сотой доле секунды, а от c до e — второй сотой доле секунды. Прямая aI — ось, на которой откладывается в некотором масштабе сила тока. Из графика видно, что сила тока в течение первой сотни доли секунды возрастает от нуля до некоторого максимума и уменьшается снова до нуля, затем (точка c графика) направление тока меняется на противоположное и в течение второй сотой доли секунды сила тока, изменившая свое направление, снова возрастает до максимума и уменьшается до нуля. В конце второй сотой доли секунды (точка e графика) направление тока снова меняется и описанный процесс изменения силы тока и его направления повторяется сначала.

Продолжая изображать графически зависимость силы тока и его направления от времени, мы должны были бы направо от точки e изобразить точно такую же кривую, как $abcde$, затем еще такую же кривую, и т. д. (кривая $abcde$ называется синусоидой).

На рис. 58—61 показано влияние переменного тока на действие электромагнита. Для наглядности на катушке показано только три витка.

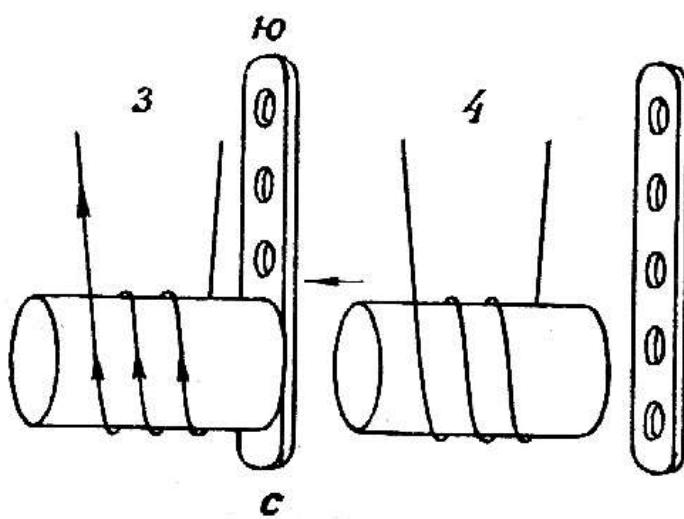


Рис. 60

Рис. 61

Рассмотрим четыре момента работы электромагнита:

1. Если пропускать ток по обмотке катушки, то в первую сотую долю секунды ток возрастает до максимального своего значения (от точки a до точки $+f$), а затем уменьшается до нуля (от точки $+f$ до точки d). В это время на концах сердечника электромагнита образуются полюсы С и Ю (рис. 58).
Пластинка будет притянута северным полюсом электромагнита.
2. Сила тока к концу первой сотой доли секунды (точка c графика) будет равна нулю.
Ток по обмотке катушки протекать не будет, полюсы на сердечнике электромагнита пропадут, пластина не будет притягиваться, электромагнит ее отпустит (рис. 59).
3. В точке c начинается вторая половина сотой доли секунды. Ток снова начинает течь, но в обратном направлении.

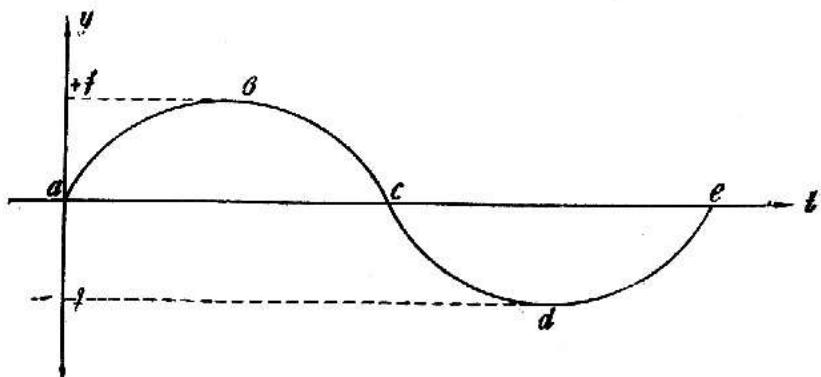


Рис. 62

На рис. 62 это условно показано тем, что мы повели кривую ниже линии времени, откладывая теперь силу тока ниже оси времени. Сила тока будет возрастать, достигнет наибольшего значения (точка d графика) и снова начнет уменьшаться до нуля.

На рис. 60 стрелками показано новое направление тока. Полюсы, в сравнении с рис. 58, переменились местами.

Железная пластина снова притягивается.

4. К концу второй половины сотой доли секунды сила тока опять становится равной нулю. В катушке электромагнита тока не будет, железная пластина не будет притягиваться. Электромагнит ее отпустит (рис. 61).

Дальше этот процесс будет повторяться сначала.

Нарисованная нами картина упрощена. В действительности рассмотренное нами явление сложнее. Пластина, благодаря инерции, не успевает в точности следовать за каждым из указанных изменений тока, но тем не менее она то притягивается к электромагниту, то отходит от него. В результате железная пластина колеблется, вызывая появление в воздухе волн, которые воспринимаются нашим ухом как звук.

Время, изображенное отрезком *ae* на рис. 62, называется периодом, а число полных изменений силы тока за одну секунду (на графике — рис. 62 — показано одно полное изменение силы тока) называется частотой переменного тока.

За единицу частоты принимается 1 герц.

1 герц — это частота, при которой сила тока претерпевает одно полное изменение за 1 секунду. Частота переменного тока равна числу оборотов в 1 секунду якоря генератора переменного тока и, следовательно, возрастает с увеличением частоты вращения якоря.

У нас в Советском Союзе генераторы переменного тока дают переменный ток, частота которого равна 50 герц.

Постоянный ток обычно обозначается значком «=», а переменный — значком «~».

VI. ДЕЙСТВУЮЩИЕ МОДЕЛИ ПРИМИТИВНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ.

1. Рычажный выключатель.

Рычажный выключатель в электротехнике применяется для длительных включений.

Соберем модель рычажного выключателя (рис. 63).

На основании 5 закрепим изоляционную пластинку 23. На выступающем конце изоляционной пластины закрепим

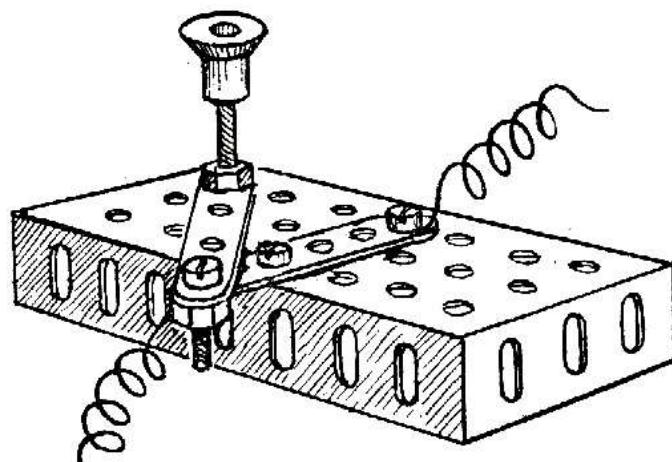


Рис. 63

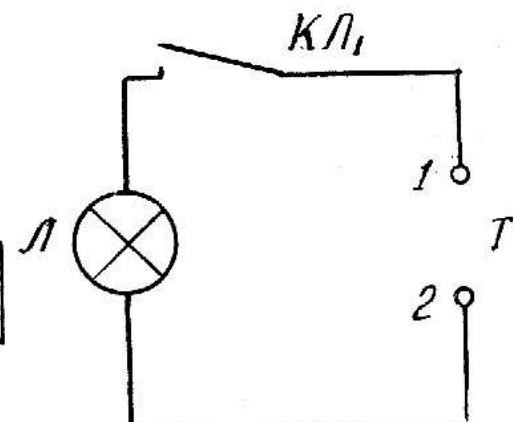


Рис. 63-а

железную пластинку 19 так, чтобы она могла поворачиваться вокруг винта.

На другом конце железной пластины закрепим длинный винт, который будет служить рукояткой. На верхнем конце рукоятки закрепим пластмассовый наконечник 10.

В положении, показанном на рис. 63, ток не может протекать через выключатель: цепь разомкнута.

Включим выключатель $K\mathcal{L}_1$ последовательно в цепь с лампочкой L и трансформатором T (рис. № 63-а).

Повернем рычаг выключателя так, чтобы он коснулся винта, закрепляющего изоляционную пластинку на основании, выключатель будет включен, ток будет протекать по цепи, и лампочка будет гореть.

Цепь будет замкнута до тех пор, пока мы не переведем рукоятку в положение, показанное на рис. 63.

2. Звонковый и телеграфный ключ.

На рис. 64 показан выключатель для кратковременных включений тока: для включений электрических звонков, для телеграфных аппаратов, для железнодорожных сигналов и в наших моделях, где требуется кратковременное включение. На основании 5, с помо-

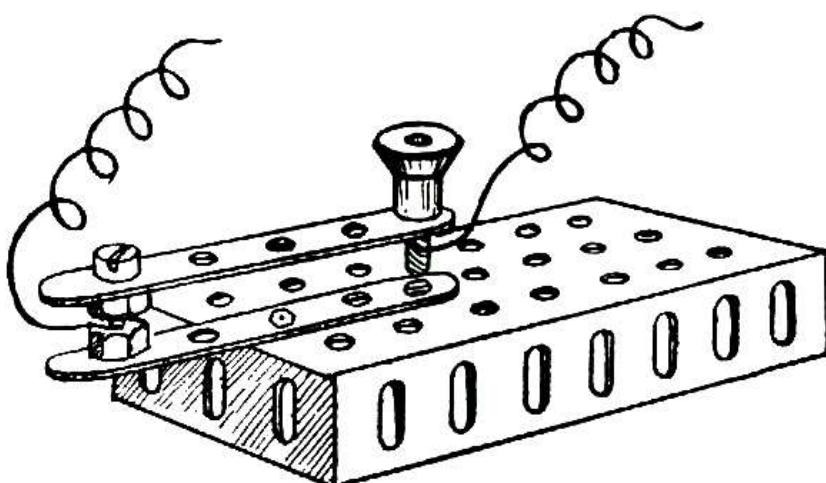


Рис. 64

щью винта, закрепим изоляционную пластинку 23, к ней прикрепим железную пластинку 17. На свободном конце железной пластины закрепим пластмассовый наконечник 10 — ручку ключа.

На рисунке показано положение разомкнутого ключа. Нажимая на ручку ключа, мы будем замыкать его. Соберем цепь по схеме 63-а, заменив рычажный переключатель Кл₁ собранным новым ключом Кл₂. Замыкание цепи будет лишь в тот момент, пока мы держим ключ нажатым.

3. Вращающийся прерыватель.

Вращающийся прерыватель применяется в тех случаях, когда требуются быстро следующие одно за другим замыкания и размыкания цепи электрического тока.

На основании (рис. 65) закрепим по бокам две железные пластины 19, которые будут служить опорой для оси 13.

На оси, между двумя гайками, закрепим зубчатку 12.

На конце оси закрепим рукоятку, составленную из латунной пластиинки 21 и длинного винта с пластмассовым наконечником 10.

На узкой стороне основания закрепим изоляционную пластинку 23, на ней закрепим латунную пластинку 22. Латунную пластинку изогнем так, чтобы она касалась одного из зубцов звездочки.

К винтам, как показано на рис. 65, подключим проводники и включим наш прерыватель в схему 63-а вместо ключа Кл₁.

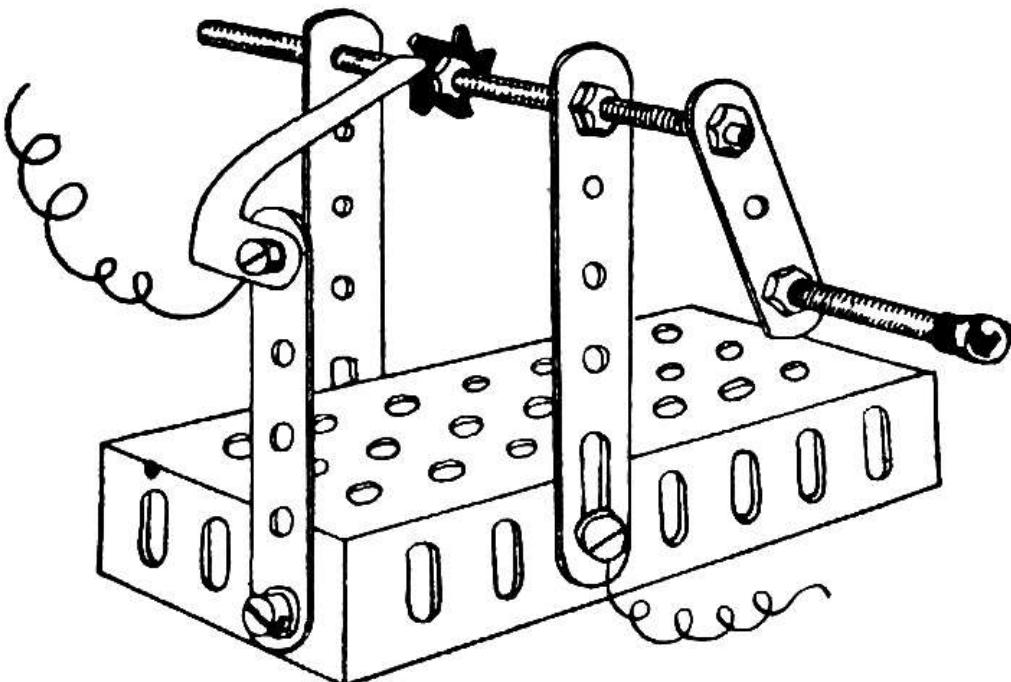


Рис. 65

Если вращать рукоятку, то латунная пластинка будет перескакивать с одного зубца на другой. В моменты перескакивания пружины и будет происходить размыкание цепи. Следовательно, на каждый полный оборот кривошипа мы получаем шесть замыканий и шесть размыканий цепи. Лампочка будет мигать.

4. Грузоподъемный электромагнит.

Грузоподъемный электромагнит применяется обычно в соединении с подъемным краном. Большое применение грузоподъемные магниты имеют на металлургических заводах, где большие количества металла подаются в плавильные печи прямо из вагонов. Большие электромагниты могут удерживать на своих полюсах железные грузы весом в несколько сот килограммов. После выключения тока, питающего обмотку электромагнита, груз отделяется от полюсов.

Соберем модель такого грузоподъемного магнита.

На основании 5 (рис. 66) закрепим две железные пластины 17 для опоры оси 13. На оси закрепим два полюсных колеса 8 зубцами наружу, а между ними — гайку, на которую будет наматываться шнур. На другом конце основания закрепим наклонно две железные пластины 19 и их верхние концы соединим осью, на середину которой посадим ролик 11. Через ролик перекинем

шнур, один конец которого закрепим на оси между полюсными колесами, а на втором конце закрепим нашу катушку с сердечником.

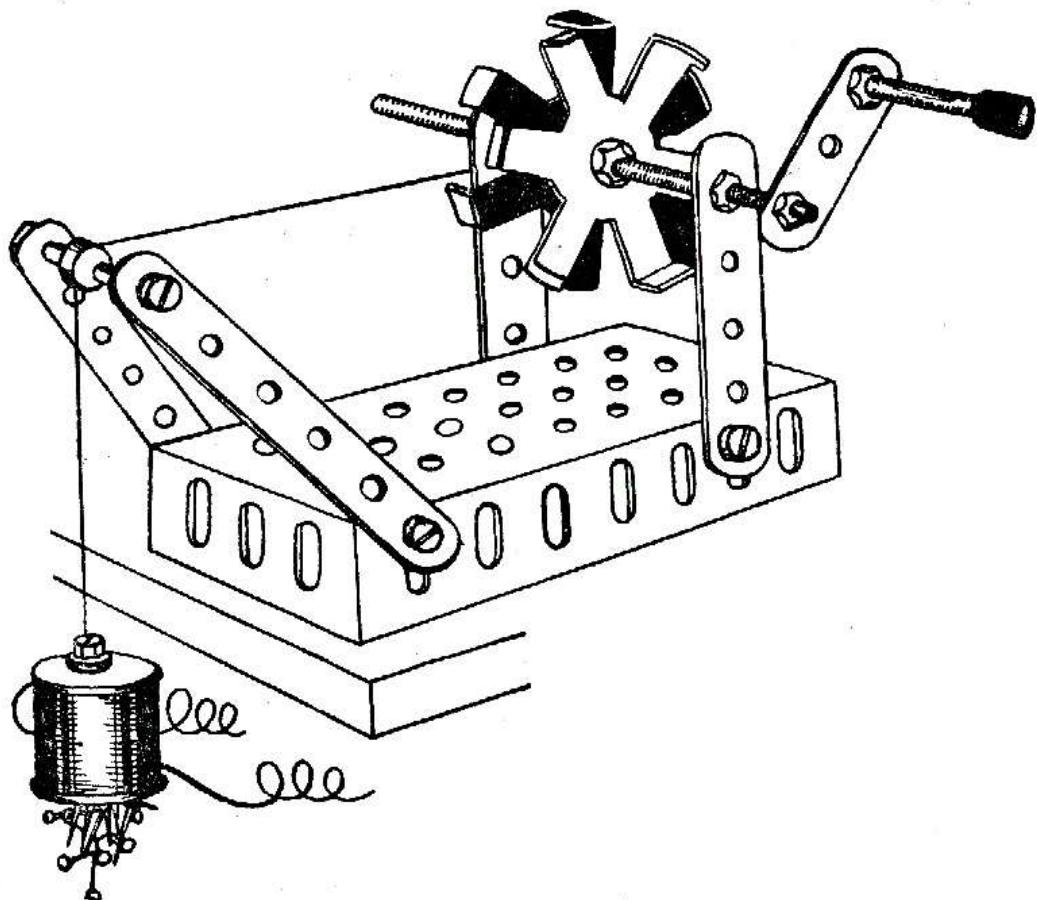


Рис. 66

Концы обмотки электромагнита ЭМ соединим через рычажный переключатель Кл₁ (схема № 66-а) с трансформатором Т.

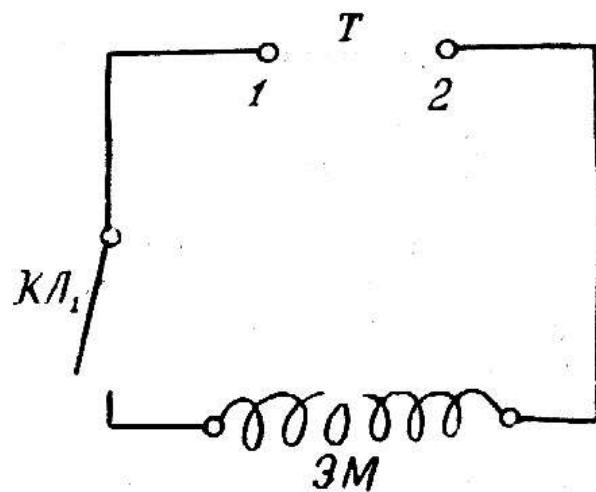


Рис. 66а

Концы проволоки, выступающие из катушки, для этой модели необходимо удлинить.

Кран устанавливается на краю стола.

Для игры на полу можно положить коробку с гвоздями, гайками и т. п. Поднимая и опуская включенный электромагнит, мы можем поднимать груз. Размыкая ключ $Кл_1$, груз можно оставить на любой высоте.

5. Груша для боксеров.

Груша служит для тренировки боксеров. Толстый резиновый канат закреплен одним концом к полу, а другим — к потолку. На

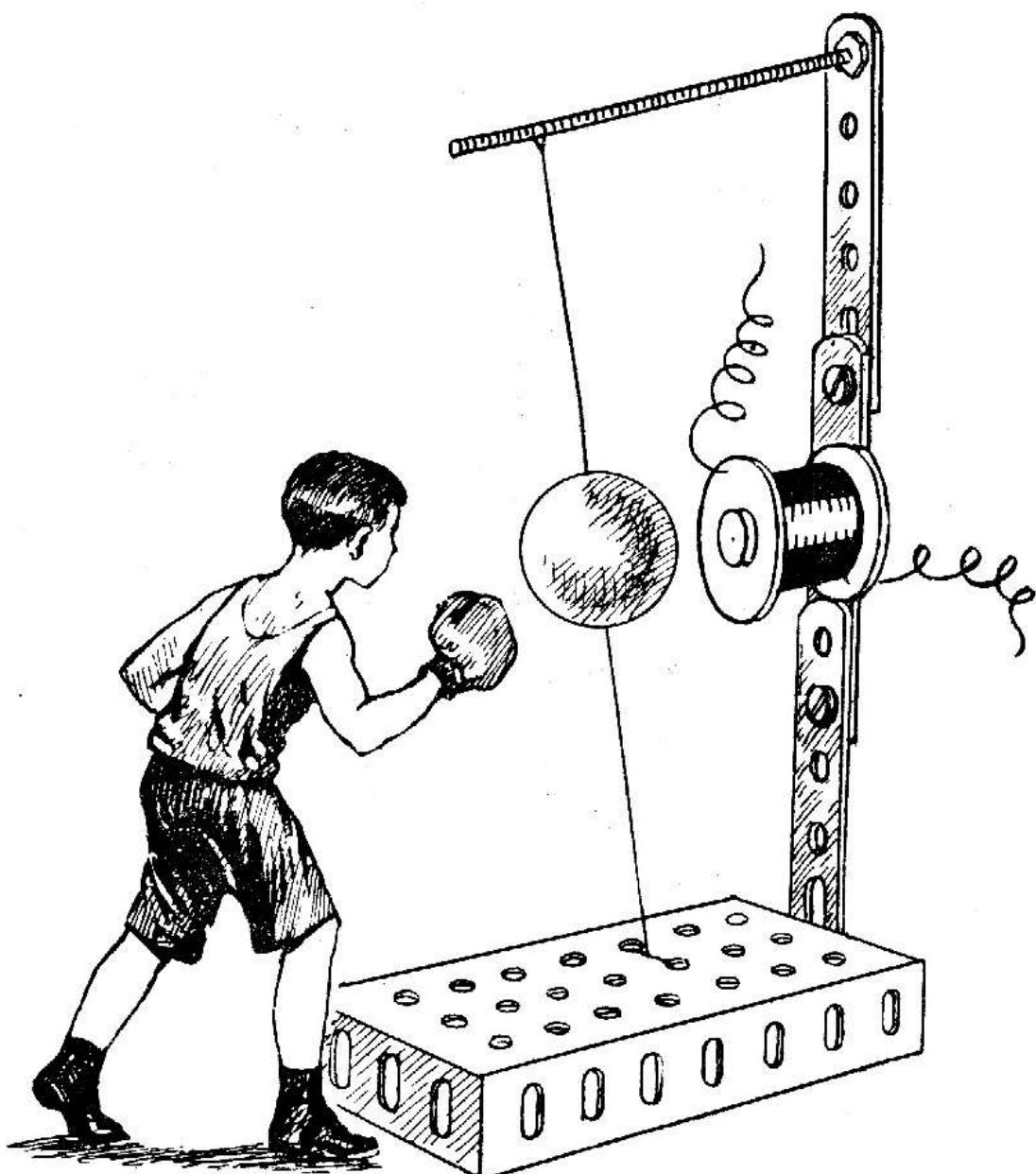


Рис. 67

уровне глаз тренирующегося к канату прикреплена груша, представляющая голову противника. Тренирующийся, ударяя по груше,

отбрасывает ее в сторону, но так как резиновый канат эластичен, то груша снова и снова возвращается на то же место.

Стойка, показанная на рис. 67, состоит из основания 5, на котором закреплены три железные пластинки 17 и 19. Наверху закрепим ось 13. Между осью и основанием натянем резиновый шнурочек, на середине которого спичками плотно закрепим металлический шарик 9. Напротив шарика на стойке закрепим электромагнит. Концы обмотки электромагнита ЭМ соединим через звонковый ключ Кл₂ с трансформатором Т (схема № 66-а).

Если замкнуть цепь тока ключом Кл₂, то шарик притягивается к электромагниту; если разомкнуть цепь, то под влиянием натянутого резинового шнура шарик возвратится в исходное положение. Если установить вблизи шарика куклу с двигающимися руками, то при правильной даче контакта получается впечатление, как будто кукла ударяет по мячу.

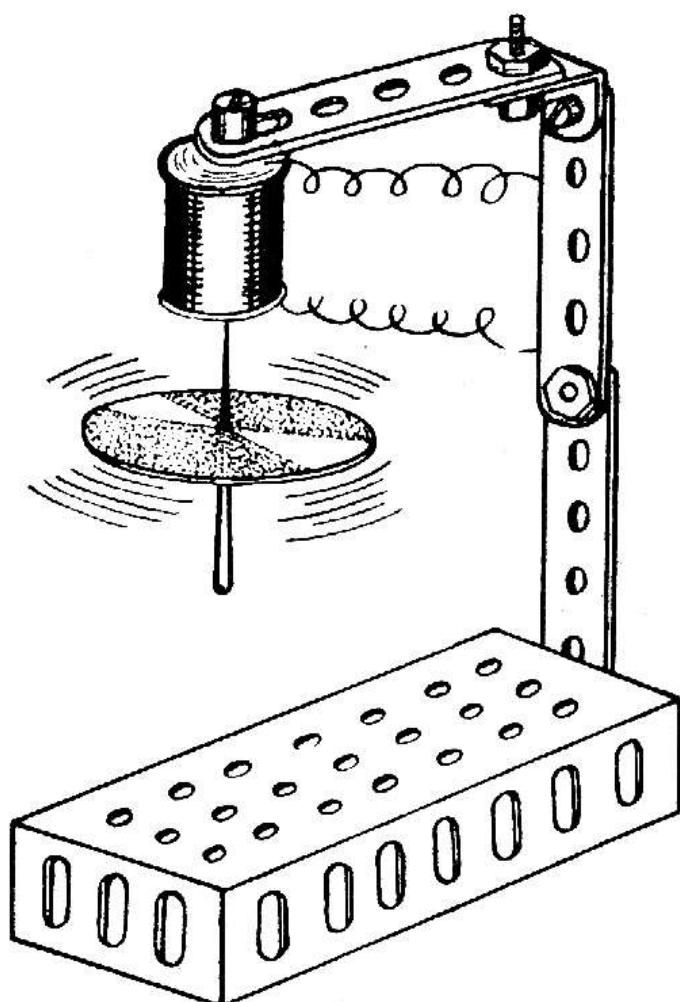


Рис. 68

Подключим катушку к зажимам трансформатора и, как показано на рисунке, подвесим наш волчок острием к нижнему полюсу электромагнита.

Электромагнит будет удерживать иглу.

Запустим волчок рукой и увидим, что волчок вращается вертикально длительное время. Это происходит оттого, что он вращается на очень тонком кончике иглы и поэтому испытывает мезначительное трение.

6. Волшебный волчок.

Мы привыкли видеть, что волчок вертится на своем острье, стоя на столе.

Заставим вращаться волчок в висячем положении.

Закрепим на основании 5 стойку, составленную из железных пластинок 17, 18, 19, как показано на рис. 68.

На верхней, горизонтальной пластинке 19 закрепим электромагнит. Вырежем из приложения цветной волчок и наклеим его на картонный кружок, волчок наколем на иглу.

7. Игра в кегли.

Как показано на рис. 69, на основании 5 закрепим стойку из 3-х железных пластинок 17 и 19. На верхнем конце стойки закрепим ось 13. На дне, внутри основания, установим электромагнит. На угольниках 14 к основанию, поверх электромагнита прикрепим кусок картона. К оси 13 подвесим на тонком шнуре металлический шарик так, чтобы он не касался картона,

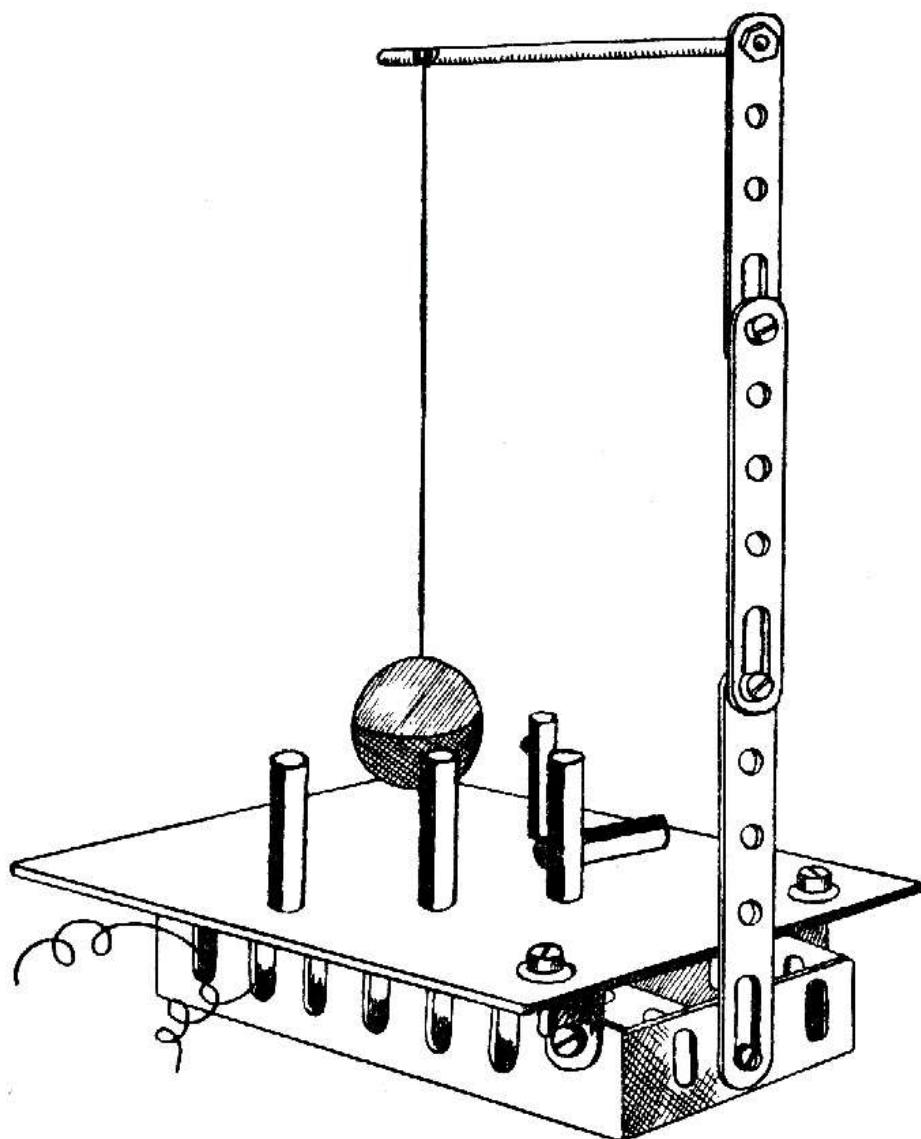


Рис. 69

но и не слишком высоко, причем шарик не должен висеть непосредственно над серединой электромагнита, а немного в стороне от него. Концы катушки электромагнита ЭМ соединим с трансформатором через звонковый ключ Кл₂ (рис. 66-а).

Включая и выключая ток в определенном ритме, мы можем заставить шарик сильно раскачиваться. Если мы на картоне расставим кегли, изготовленные из карандаша, то шариком можно их все опрокинуть. Для увеличения силы удара, можно увеличить вес шарика, наложив во внутрь его железные винты или гайки.

8. Электробилиард.

Сделаем из картона коробку и, как показано на рис. 71, вырежем 5 отверстий диаметром 2 см (отверстия должны быть такими, чтобы через них не проваливался шарик нашего набора).

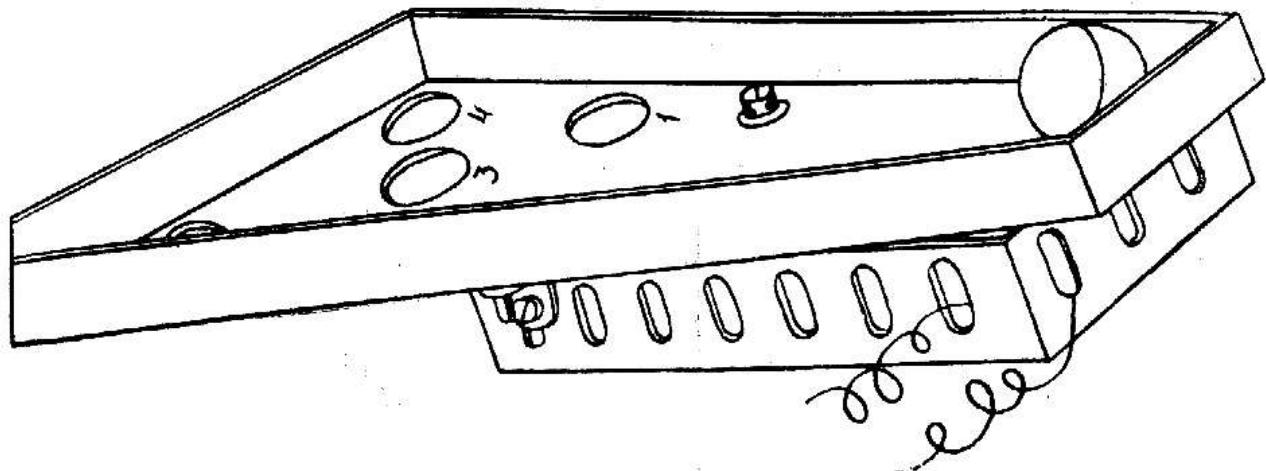


Рис. 70

Отверстия обозначим цифрами 1, 2, 3, 4 и 5.

На дно основания установим электромагнит. С помощью углеков 14 картонную коробку с отверстиями прикрепим над элек-

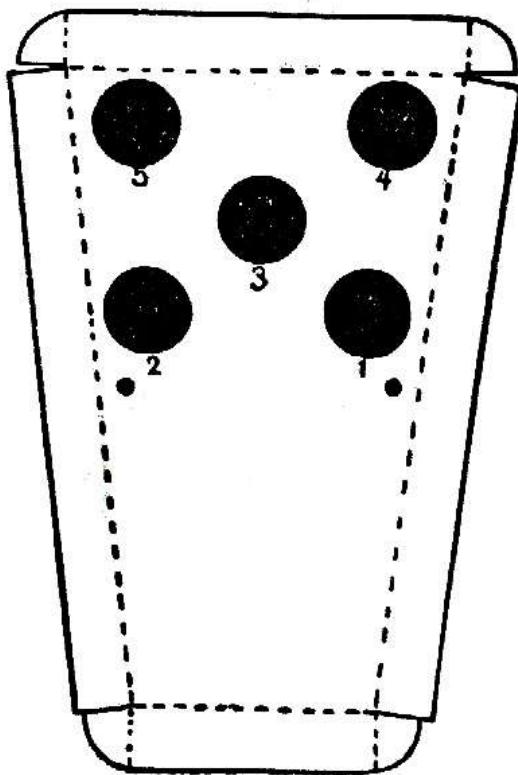


Рис. 71

тромагнитом к основанию. Картон должен иметь небольшой уклон в сторону электромагнита, чтобы шарик, предоставленный самому себе, всегда занимал положение, как показано на рис. 70.

Концы катушки электромагнита ЭМ соединим с зажимами трансформатора Т через звонковый ключ Кл₂ (схема 66-а).

Если включить ток, то шарик притягнется к электромагниту и встанет над ним (рис. 72).

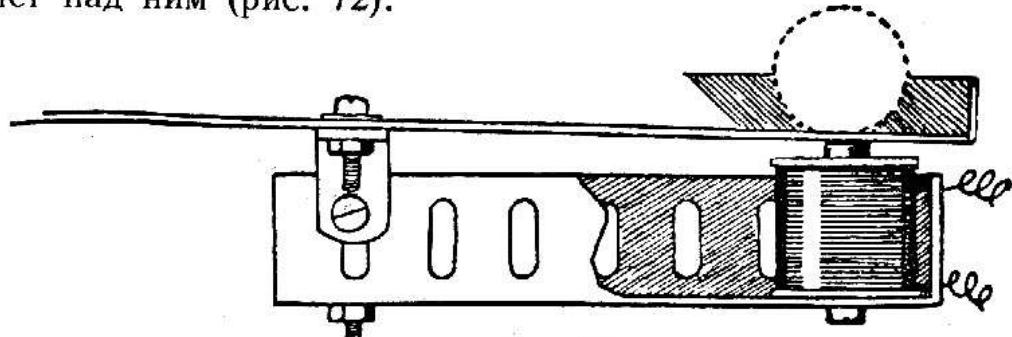


Рис. 72

В этом положении шарик будет оставаться до тех пор, пока включен ток.

Цепь тока надо прервать раньше, чем шарик займет положение над электромагнитом; тогда шарик по инерции покатится дальше и попадет в одно из отверстий.

Игра заключается в том, чтобы возможно меньшим числом включений тока загнать шарик в одно из отверстий с большей цифрой.

9. Клюющая утка.

Вырежем из цветного приложения утку: отдельно туловище и голову (рис. 73 и 74). Цветные вырезки наклеим на картон. Туло-

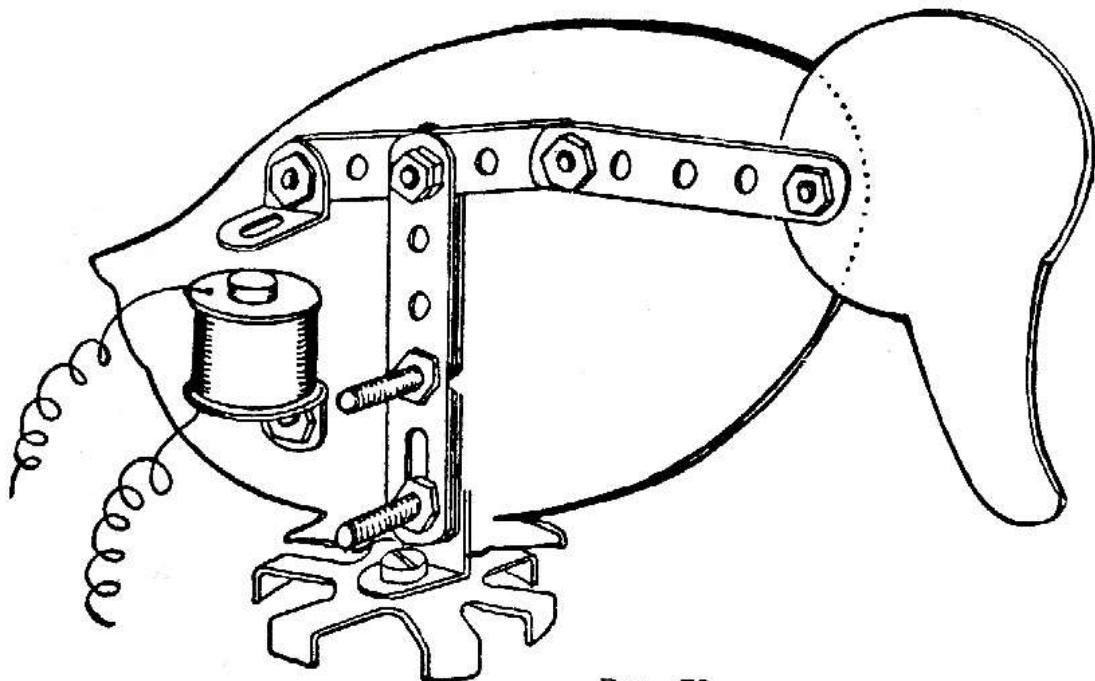


Рис. 73

вище с помощью угольников 14 прикрепим к полюсному колесу 8, которое будет служить ножкой. Кроме того, на этом же угольнике закрепим две железные пластинки (рис. 75), образующие опору подвижной части всего устройства. Для этого, чтобы подвижная

часть не застревала между обеими железными пластинками, установим второй распорный винт, на середину которого оденем две гайки так, чтобы они приходились между опорными пластинками. Подвижную часть составим из двух железных пластинок 17, на одном конце которой закрепим угольник 14.

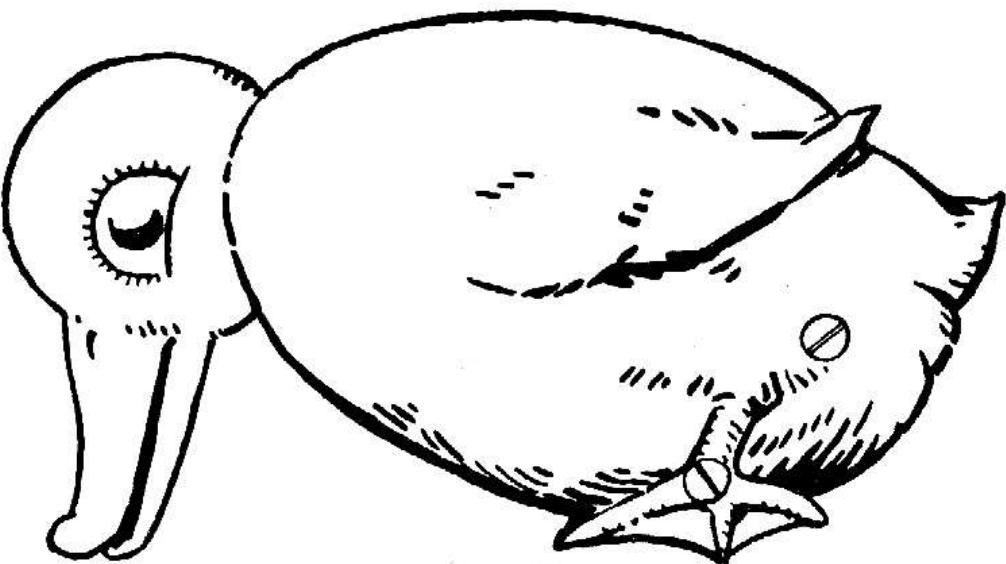


Рис. 74

Угольник будет притягиваться к электромагниту. На втором конце подвижной части закрепим головку утки. Под угольником подвижной части на туловище утки закрепим электромагнит с помощью другого угольника.

На втором конце подвижной части закрепим головку утки. Под угольником подвижной части на туловище утки закрепим электромагнит с помощью другого угольника.

Подключим катушку электромагнита через звонковый ключ (рис. 64) к зажимам трансформатора (схема 66-а). Когда ток будет протекать по обмотке катушки, угольник подвижной части притягивается к электромагниту и головка утки поднимется. Прервем цепь тока — и головка опустится.

Подвижная система (от головки до уголка) должна быть хорошо отбалансирована; чтобы головка не имела слишком большой перевес, кроме того, необходимо отрегулировать воздушный зазор между угольником и электромагнитом.

Включая и выключая ток, мы можем придать головке движение, создающее впечатление клюющей утки.

10. Регулировщик уличного движения.

Вырежем из приложения цветную фигуру регулировщика и наклеим на картон.

Эта модель собирается аналогично предыдущей, по рис. 76 и 77. Для большей устойчивости, фигурку, вместо полюсного колеса, лучше укрепить на основании 5.

Рис. 77

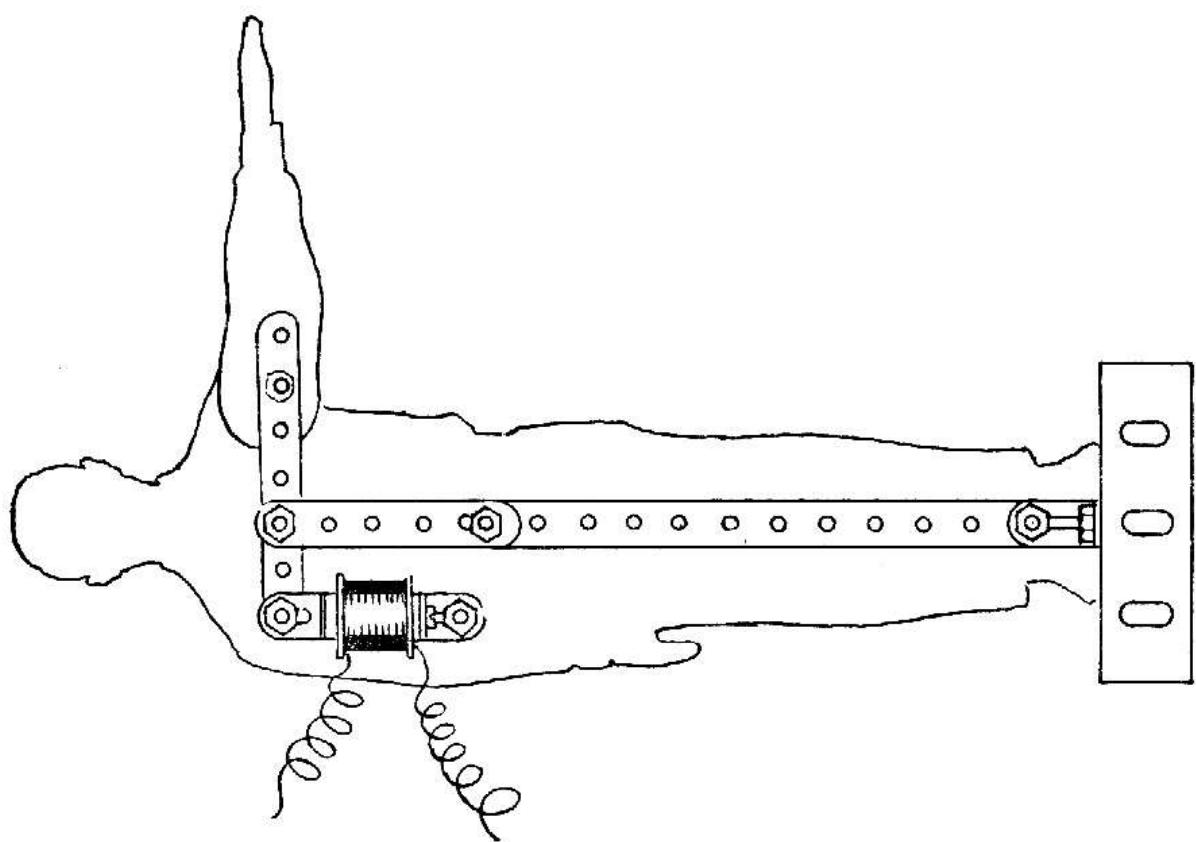
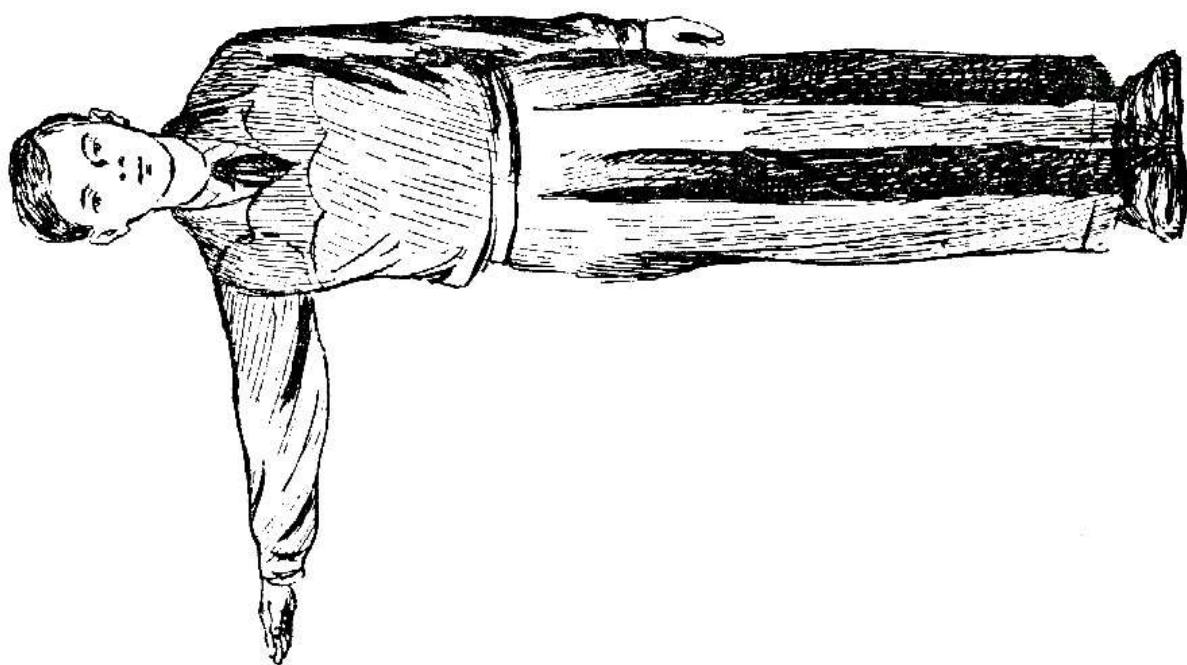


Рис. 76



11. Качели.

На основании 5 закрепим две железные пластинки 19, которые будут служить опорой для оси 13. На оси, с помощью угольников 14, шарнирно закрепим железную пластинку 17, к которой прикрепим деревянные планочки длиной около 30 см.

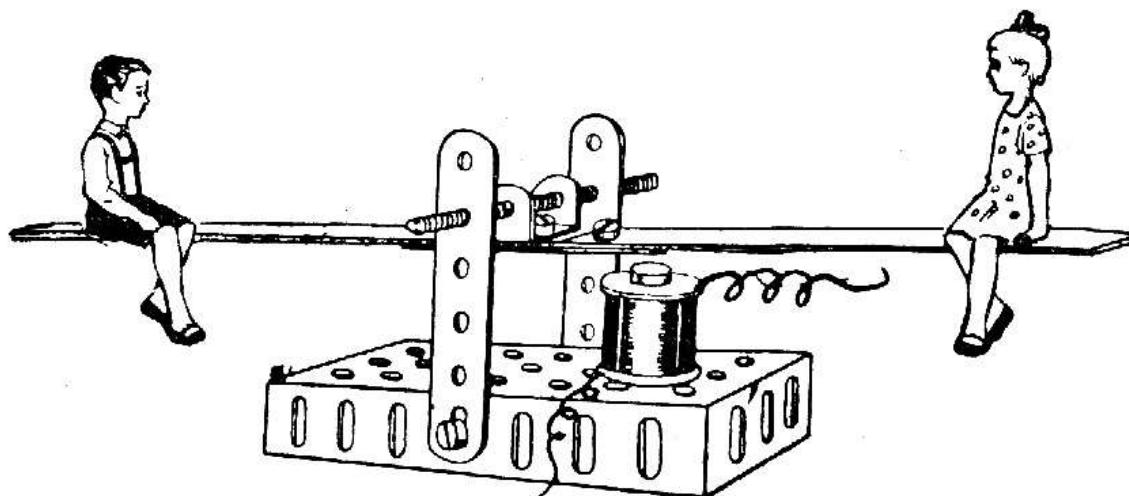


Рис. 78

Планочки изготовить нужно самим.

На концы планок посадим кукол или закрепим фигурки, вырезанные из приложения.

Под концом подвижной железной планки на основании закрепим электромагнит (рис. 78). Кукол надо посадить так, чтобы левая половина качелей в спокойном состоянии была немного ниже правой. Если пропустить ток по катушке электромагнита, то правый конец качелей притягивается к катушке, при разомкнутой цепи левая часть перевесит.

Ритмично замыкая и размыкая цепь тока с помощью звонкового ключа, получим непрерывное качание фигур.

В этой модели необходимо отрегулировать воздушный зазор, чтобы между полюсом электромагнита и железной пластинкой 17 не было прилипания железной пластинки к сердечнику электромагнита.

Под влиянием остаточного магнетизма железная пластинка может оставаться лежать на сердечнике электромагнита даже тогда, когда ток не будет протекать по обмотке катушки.

То же самое может получиться с уткой и с регулировщиком движения.

Прилипание может иметь место всегда, когда железная деталь непосредственно соприкасается с сердечником электромагнита.

На рис. 79 показано, как можно избавиться от такого прилипания.

Для этого достаточно на полюс (а) электромагнита положить кусочек свежей изоляционной ленты (в) и к ней приклейте тонкий кусок картона (от обложки школьной тетради).

12. Волшебный шарик.

Внутри основания 5, посередине, закрепим электромагнит. Для устойчивости основания прикрепим по его углам еще 4 винта. Над электромагнитом поставим суповую тарелку, для устойчивости тарелки на основании закрепим на нем винтами 4 опорных угольника 14 (рис. 80). В тарелку положим металлический шарик 9. Подключим катушку электромагнита ЭМ через звонковый ключ Кл₂ к зажимам трансформатора Т (рис. 66-а).

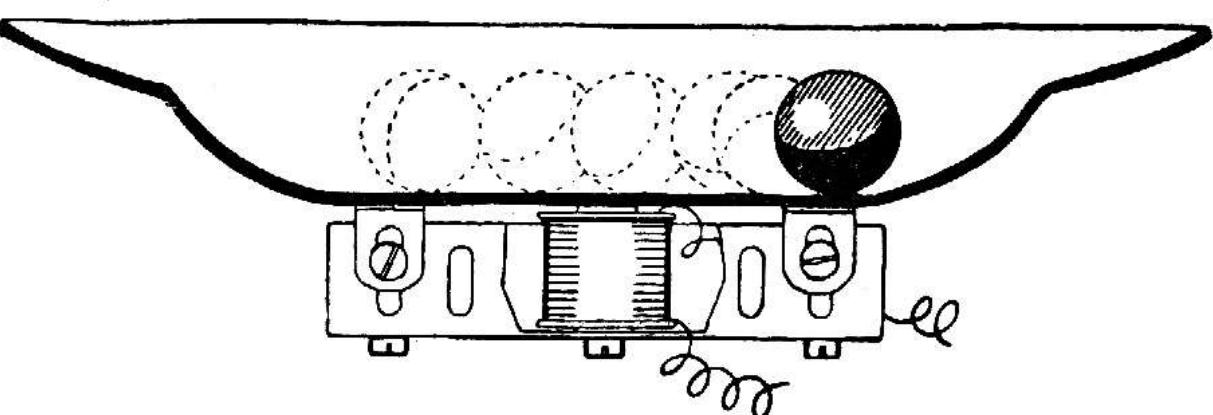


Рис. 80

При включении и выключении тока звонковым ключом шарик будет производить самые неожиданные движения. Если электромагнит с основанием закрыть салфеткой, то картина будет совсем загадочной.

Весь фокус заключается в том, что ток нужно выключать в тот момент, когда шарик находится над электромагнитом. Если вместо тарелки взять блюдечко, то можно заставить шарик выпрыгнуть из него.

13. Качающееся кресло.

Внутри основания 5, в одном из углов, закрепим электромагнит. Над электромагнитом, с помощью угольников 14, закрепим кусок картона. На картон поставим качающееся кресло.

Сборка кресла производится из деталей 14, 15, 16 и 20, как показано на рис. 81.

Подключим катушку электромагнита ЭМ через звонковый ключ Кл₂ к зажимам трансформатора Т (рис. 66-а). При включении тока звонковым ключом верхний полюс электромагнита притянет нижний край кресла и оно наклонится. Прервем ток — и кресло вернется в прежнее положение и, вследствие размаха, наклонится дальше,

в другую сторону. Замыкая и размыкая цепь тока, можно заставить кресло непрерывно раскачиваться.

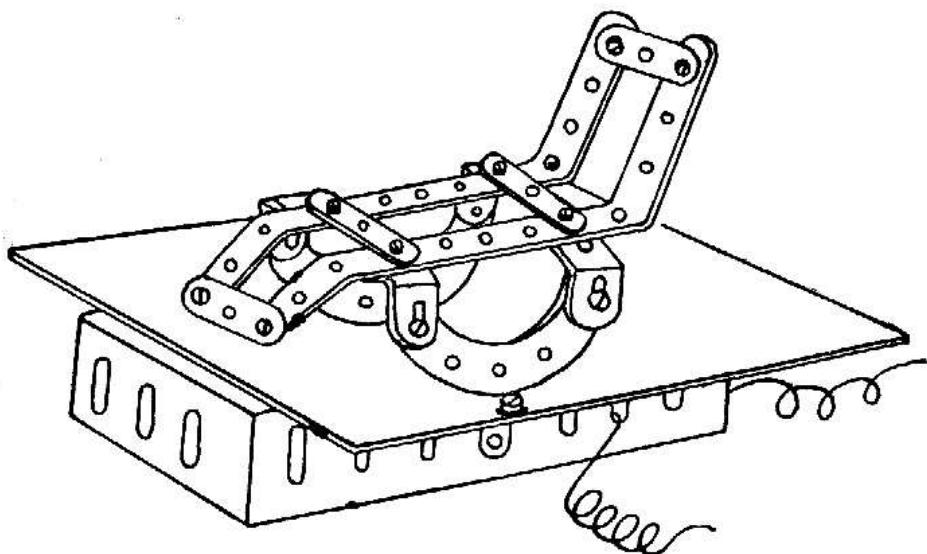


Рис. 81

Устанавливая кресло на картон, необходимо следить за тем, чтобы середина стула не находилась над серединой электромагнита, а приходилась так, как показано на рис. 82.

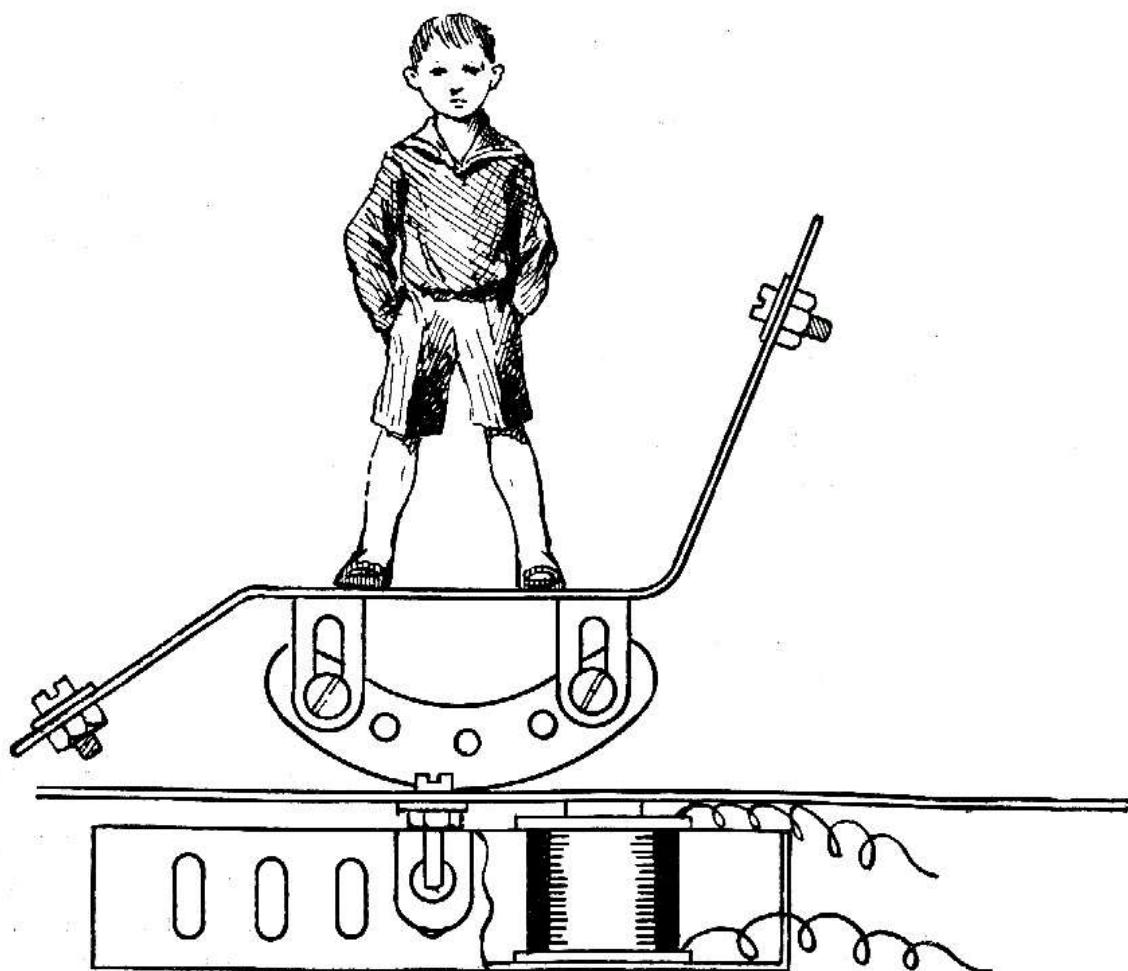


Рис. 82

14. Танцующая кукла.

На основании 5 закрепим две железные пластинки 19. На верхней пластинке с помощью угольника 14 закрепим пластинку 17 для крепления электромагнита. На изогнутой латунной пластинке 21 под электромагнитом закрепим железную пластинку 17 и на ней подвесим на тонкой резинке небольшую куклу (рис. 83).

Подключим катушку электромагнита ЭМ через звонковый ключ Кл₂ к зажимам трансформатора Т (рис. 66-а).

При включении тока звонковым ключом нижний полюс электромагнита притянет железную пластинку и поднимет ее вверх. Если ток прервать, железная пластинка под тяжестью куклы опустится вниз.

Латунная пружина и тонкий резиновый шнур создают хорошо пружинящую систему; включая ток в определенный момент, можно заставить куклу плясать непрерывно.

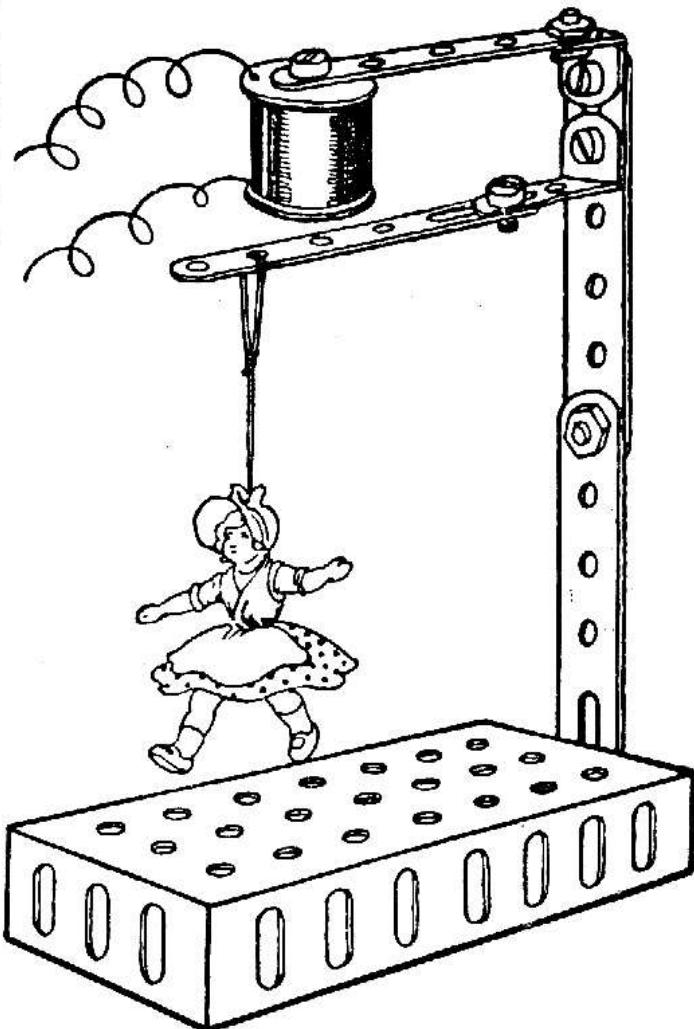


Рис. 83

15. Ныряющая рыбка.

Внутри основания 5, посередине, закрепим электромагнит. Для устойчивости основания по углам его прикрепим 4 винта. Над электромагнитом поставим суповую тарелку с водой, в воду опустим рыбку с приклеенной к ее брюшку металлической планкой или с насыпанными во внутрь ее железными опилками. Для устойчивости тарелки на основании закрепим 4 опорных угольника 14 (рис. 84).

Подключим катушку электромагнита ЭМ через звонковый ключ Кл₂ к зажимам трансформатора Т (рис. 66-а).

Если замкнуть цепь тока, то рыбка подплывет к верхнему полюсу электромагнита. Если прервать своевременно ток, то рыбка проплывет по инерции дальше. Включая опять ток, можно заставить

вернуться ее обратно. Если цепь тока замкнуть на продолжительное время, то рыбка не только остановится над электромагнитом, но

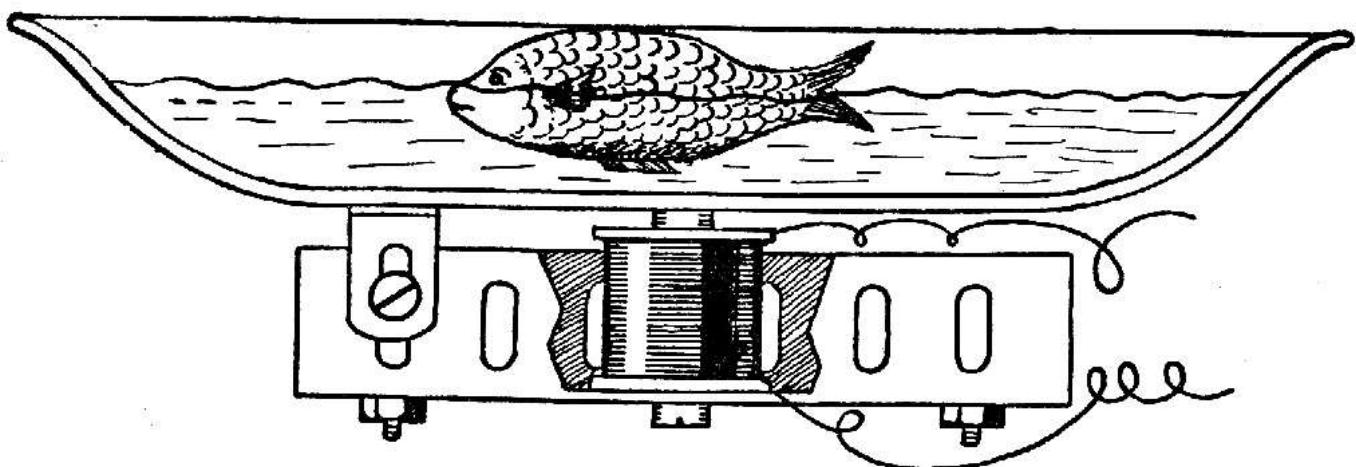


Рис. 84

и нырнет в воду. Вместо рыбки можно использовать любую плавающую игрушку, сделать в ней разрез и положить во внутрь один из винтов.

Так же можно использовать металлический шарик 9 набора.

Тарелку лучше брать с более тонким дном и в ней воды должно быть столько, чтобы расстояние от верхнего полюса электромагнита до игрушки не было слишком велико.

16. Яйцо в «равновесии».

Как известно, невозможно уравновесить и установить куриное яйцо на его верхушку.

С помощью включенного в цепь тока электромагнита мы можем это сделать (рис. 85). Для этого сделаем на верхушке и на нижней части сырого яйца по отверстию. Подуем в одно из отверстий и все содержимое выйдет из яйца через другое отверстие.

Через отверстие во внутрь яйца насыпим железных опилок. Отверстие тщательно заклеим белой бумажкой.

Если подготовленное таким образом яйцо поставить на полюс включенного электромагнита, то оно будет стоять. Для большего впечатления электромагнит лучше закрыть салфеткой.

17. Плавание по команде.

На стойке, изображенной на рис. 86, закрепим электромагнит. Под электромагнитом поставим тарелку с водой. Поставим на воду любую игрушку, способную плавать (рыбку, лебедя и т. п.), игрушку проколем намагниченной штопальной иглой.

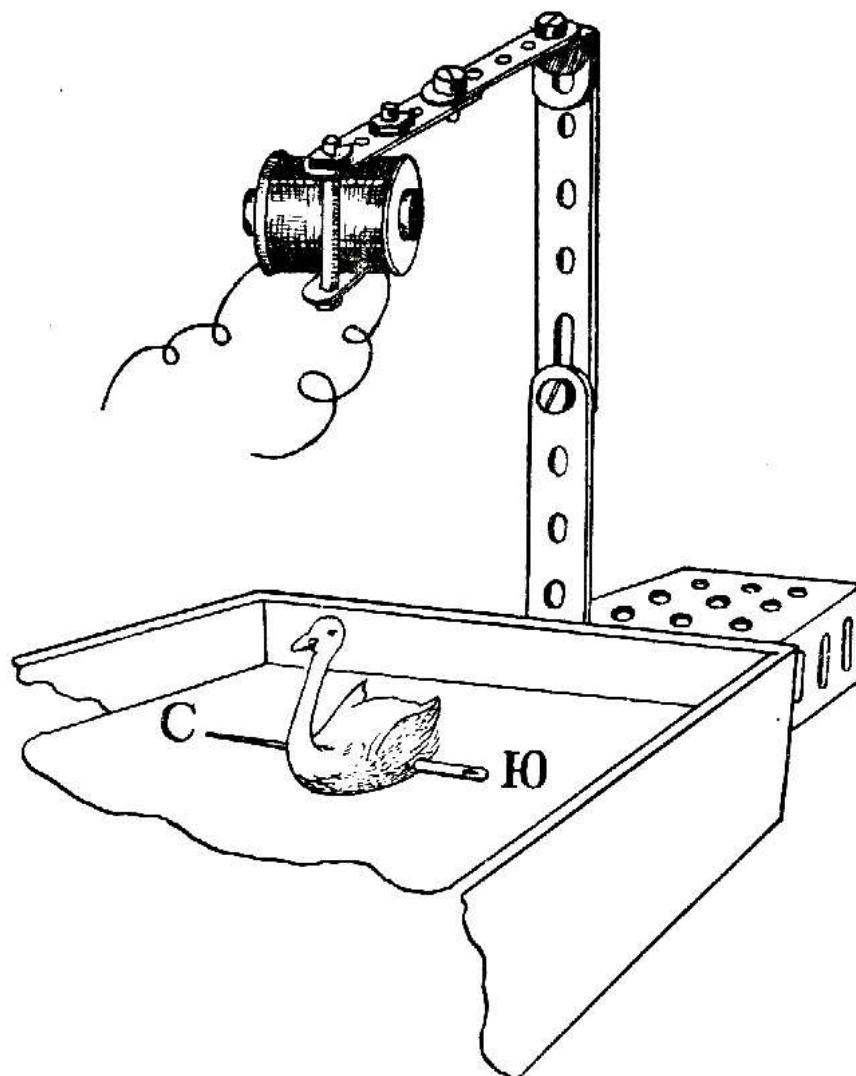


Рис. 86

Если через обмотку катушки пропустить *постоянный* ток, чтобы, как на рисунке, одноименные полюсы приходились один против другого, они будут отталкиваться один от другого и игрушка будет поворачиваться, пока друг против друга не придутся разноименные полюсы.

Если мы переменим направление тока в катушке, то игрушка снова повернется.

Включая и выключая своевременно ток, можно заставить игрушку кружиться непрерывно.

18. Электромагнитный маятник.

Закрепим внутри, в середине основания 5, электромагнит. Снаружи, к боковым стенкам основания, прикрепим две железные пластинки 19, которые будут служить опорой для оси 13.

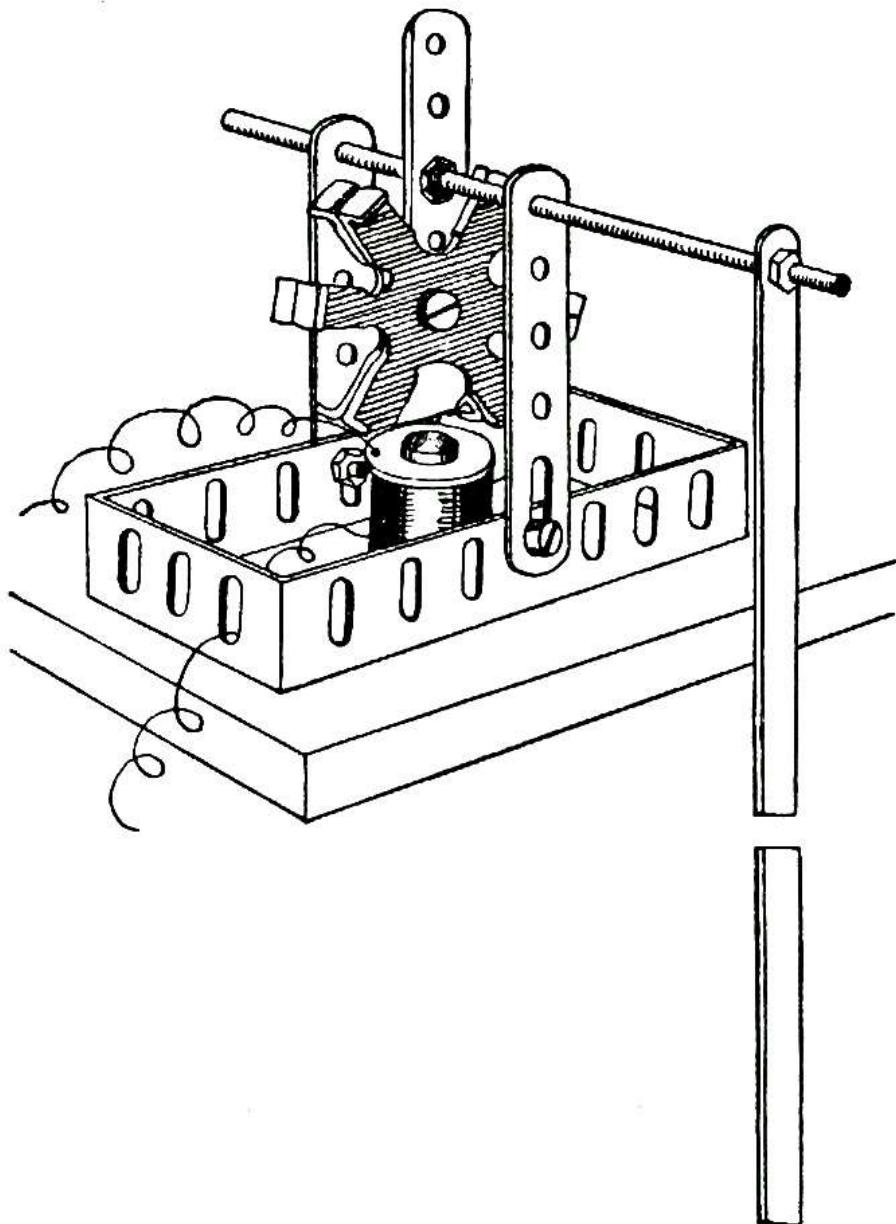


Рис. 87

На оси закрепим, зажав между двумя гайками, железную пластинку 17. Затем с обеих сторон оденем полюсные колеса 8 так, чтобы зубцы были наружу. На конце оси, между двумя гайками, закрепим длинную рейку из картона или дерева. На нижнем конце привяжем какую-нибудь фигурку (рис. 87). Модель установим на краю стола.

Катушку электромагнита ЭМ соединим с зажимами трансформатора Т через звонковый ключ Кл₂ по схеме 66-а.

Если включить ток, то ближайшие зубцы полюсных колец притянутся к электромагниту и рейка повернется. Если прервать ток, то рейка качнется обратно. Замыкая и размыкая цепь ключом, мы можем заставить раскачиваться рейку сколько захотим.

Необходимо следить за тем, чтобы воздушный зазор между зубцами полюсных колес и полюсом электромагнита был как можно меньше, но нельзя допускать касания, т. к. в этом случае модель не будет работать.

19. Электромагнитный клоун.

В этой модели используем способность катушки с током втягивать в себя сердечник. Пользуясь этим свойством электромагнита,

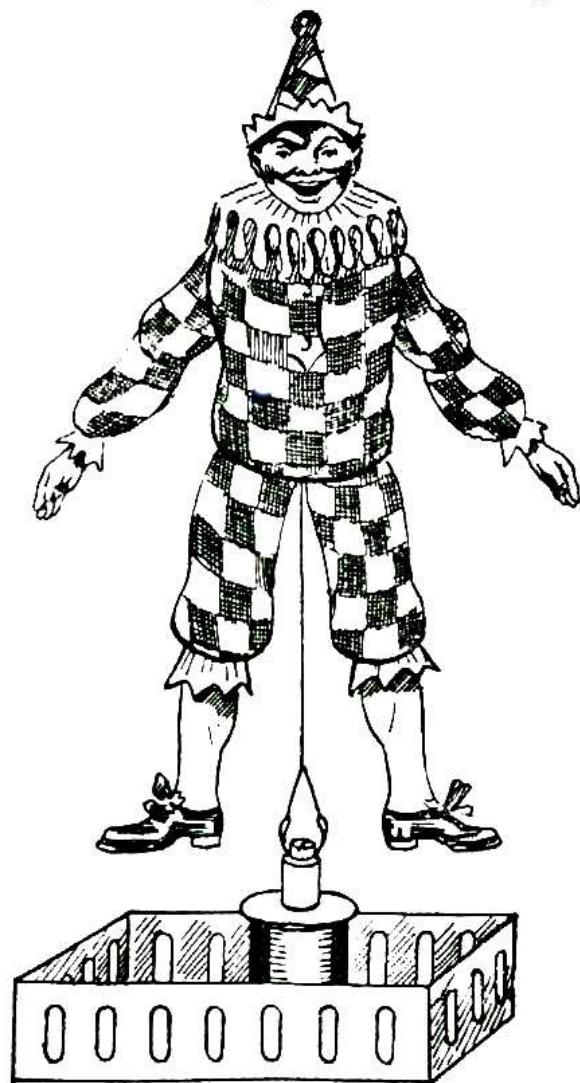


Рис. 88

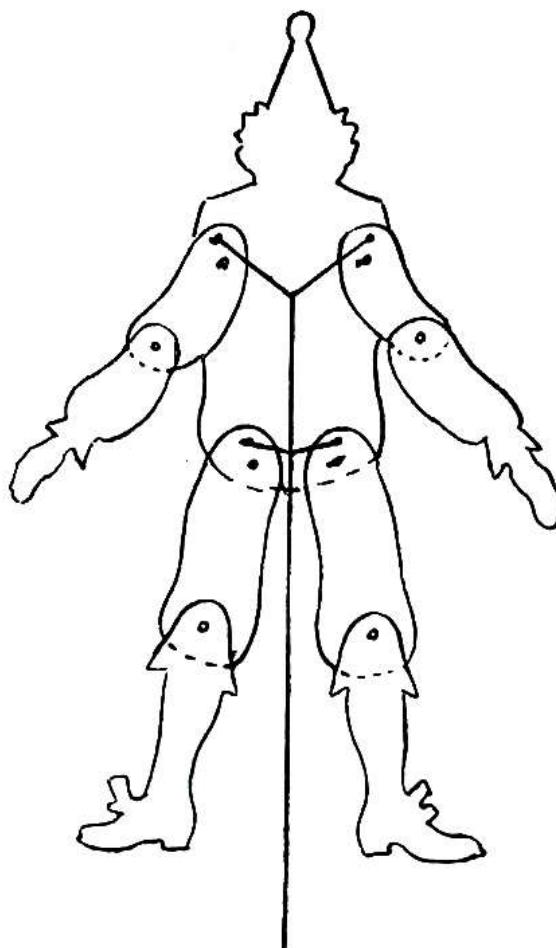


Рис. 89

заставим вырезанного из картона клоуна поднимать руки и ноги (рис. 88).

Вырежем цветного клоуна, свяжем конечности ниткой и подвесим его на длинном гвозде (рис. 89).

На свободном конце нитки закрепим железный сердечник электромагнита. Сердечник наполовину введем в катушку. Катушку

электромагнита установим на столе внутри основания 5. Концы катушки электромагнита ЭМ соединим с зажимами трансформатора Т через звонковый ключ Кл₂ по схеме 66-а.

Если включить ток, то сердечник втянется в катушку до конца, натянет нить и нить потянет за собой конечности — клоун взмахнет руками и ногами.

Замыкая и размыкая цепь, можно заставить клоуна двигать конечностями непрерывно, если сделать противовес сердечнику.

20. Электрический звонок без прерывателя.

Соберем модель простейшего звонка (рис. 90).

На рис. 91 показано, как крепится чашечка звонка 6 к основанию 5. Сначала винт прикрепим гайкой к звонковой чашечке, а затем винт закрепим двумя гайками на основании.

С помощью двух винтов на основании закрепим железную пластинку 19, на свободном конце которой закрепим угольник 14. На угольнике закрепим латунную пластинку 21.

На свободном конце латунной пластинки закрепим железную пла-

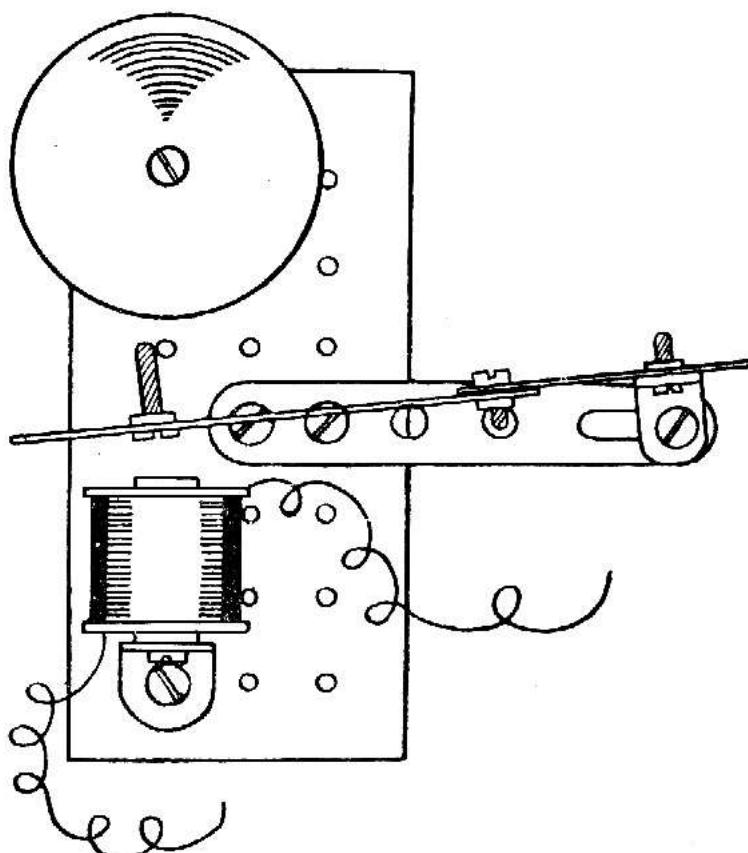


Рис. 90

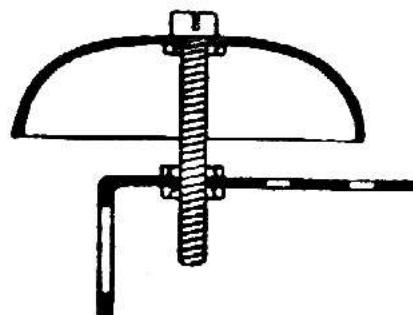


Рис. 91

стину 17, на которой закрепим винт так, чтобы он находился против звонковой чашки. По другую сторону железной пластинки 17 установим электромагнит, закрепив его на основании угольником. Концы катушки электромагнита ЭМ соединим с зажимами трансформатора Т через звонковый ключ Кл₂ (схема 66-а).

Если включить ток, то железная пластинка с винтом (молоточек звонка) притягивается к электромагниту; если выключить ток, то пластинка отходит обратно. Под действием упругой латунной пружины винт ударяет по звонковой чашке.

Размыкая и замыкая цепь звонковым ключом, можно добиться того, чтобы удары винта по чашечке были более частыми.

Удобнее, вместо звонкового ключа, пользоваться вращающимся прерывателем (модель 3, рис. 65). Вращая рукоятку, можно заставить звонить звонок равномерно.

21. Сигнальный диск.

В центре основания 5 закрепим электромагнит, по краям основания закрепим железные пластинки 19 для опоры оси 13 с полюсными колесами 8 (рис. 92).

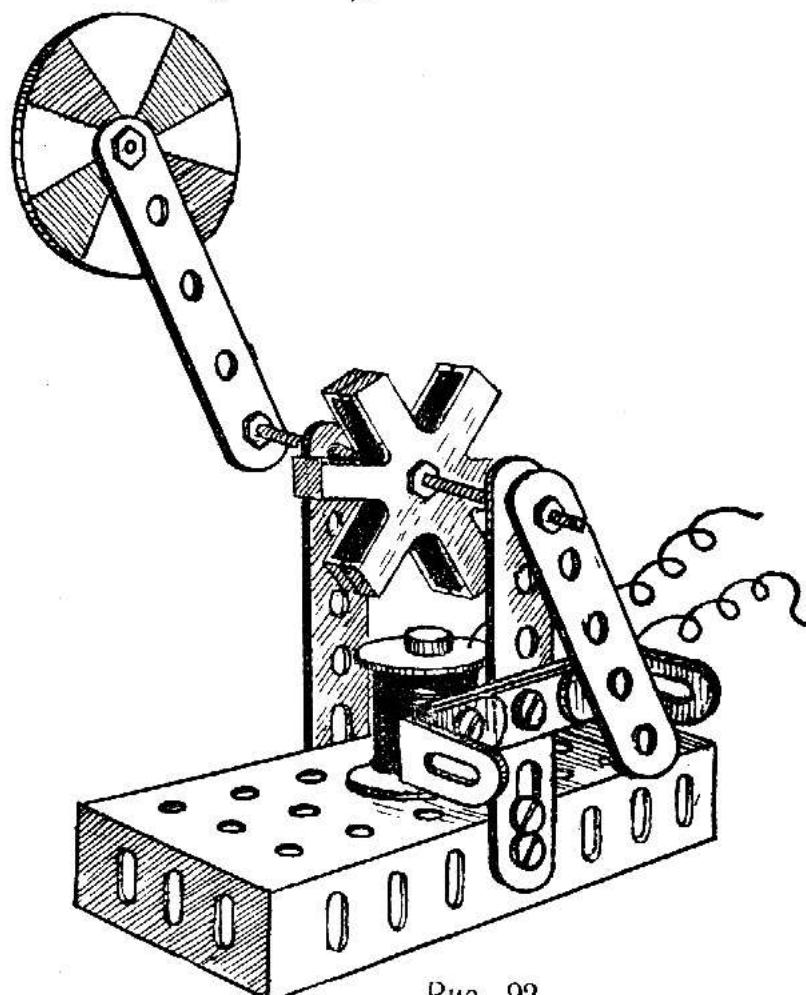


Рис. 92

На одном конце оси закрепим железную пластинку 17 с сигнальным диском из картона. На другом конце оси закрепим изоляционную пластинку 23. Движение этой пластинки ограничим двумя угольниками, которые закрепим на железной пластинке с помощью латунной пластинки 21. Концы катушки электромагнита ЭМ соединим с зажимами трансформатора Т через звонковый ключ Кл₂ (схема 66-а).

Если включить ток, то ближайшая пара зубцов полюсных колес притягивается к верхнему полюсу электромагнита. Если ток выключить, то сигнальный диск перекинется в другую сторону.

22. Железнодорожный семафор.

В центре основания закрепим угольник 14 и к нему прикрепим стойку, составленную из железных пластинок 17, 19.

На верху стойки закрепим длинный винт. На винт оденем изоляционную пластинку 23 и закрепим ее гайкой так, чтобы она

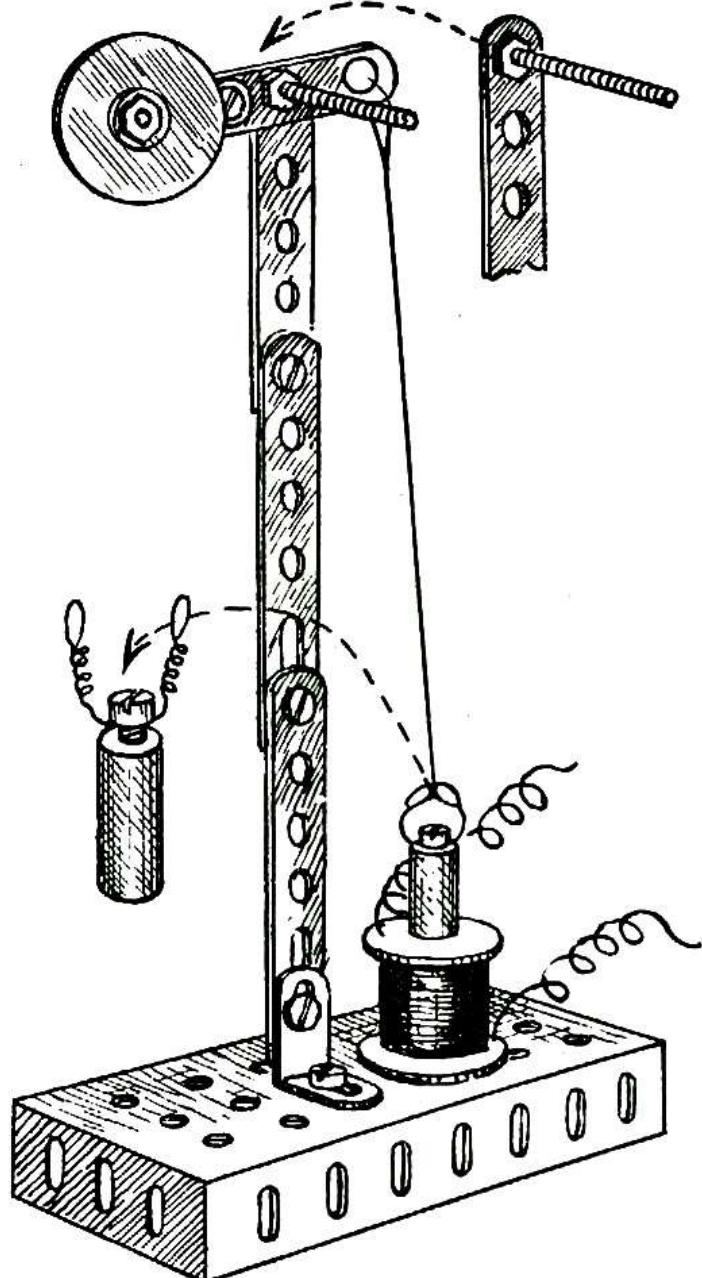


Рис. 93

свободно вращалась. На одном конце изоляционной пластиинки закрепим раскрашенный картонный диск, а к другому концу подвесим на тонком шнуре железный сердечник 7 так, чтобы он на одну треть входил в катушку. Катушку электромагнита закрепим на основании, как показано на рис. 94.

Для этого к основанию прикрепим ролик 11 и поверх оденем катушку. Концы катушки электромагнита ЭМ соединим с зажимами трансформатора Т через звонковый ключ Кл₂ по схеме 66-а. Если

включить ток, то железный сердечник будет втянут в катушку и сигнальный диск поднимется вверх (рис. 95). Если выключить ток, то под действием тяжести диска сердечник должен снова возвратиться в исходное положение. На этом же конце, где закреплен диск, необходимо закрепить упорный угольник 14, чтобы сигнальный диск не опускался ниже горизонтального положения и в то же время угольник служит противовесом для сердечника.

Эта модель должна быть хорошо отбалансирована (рис. 93).

Если ток выключен, то плечо сигнала должно стоять горизонтально. Сигнальный диск не должен быть слишком тяжелым, чтобы у электромагнита хватило силы на его подъем, в то же

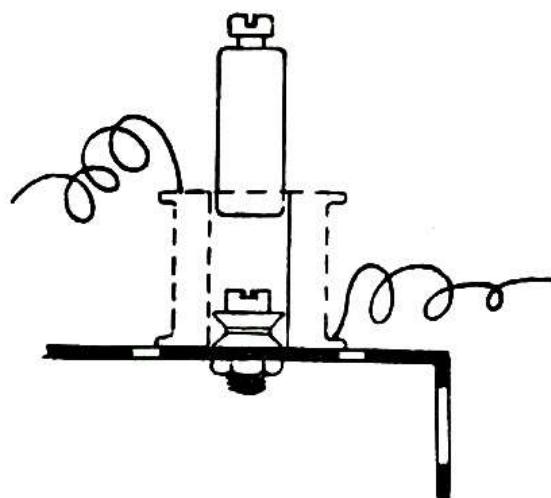


Рис. 94

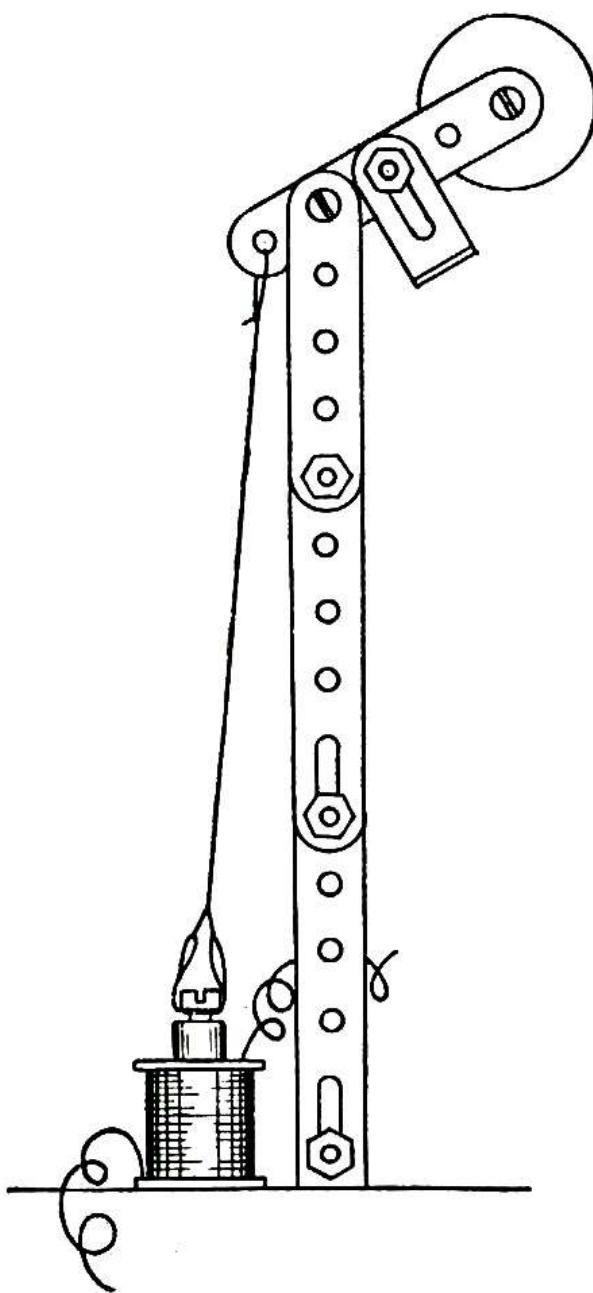


Рис. 95

время он должен иметь достаточный вес, чтобы с прерыванием тока возвратиться в исходное положение. Эту модель интересно использовать в сочетании с игрушечной железной дорогой.

23. Железнодорожный шлагбаум.

На основании 5 закрепим две железные пластины 17, которые будут служить опорой оси 13. На оси между двух железных пластин 17 закрепим латунную пластину 21. На свободном конце латунной пластины закрепим шлагбаум.

Шлагбаум можно сделать из картона, раскрасив его тушью. Нижнюю и верхнюю планки лучше соединить скобками, как показано на рис. 96.

Шлагбаум нужно хорошо отбалансировать. Левая половина должна быть немного тяжелее правой, чтобы в момент выключения тока шлагбаум мог опускаться сам.

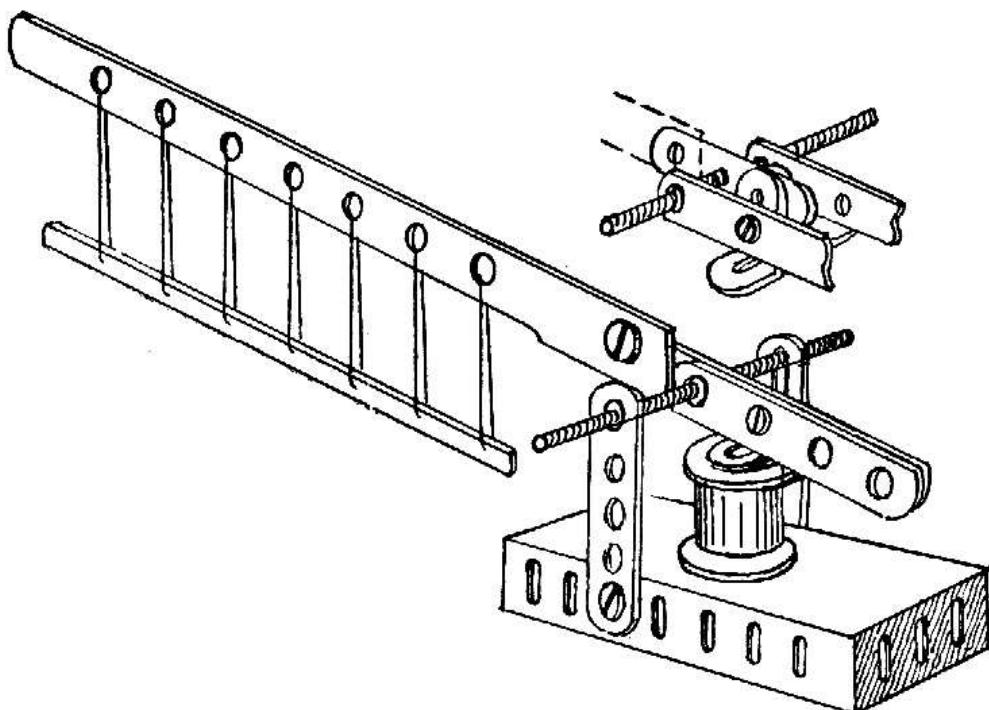


Рис. 96

Справа от оси, между двумя железными пластинками, закрепим два угольника 14, которые будут притягиваться к электромагниту в момент включения тока. Электромагнит закрепим на основании так, чтобы он был под лапками угольников. Катушку электромагнита ЭМ соединим с зажимами трансформатора Т через звонковый ключ Кл₂ (схема 6б-а).

При включении тока угольники притянутся к электромагниту и шлагбаум поднимается.

24. Электромагнитный телеграф.

Построим модель простейшего телеграфного аппарата.

Приемная станция. На основании 5 закрепим стойку, составленную из железных пластинок 17, 19. К стойке (рис. 97) винтами прикрепим картон. На картоне с помощью угольника закрепим электромагнит. Наверху, на картоне закрепим над серединой электромагнита винт и подвесим на нем нитку с иглой. Иголку предварительно намагнитим, как рекомендовалось в опыте 3. По обе стороны иглы закрепим в картоне две заостренные спички, которые будут регулировать размах иглы.

С правой стороны нарисуем точку (.) для указания, что отклонение иглы вправо обозначает точку по азбуке Морзе. Отклонение иглы влево означает тире (-).

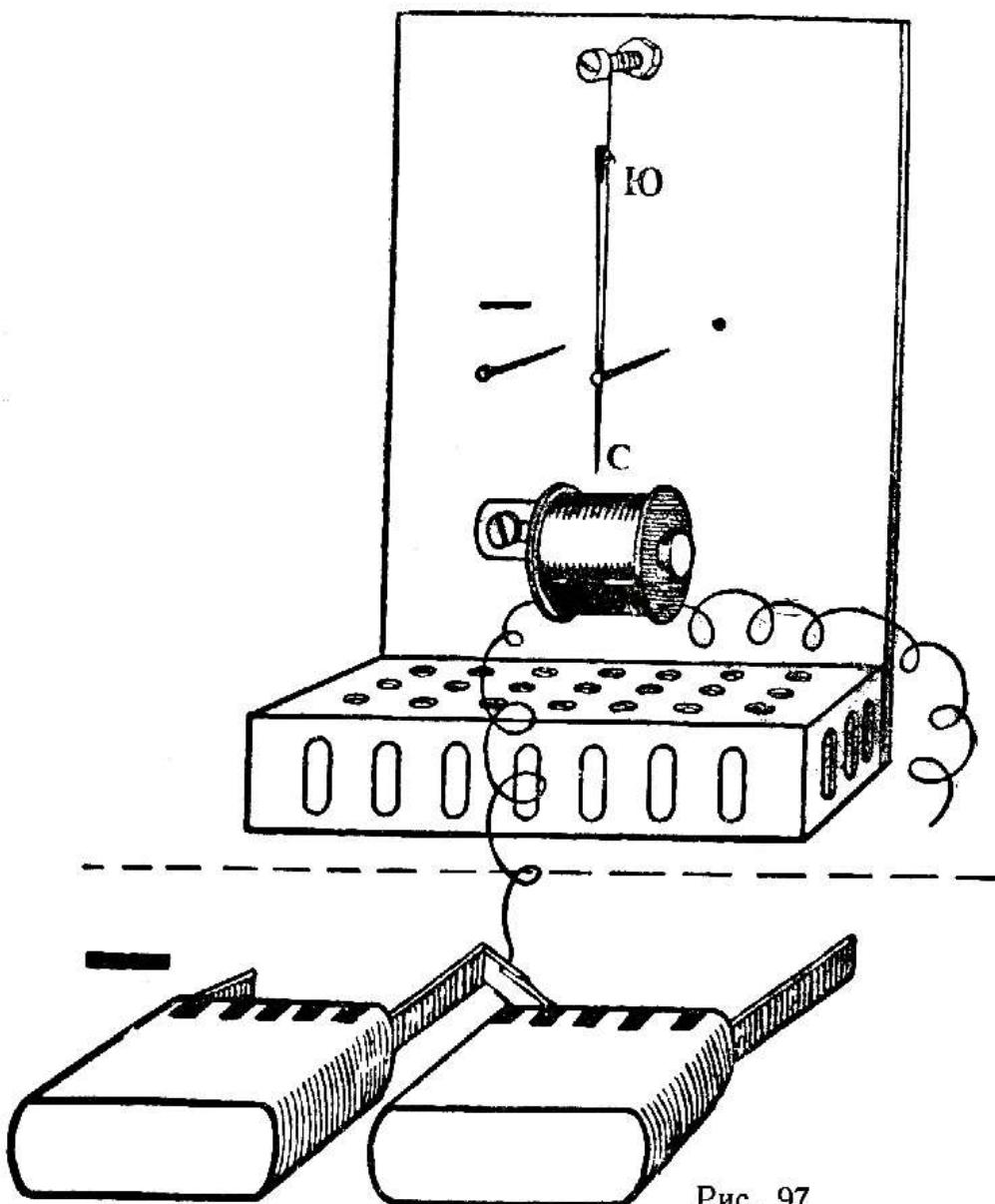


Рис. 97

Из длинных и коротких черточек или, как принято говорить, из тире и точек составлен алфавит азбуки морзе:

а	—	м	— —	ц	— — —	1	— — — —
б	— — —	н	— .	ч	— — — .	2	.. — —
в	— — —	о	— — — —	ш	— — — —	3	... — —
г	— — —	п	— — — .	щ	— — — — .	4 —
д	— — ..	р	— .	э	— — — ..	5
е	.	с	ю	— — — .	6
ж	... — —	т	— .	я	— — — .	7	— — — ..
з	— — — —	у	— . .	ь	— . .	8	— — .. .
и	.. .	ф	— — — .	ы	— . .	9	— —
к	— — —	х	— — ..	й	— . .	0	— —
л	— — ..						

Передающая станция. Передающую станцию лучше установить в другом помещении.

Передающую станцию составим из 2-х батарей. Батарейки соединим между собой последовательно, соединив длинную пружину левой батарейки с короткой пружиной правой батарейки.

Один конец электромагнита соединим с этой общей точкой батареек. (Концы катушки электромагнита предварительно нарастим — удлиним звонковым проводом.)

Второй конец катушки электромагнита оставим свободным.

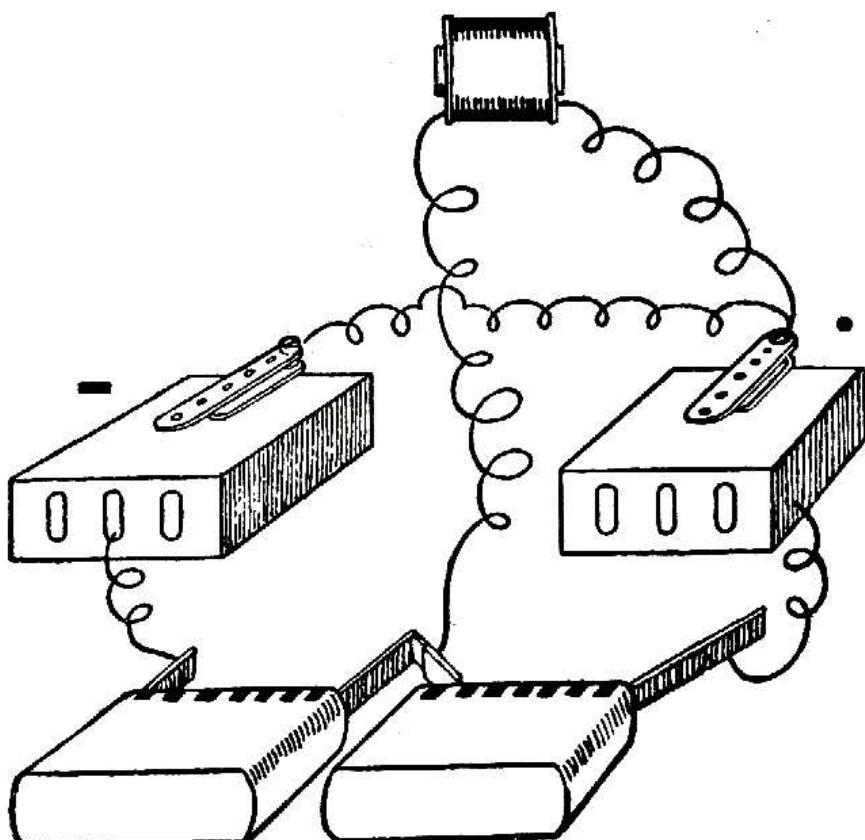


Рис. 98

Если коснемся этим концом длинной пружины правой батареи, то на приемной станции игла отклонится вправо, если коснемся короткой пружины левой батарейки, то игла отклонится влево.

Записывая знаки (точки и тире), можно расшифровать с помощью азбуки Морзе все, что передавалось с передаточной станции. Удобнее, если на передаточной станции установить два ключа (модель 2), как показано на рис. 98. (Ключи можно закрепить на любых картонных коробках.) Нажимая правый ключ, мы заставляем иглу отклоняться вправо, а нажимая левый ключ, заставляем ее отклоняться влево.

Нажимая правый ключ, мы включаем ток в таком направлении, когда на правой стороне электромагнита образуется северный полюс. Северный полюс электромагнита притягивает южный полюс намагниченной иглы и она отклоняется вправо.

Нажимая левый ключ, мы даем обратное направление току в обмотке катушки; полюсы электромагнита переменяются, и игла отклонится влево т. к. одноименные полюсы отталкиваются, а разноименные притягиваются. Наш телеграфный аппарат может работать только на постоянном токе (от батареек).

25. Электроизмерительный прибор.

Сделаем простейший прибор для измерения магнетизма, тока и напряжения.

На основании 5 закрепим стойку, составленную из железных пластинок 17, 19. К стойке прикрепим картон. На картоне с помощью угольника закрепим электромагнит (рис. 99).

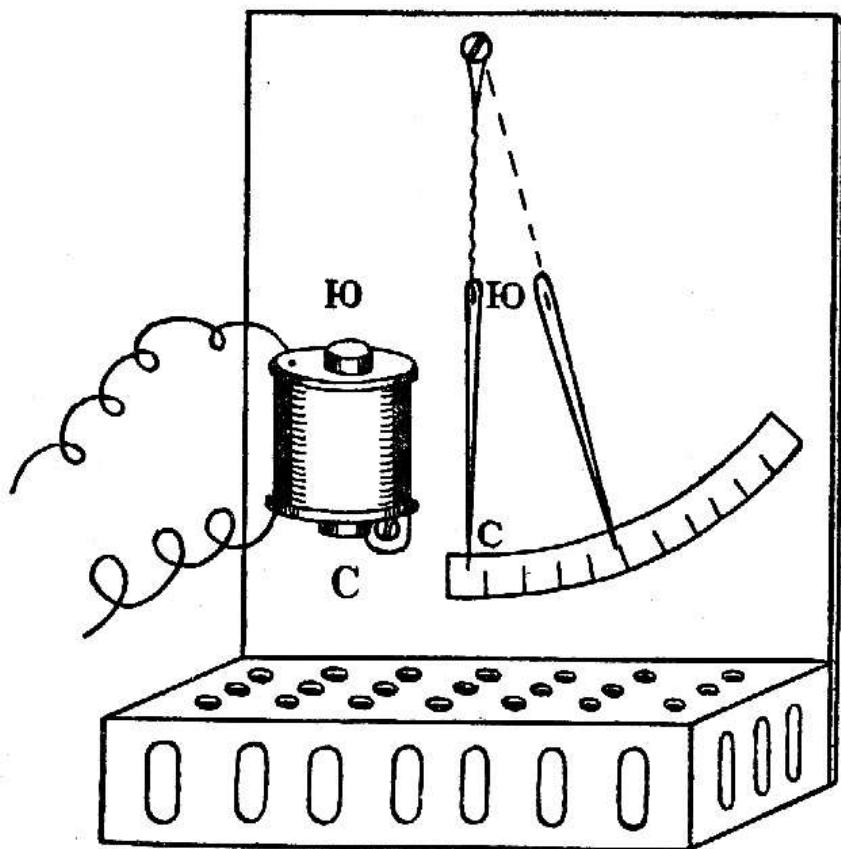


Рис. 99

Намагнитим штопальную иглу и подвесим на тонкой нитке на винт, ввинченный наверху в картон. Если концы катушки подключить к зажимам батарейки так, чтобы против полюсов электромагнита приходились одноименные полюсы иглы, то игла оттолкнется, как показано на рис. 99 пунктиром. (Если игла притягивается к электромагниту, то нужно переключить концы катушки на зажимах батарейки — изменить направление тока.) Угол отклонения стрелки (иглы) зависит от магнитных действий катушки, а это последнее — от силы тока, идущего по катушке (при постоянном числе витков катушки). С другой стороны — сила тока в катушке

зависит от напряжения на концах ее. Отсюда ясно, что по углу отклонения стрелки (иглы) можно судить:

- а) о магнитных свойствах катушки,
- б) о силе тока в катушке,
- в) о напряжении на катушке.

Соединим новую карманную батарейку напряжением 4,5 вольта с катушкой; игла отклонится; пометим на шкале это отклонение числом 4,5. Соединим катушку с двумя элементами вскрытой карманной батарейки, а потом с одним элементом и пометим соответственно отклонения на шкале числами 3 и 1,5.

Включая в той же последовательности батарейку, которая длительное время была в употреблении, мы увидим, что игла не будет давать тех отклонений, какие она давала при включении новой батарейки.

Нужно следить за тем, чтобы игла в состоянии покоя находилась не слишком близко от электромагнита. Иначе, при включении тока большой силы, игла может перемагнититься и тогда она притягивается к электромагниту.

Эта модель может работать только на постоянном токе.

При включении катушки на трансформатор (на переменный ток) игла не может с частотой переменного тока (100 раз в секунду) притягиваться к электромагниту и будет только слегка дрожать.

26. Измерение силы притяжения электромагнита.

Как показано на рис. 100, закрепим на основании 5 железные пластинки 16 для опоры оси 13. На ось оденем два угольника

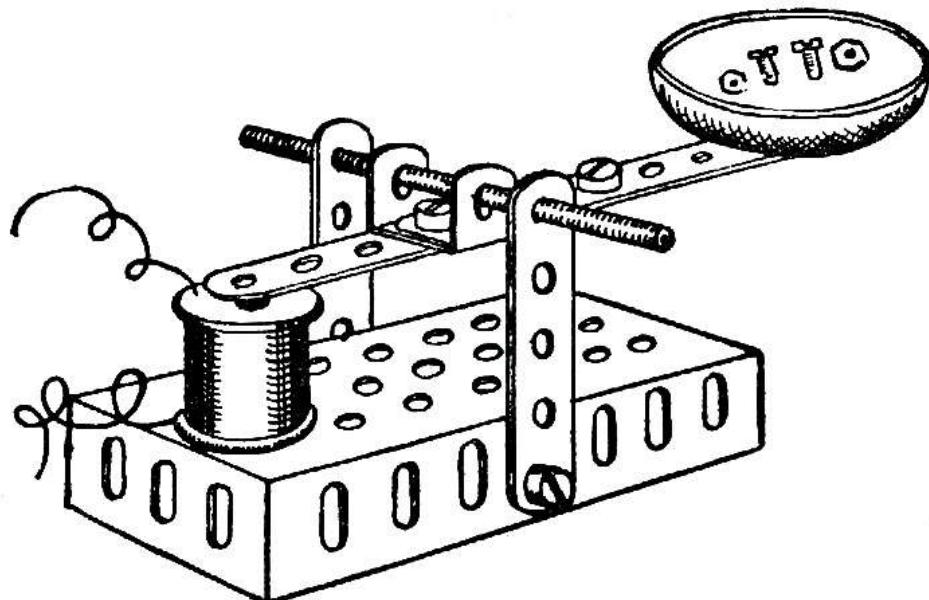


Рис. 100

14, а на угольниках закрепим две железные пластинки 19. Под левым концом этих пластинок закрепим на основании электромагнит.

На правом конце пластинок закрепим звонковую чашечку 6. Концы катушки электромагнита соединим с зажимами трансформатора; левый конец железной пластинки притягивается к электромагниту.

Нагрузим чашечку винтами и гайками до тех пор, пока пластина не оторвется от полюса электромагнита, подсчитаем число гаек и винтов.

Повторим этот опыт, но положим на полюс электромагнита один лист бумаги, затем два, три и т. д. Мы увидим, что очень скоро будет достаточно малое число гаек, чтобы вызвать отрыв пластины от полюса электромагнита.

Следовательно, сила притяжения магнита уменьшается с увеличением воздушного зазора.

27. Гудок на переменном токе.

Внутри основания 5 закрепим электромагнит. Снаружи, на торцевой части основания, закрепим на угольнике 14 железную пластинку 19 так, чтобы между пластинкой и электромагнитом был воздушный зазор 3 мм (рис. 101).

Если концы катушки подключить к зажимам трансформатора, то по обмотке катушки будет проходить переменный ток и железная пластина будет вибрировать и гудеть.

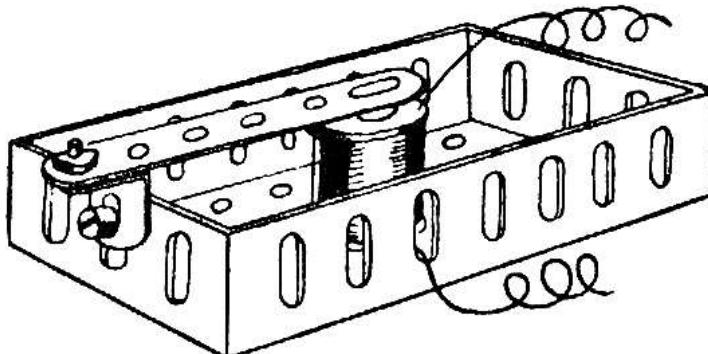


Рис. 101

Если уменьшить воздушный зазор, то гудение будет более сильным.

Катушку к зажимам трансформатора следует подключать через звонковый ключ по схеме 66-а.

Колебание железной пластины у полюса электромагнита объясняется тем, что пластина не успевает с частотой переменного тока (100 раз в секунду) притягиваться к электромагниту, но тем не менее дрожит, издавая звук (см. раздел V. Постоянный и переменный ток). На этом принципе работают гудки переменного тока.

Если катушку подключить к источнику постоянного тока (к батарейке), то железная пластина притягивается к полюсу электромагнита и останется на нем, дрожания пластины не будет и мы не услышим гудения.

28. Гудок на постоянном токе.

Чтобы выполнить модель гудка на постоянном токе, необходимо сделать прерыватель тока.

На торцах основания (рис. 102) закрепим пластиинки: слева — изоляционную 23, а справа — железную пластинку 17.

На изолирующей пластинке с помощью угольника закрепим латунную пластинку 21.

На железной боковой пластинке с помощью угольника закрепим длинную железную пластинку 17, под свободным концом которой закрепим на основании электромагнит. Воздушный зазор между железной пластинкой и электромагнитом должен быть 2—3 мм.

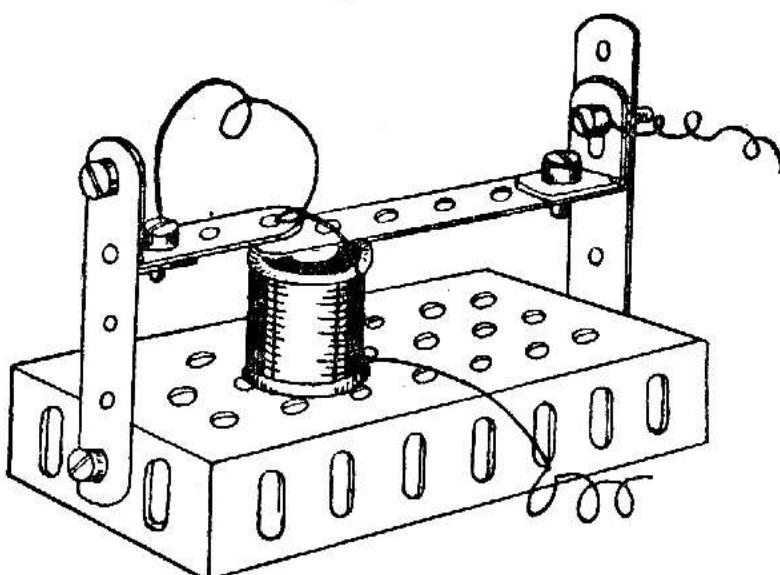


Рис. 102

Латунная пластинка должна слегка касаться железной пластинки. Один конец обмотки катушки соединим с одной пружиной батарейки непосредственно, а второй конец обмотки катушки соединим с крепящим винтом латунной пластинки, затем отдельным проводом соединим крепящий винт железной пластинки с другой пружиной батарейки.

Таким образом, ток от одной пружины батарейки пойдет по обмотке катушки через латунную пластинку, затем через железную пластинку по второй пружинке батарейки. В такой замкнутой цепи электромагнит намагнитится и притянет железную пластинку и этим самым оборвёт цепь в месте касания железной и латунной пружин. Электромагнит останется без тока, отпустит железную пластинку. Под действием упругой силы железная пластинка поднимется вверх и, касаясь латунной пластинки, опять замкнет цепь тока, железный сердечник электромагнита опять притянет железную пластинку, цепь тока оборвётся и т. д.

Точку соприкосновения железной и латунной пластин называют местом контакта, а сами пластины называют контактными пластинами.

Принцип работы этой модели положен в основу работы автомобильного гудка постоянного тока.

Эта модель гудка может работать и на переменном токе.

29. Синхронный двигатель.

В наборе нашего конструктора имеется два полюсных колеса. Эти полюсные колеса используются в наших моделях, как роторы примитивных электродвигателей.

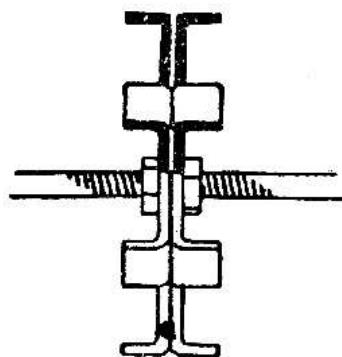


Рис. 103

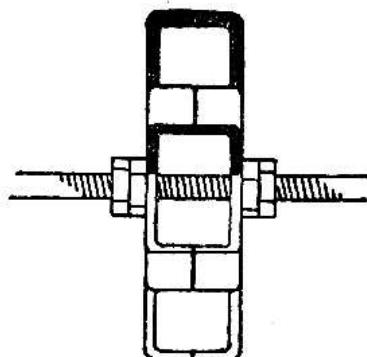


Рис. 104

Для работы моделей было бы достаточно одного колеса, но с двумя колесами модель работает лучше.

Мы можем располагать их на оси таким образом, чтобы (как показано на рис. 103) зубцы смотрели в разные стороны, либо (как показано на рис. 104) чтобы зубцы были обращены друг к другу.

Полюсные колеса за-
жимаются на оси двумя
или четырьмя гайками.
Лучше применять четыре
гайки, из которых две
наружные будут слу-
жить контргайками. Они
не дают полюсным ко-
лесам сдвигаться во вре-
мя работы моделей.

Используем эти по-
люсные колеса для моде-
ли простейшего синхрон-
ного двигателя (рис. 105).

На боковых стен-
ках основания 5 закре-
пим железные пластиинки

19. На этих пластинах закрепим ось 13. На оси закрепим
два полюсных колеса 8 зубцами наружу. Под полюсными коле-
сами на основании закрепим электромагнит. Зубцы полюсных
колес должны стоять над осью электромагнита.

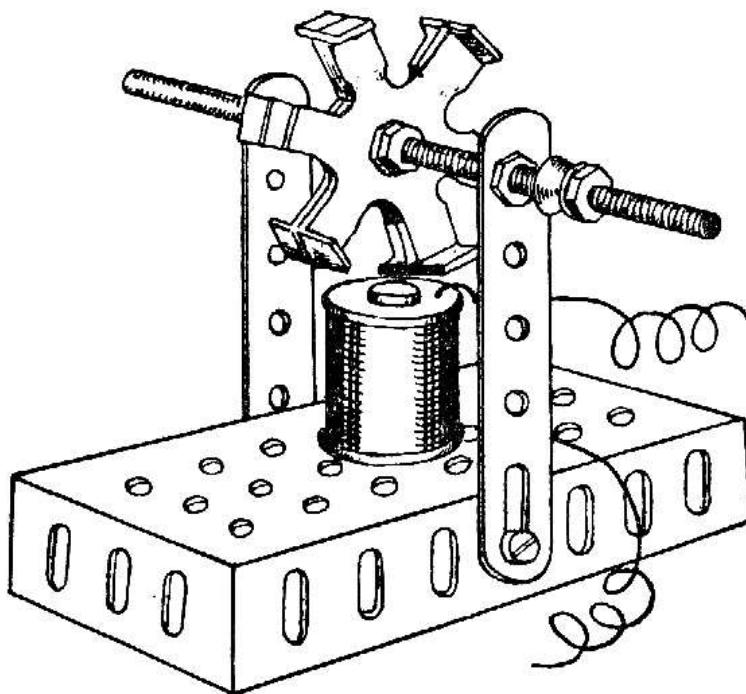


Рис. 105

Чтобы ось при вращении не смещалась, на обеих концах за опорами нужно одеть две контргайки. Между этими гайками и опорами рекомендуется прокладывать шайбы. На конце оси между двумя гайками закрепим ролик 11, соединим концы обмотки катушки с зажимами трансформатора. Заставим от руки вращаться полюсные колеса сначала медленно, потом все быстрее и быстрее. Наконец колеса будут вращаться сами под действием переменного магнитного поля верхнего полюса электромагнита.

Двигатель такого типа при постоянной частоте переменного тока всегда имеет одинаковое число оборотов. Он не может вращаться быстрее или медленнее; число его оборотов зависит от частоты тока в сети.

Если мы слишком нагружим ось такой машины, касаясь рукой ролика, закрепленного на оси, то она не замедлит вращение, как всякий другой двигатель, а просто остановится.

Двигатели, число оборотов которых зависит от частоты тока в сети, называются *синхронными двигателями*.

Должно быть ясно, что эта модель двигателя не может работать на постоянном токе.

30. Электродвигатель с прерывателем.

Установим полюсные колеса так же, как для предыдущей модели, затем на краю основания закрепим изоляционную пластинку

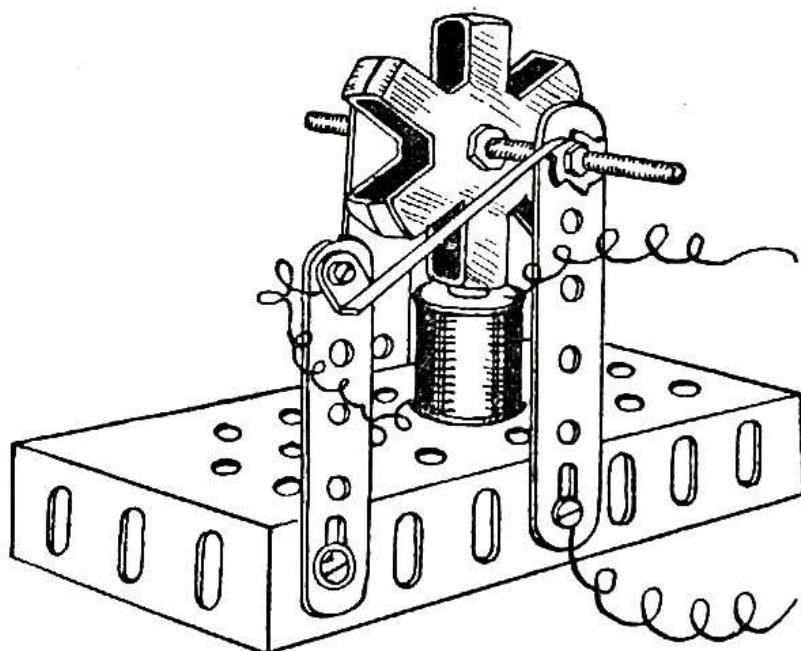


Рис. 106

23, в верхнем отверстии которой закрепим латунную пластинку — угольник 22 (рис. 106).

На конце оси 13 между двумя гайками закрепим зубчатку 12. Латунную пластинку 22 изогнем и закрепим так, чтобы она слегка касалась зубчатки. Один конец выводов катушки соеди-

ним с одним из зажимов трансформатора, а второй конец катушки соединим с крепящим винтом латунной пластинки 22. Боковую железную пластинку 19, на которой держится ось с зубчаткой, соединим отдельным проводом со вторым зажимом трансформатора. Ток будет проходить по следующей цепи: 1-й зажим трансформатора, обмотка катушки, латунная пластинка, зубчатка, ось, железная пластинка, соединительный провод, 2-й зажим трансформатора.

Зубчатки и латунная пластинка образуют прерывистый контакт. Цепь тока замкнута до тех пор, пока латунная пластинка касается одного из зубцов колесика. Во время перескакивания латунной пластинки с одного зубца на другой происходит обрыв цепи.

Регулировку нужно произвести так, чтобы цепь тока прерывалась в момент, когда один из зубцов полюсных колец стоит над электромагнитом.

В момент приближения следующего зубца полюсного колеса цепь тока должна быть замкнута.

Вращение модели, собранной в соответствии с рис. 106, должно быть по часовой стрелке.

Зубцы полюсных колес должны стоять над центром электромагнита. Чтобы ось при вращении не смешалась, на обоих концах за опорами нужно одеть две контргайки. Между этими гайками и опорами рекомендуется прокладывать шайбы.

31. Вентилятор.

На ось нашей модели синхронного двигателя оденем пропеллер (рис. 107). Пропеллер, с примерными размерами 50×15 мм, вырежем из картона.

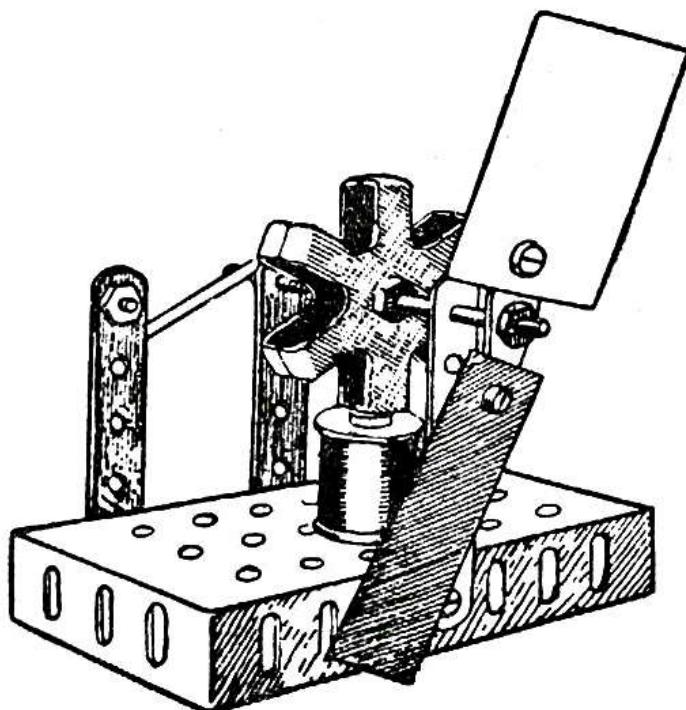


Рис. 107

Крылья пропеллера закрепим на латунной пластинке 21 (рис. 108, 109). Латунную пластинку с крыльями пропеллера за-

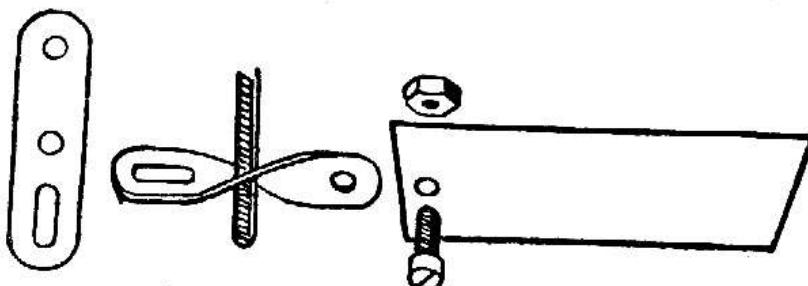


Рис. 108

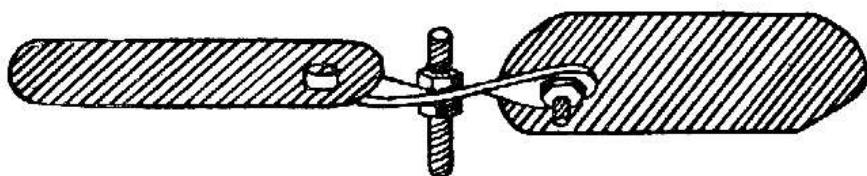


Рис. 109

крепим на оси между двух гаек. Пустим двигатель, и пропеллер заработает. Мы получим модель электрического пропеллера.

32. Электрический звонок с прерывателем.

Закрепим звонковую чашку 6, как показано на рис. 110, в угловом отверстии основания 5. Затем при помощи угольника 14

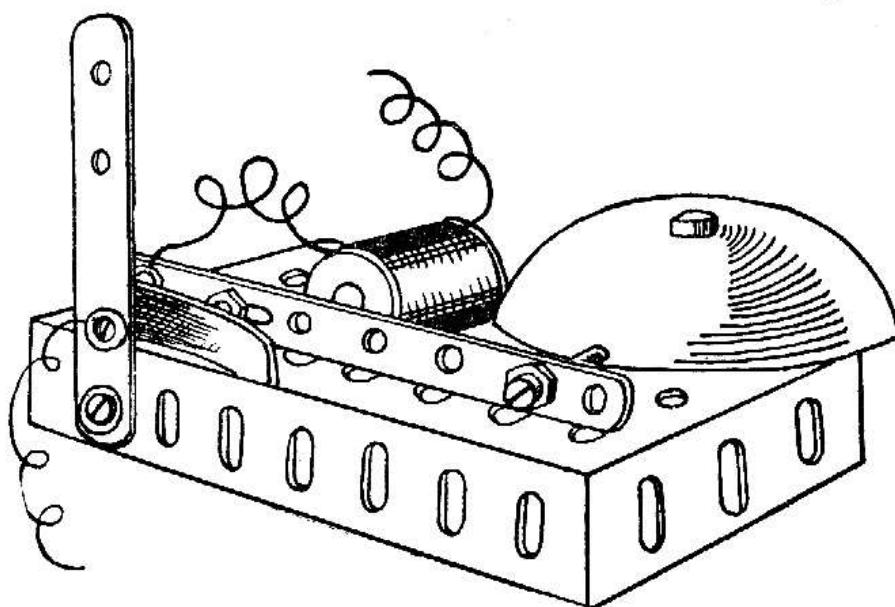


Рис. 110

закрепим на основании электромагнит. Слева от звонковой чаши на торцевой части основания закрепим изоляционную пластинку 23. На изоляционной пластинке закрепим латунную пластинку-угольник 22. Около латунной пластинки 22 на желез-

ном угольнике закрепим вторую латунную пластинку 21, надставленную железной, как показано на рис. 110 и 111. В железной пластинке закрепим винт — молоточек для звонка.

Концы катушки соединим так, чтобы ток от трансформатора по соединительным проводам шел, как показано на рис. 111, 111-а,

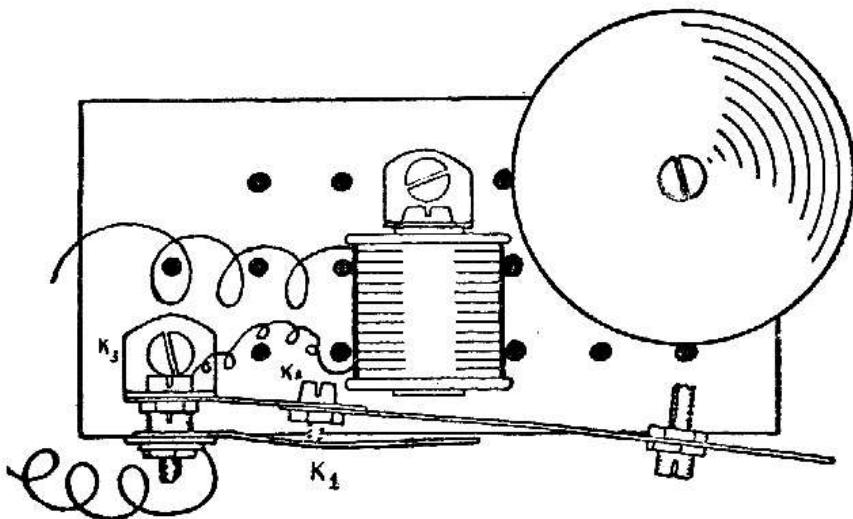


Рис. 111

через латунные пластинки K_1-K_2 , через крепящий винт угольника K_3 , по обмотке катушки ЭМ, через звонковый ключ $K_{л2}$ к трансформатору Т.

Когда ток протекает по обмотке катушки электромагнита, железная пластинка притягивается к сердечнику и винт-молоточек ударит по звонковой чашечке. В этот момент контакт между латунными пластинками будет нарушен, цепь тока прервется и электромагнит потеряет свой магнетизм.

Железная пластина под действием упругой силы латунной пластины возвратится в исходное положение и контакт K_1-K_2 между латунными пластинами будет восстановлен. Электромагнит снова намагнитится и т. д.

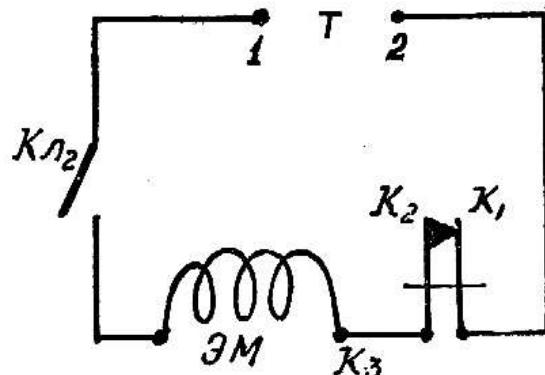


Рис. 111-а

33. Автоматический молот.

На основании 5, как показано на рис. 112, 113, закрепим электромагнит. По бокам основания закрепим, для опоры оси 13, две железные пластины 19. На оси закрепим изоляционную пластинку 23. На этой пластинке, над электромагнитом, закрепим два угольника, а на другом конце закрепим железную пластинку 19. На последней закрепим изогнутую латунную пластинку 22, под ней

на основании закрепим еще латунную пластинку 21 так, чтобы они касались между собой, создавая электрический контакт.

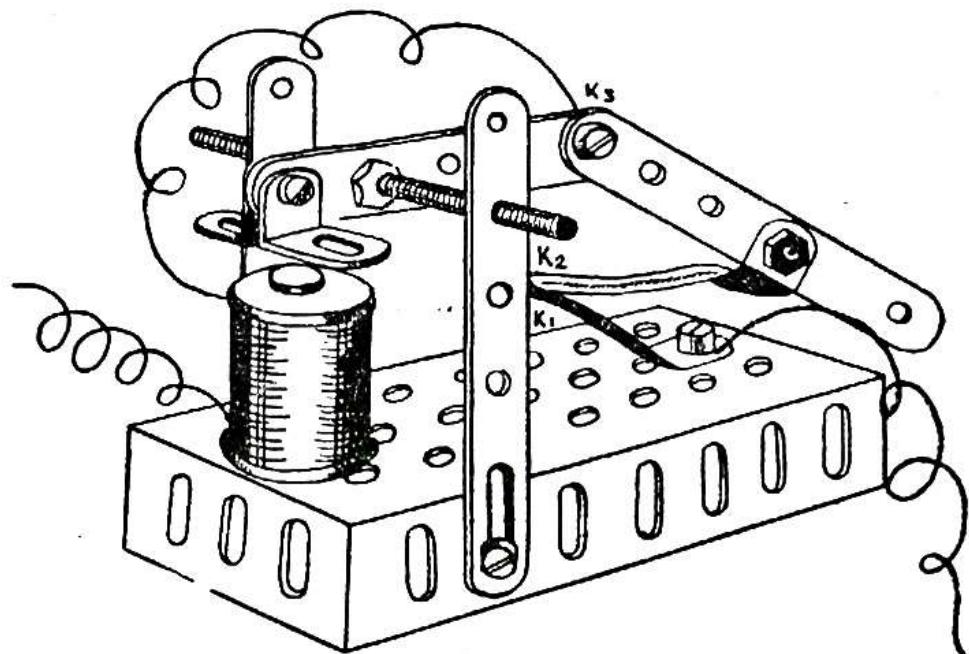


Рис. 112

Электромагнит должен быть включен в цепь по схеме 111-а, где

Т — трансформатор,

Кл₂ — ключ,

К₁—К₂ — контакты между латунными пружинами,

ЭМ — электромагнит.

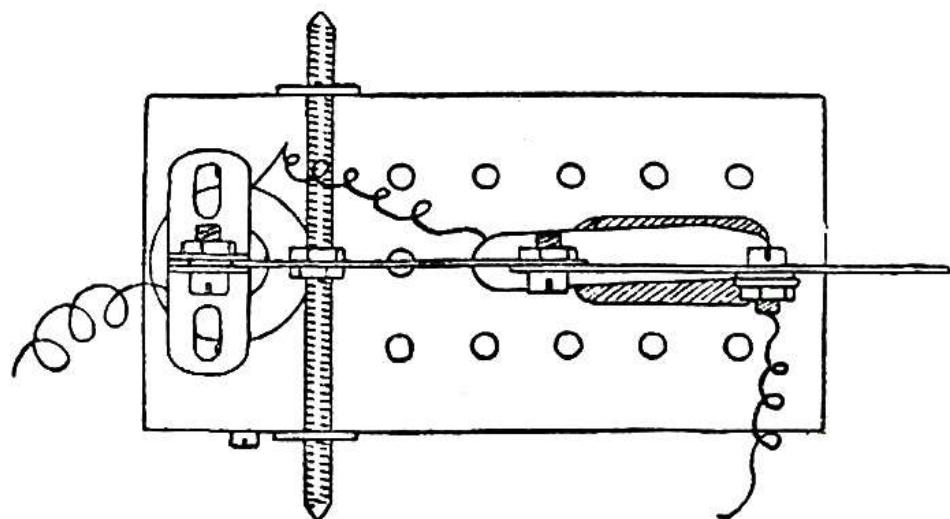


Рис. 113

Ток от трансформатора пойдет через ключ в катушку, из катушки через контакты К₁—К₂ и обратно к трансформатору.

В момент замыкания ключа Кл₂ через катушку ЭМ проходит ток, и сердечник притянет угольник. Железная пластинка, связанная с изолирующей пластинкой, поднимется и потянет за собой латунную пластинку-угольник.

Между латунными пластинками контакт нарушится, цепь тока прервется и электромагнит отпустит угольник. Латунные пластинки опять замкнутся и электромагнит снова получит ток и т. д. Таким образом, получаются подъемы и опускания молотка, и железная пластинка 17 будет производить удары.

34. Прыгающий мяч.

На основании закрепим две стойки, составленные из железных пластинок 17 и 19 (рис. 114, 115). № 23

На одной из стоек закрепим латунную пластинку-угольник 22, а на второй стойке маленькую латунную пластинку 21. Между этими

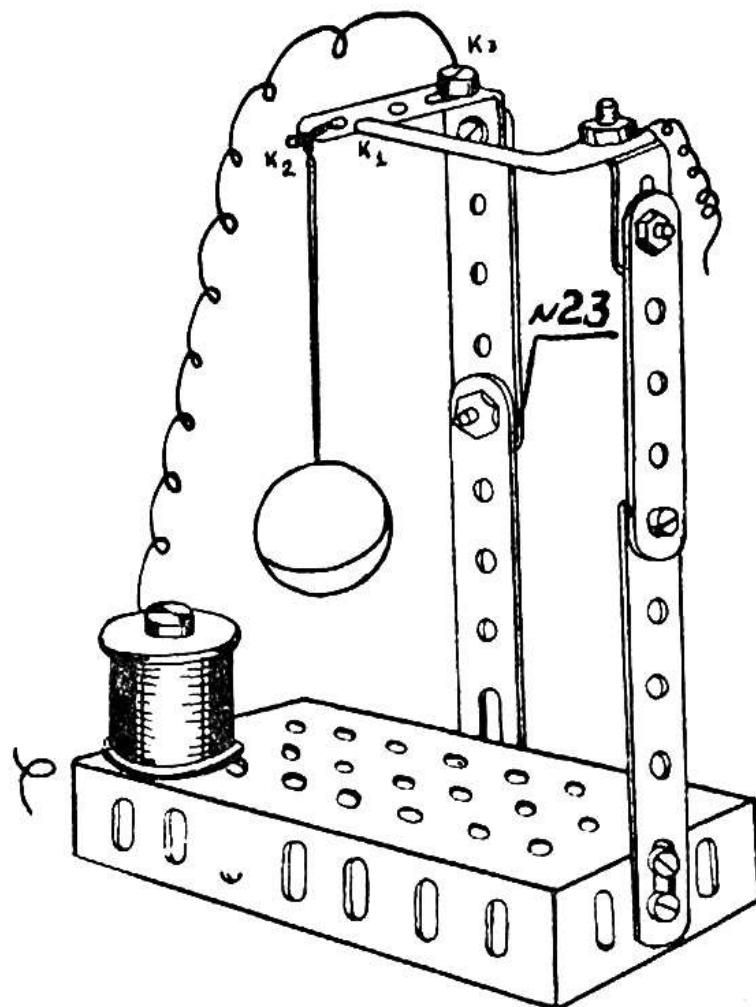


Рис. 114

пластинками должен быть контакт. К латунной пластинке с отверстиями подвесим на тонком шнуре металлический шарик (мяч).

В угловом отверстии основания закрепим электромагнит. Концы катушки электромагнита соединим по схеме 111-а так, чтобы ток от трансформатора шел через ключ $K_{л_2}$ в обмотку катушки, через латунные пластинки и обратно в трансформатор.

В момент включения тока электромагнит притянет металлический шарик, латунная пластинка оттянется вниз и контакт между

латунными пластинками будет нарушен. Цепь тока будет оборвана, сердечник электромагнита размагнитится, металлический шарик освободится, упругая латунная пластина возвратится в исходное

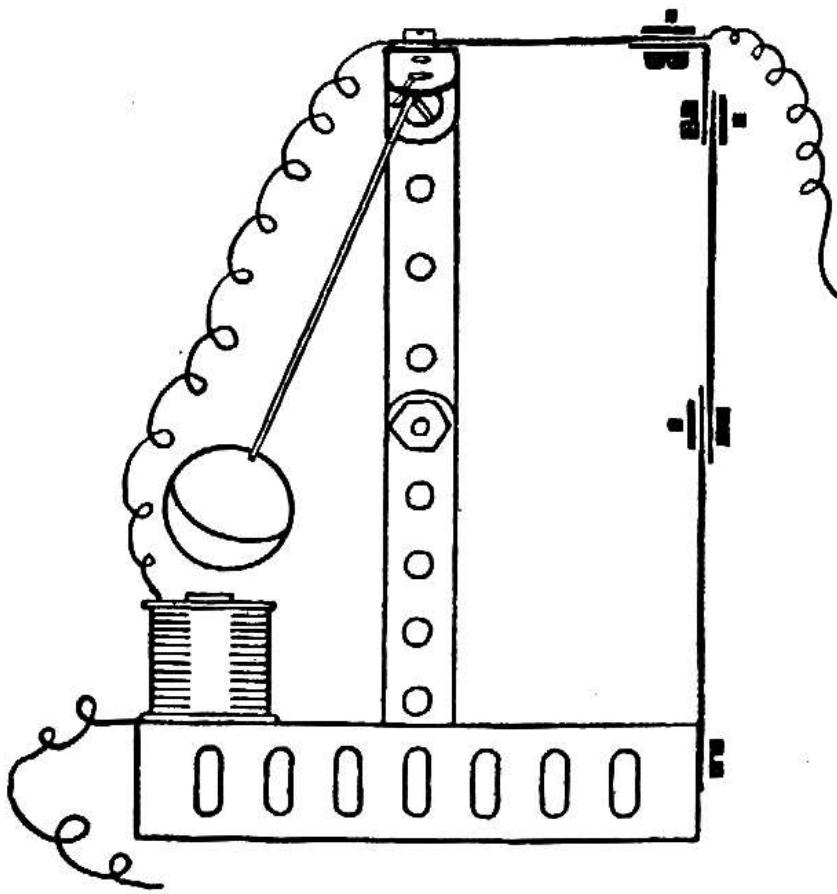


Рис. 115

положение, контакт между латунными пластинками замкнется и игра начнется сначала.

Правильную длину нитки для шарика нужно определить опытным путем; воздушный зазор между шариком и верхним полюсом электромагнита не должен быть слишком велик, в то же время шарик не должен быть ниже уровня верхнего полюса электромагнита.

СОДЕРЖАНИЕ

I. ВВЕДЕНИЕ	3
II. ПЕРЕЧЕНЬ ДЕТАЛЕЙ НАБОРА КОНСТРУКТОРА «ЮНЫЙ ЭЛЕКТРИК»	5
III. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ	7
IV. ОПЫТЫ ПО ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ	9
Магниты постоянные и электромагниты	9
Полюсы магнита. Магнитная стрелка. Компас	11
Сила притяжения полюсов магнита	13
Магнитная проводимость	13
Влияние воздушного зазора на силу притяжения магнита	14
Взаимодействие полюсов магнита	15
Географические и магнитные полюсы	18
Строение магнитов	19
Образование полюсов магнита	21
Намагничивание стальных предметов	21
Магнитная цепь	22
Подъемная сила и сила притяжения магнита	22
Замкнутая магнитная цепь	23
Магнитные цепи	24
Воздушный зазор	25
Перемагничивание	26
Размагничивание	27
Втягивание сердечника в катушку	28
Катушка без сердечника — магнит	29
Два способа намагничивания	30
Зависимость подъемной силы электромагнита от числа витков катушки	30
Полюсы электромагнита и направление тока	31
Устройство батарейки карманного фонаря	31
Цепь электрического тока	32
Проводники и непроводники электричества	33
Зависимость силы тока от напряжения	35
V. ПЕРЕМЕННЫЙ И ПОСТОЯННЫЙ ТОК	36

VI. ДЕЙСТВУЮЩИЕ МОДЕЛИ ПРИМИТИВНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ.

1. Рычажный выключатель	39
2. Звонковый и телеграфный ключ	40
3. Вращающийся прерыватель	40
4. Грузоподъемный электромагнит	41
5. Груша для боксеров	43
6. Волшебный волчок	44
7. Игра в кегли	45
8. Электробиллиард	46
9. Клюющая утка	47
10. Регулировщик уличного движения	48
11. Качели	50
12. Волшебный шарик	51
13. Качающееся кресло	51
14. Танцующая кукла	53
15. Ныряющая рыбка	53
16. Яйцо в «равновесии»	54
17. Плавание по команде	55
18. Электромагнитный маятник	56
19. Электромагнитный клоун	57
20. Электрический звонок без прерывателя	58
21. Сигнальный диск	59
22. Железнодорожный семафор	60
23. Железнодорожный шлагбаум	61
24. Электромагнитный телеграф	62
25. Электроизмерительный прибор	65
26. Измерение силы притяжения электромагнита	66
27. Гудок на переменном токе	67
28. Гудок на постоянном токе	68
29. Синхронный двигатель	69
30. Электродвигатель с прерывателем	70
31. Вентилятор	71
32. Электрический звонок с прерывателем	71
33. Автоматический молот	73
34. Прыгающий мяч	75

VII. ЦВЕТНЫЕ ВЫРЕЗКИ ДЛЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ — приложение 1

VIII. РИСУНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ НАБОРА «ЮНЫЙ ЭЛЕКТРИК» — приложение 2

По заказу Главунивермага

Отв. редактор *К. Н. Елизаров*

Редактор *Е. К. Чигирь*

Обложка и цветные вклейки художника *Л. Г. Беляева*

Технический редактор *П. Е. Гольман*

* * *

Сдано в набор 25/II 1954 г. Подписано к печати 19/IV 1954 г.
М-27364. Формат 60×92¹/₁₆. Печатных л. 5,0+5 цветных
вклеек. Уч.-изд. л. 4,6. Тираж 20 000 экз. Зак. № 1108.
Бесплатно

* * *

2-я типография «Печатный Двор» им. А. М. Горького Союз-
полиграфпрома Главиздата Министерства культуры СССР.
Ленинград, Гатчинская, 26

ТА-4 УКЛ З.7376 Т.6000 12-XI-1955 г.