

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И. Раззакова**

Кафедра «Физика»

**ЛЕКЦИОННЫЕ ДЕМОНСТРАЦИИ ПО
ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ И МАГНЕТИЗМУ**

Бишкек – 2011

«РАССМОТРЕНО»

на заседании кафедры

«Физика»

Прот. № 2 от 21.10.10 г.

«ОДОБРЕНО»

Методическим советом

энергетического факультета

Прот. № 2 от 1.11.10 г

Составители: доц. КУРМАНАЛИЕВА Г.Ж.,
ст. преп. БАЙБОЛОТОВА Б.Б.,
ст. преп. МУРАТАЛИЕВА В.Ж.

Лекционные демонстрации по электричеству и магнетизму / КГТУ им И.Раззакова; сост.: Г.Ж.Курманалиева, Б.Б.Байболотова, В.Ж.Мураталиева. – Б.: «Текник», 2011 – 40 с.

Описаны лекционные демонстрации по электричеству и магнетизму. Последовательность описаний в основном соответствует данному разделу физики.

Рецензенты: к.ф.-м.н., доц. Исманов Ю.Х., к.ф.-м.н., доц. Аманбаева Г.М.

Электростатика

1. Электрический маятник

На небольшом расстоянии друг от друга на изоляционные подставки вертикально устанавливаем две металлические пластины, из которых одна изолирована и соединена проволокой с кондуктором электрофорной машины. Между этими пластинами подвешиваем на шелковой нити маленький шарик, изготовленный из пробки. При вращении дисков электрофорной машины шарик начнет колебание между пластинами. Коснувшись пластинки, соединенной с электрофорной машиной, маятник заряжается одноименным с ней зарядом и отталкивается от нее. Далее он касается другой пластины и, отдав ей свой заряд, разряжается. Поэтому он снова притягивается первой пластиной и т. д.

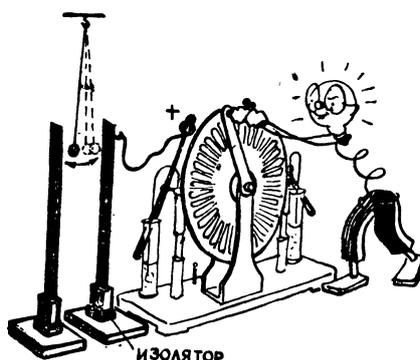


Рис. 1

2. Парение в воздухе

Наэлектризованную эбонитовую палочку подносим к маленькому листочку очень тонкой фольги. Листочек притянется и прилипнет к палочке. Надо резким движением листочек стряхнуть с палочки, а затем быстро поднести ее под падающий листочек. Он будет парить в воздухе над палочкой и следовать за ней, если перемещать ее в горизонтальном направлении. Около наэлектризованной палочки листочек по индукции заряжается. На его ближайшей к палочке стороне разноименный (по отношению к заряду палочки) заряд, а на более удаленной – одноименный. Поэтому листочек притянется к палочке и коснется его. При этом заряд, разноименный с зарядом палочки, нейтрализуется, а оставшийся одноименный заряд оттолкнет листочек.



Рис. 2

3. «Электрический ветер»

Изготавливаем из плотной бумаги маленькую турбину. Боковые диски ее имеют диаметр 30 мм, размер лопастей 10×15 мм. Турбину сажаем на горизон-

тальную ось из тонкой проволоки и устанавливаем около острия, соединенного с электрофорной машиной (рис.3). При вращении дисков электрофорной машины турбина тоже начнет быстро вращаться. Напряженность электрического поля около острия электрофорной машины очень большая, вследствие этого окружающий воздух ионизируется. Ионы с тем же знаком, что и у острия, движутся от него и увлекают при своем движении нейтральные молекулы, отчего возникает направленное движение воздуха – «электрический ветер». Он и вращает турбину. Пример второй: металлический стержень с острием зажимают в лапке штатива и соединяют его с одним из кондукторов электрофорной машины. Против острия зажимают в лапке штатива подставку с зажженной свечой. При вращении машины наблюдают «электрический ветер», который сильно отклоняет пламя свечи (рис. 4).

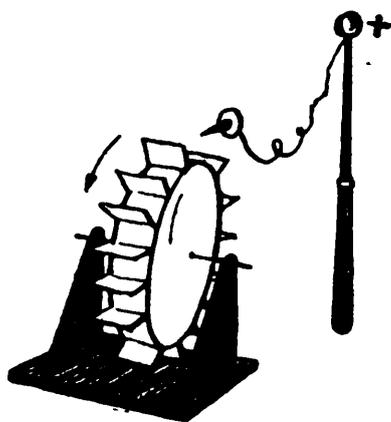


Рис. 3

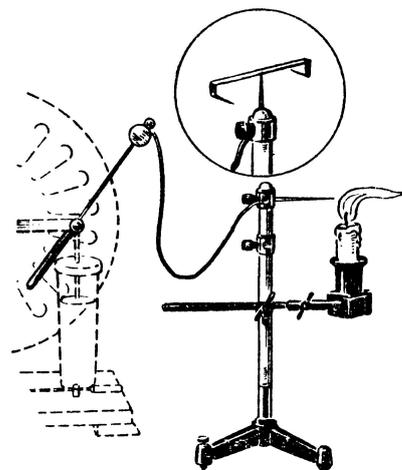


Рис. 4

4. Электрическая «пляска»

На две парафиновые свечи, лежащие на столе, положить кусок жести размером 400×200 мм и соединить его с кондуктором электрофорной машины. Между крышкой стола и жестью положить пять вырезанных из бумаги человечков. При вращении дисков машины человечки начинают прыгать.

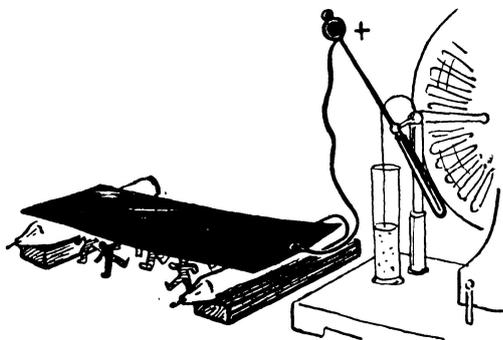


Рис.5

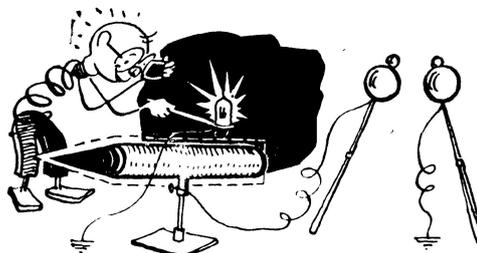


Рис.6

5. Электрическое поле заряженного тела

Металлическое тело с поверхностью неодинаковой кривизны соединяем проводником с кондуктором электрофорной машины, которую равномерно вращаем на протяжении всего опыта. Небольшую неоновую лампочку (типа МН-5), цоколь которой заземлен, перемещаем вдоль поверхности тела на расстоянии 1-2 см от поверхности. Около выступающих участков проводника лампочка будет светиться ярче, чем около остальных. У выступающих участков проводника поверхностная плотность зарядов, а следовательно, напряженность электрического поля и ионизация воздуха будут больше, чем у других участков. В точках с большей ионизацией больше электропроводность воздуха и сила тока, текущего через лампу. Если перемещать лампочку, касаясь нижним контактом на ее цоколе поверхности проводника, то в любой точке, в том числе и у острия, свечение будет одинаковым. Поверхность проводника является эквипотенциальной, поэтому при соприкосновении с любой ее точкой нижнего контакта лампочки напряжение на ее полюсах, а следовательно, и сила текущего через него тока не изменяются.

6. Силовые линии

Простейший опыт осуществляется при помощи двух «султанов». «Султаны» состоят из нескольких десятков тонких полосок цветной папиросной бумаги, укрепленных на металлическом стержне, вставленном в изолирующий штатив. Сначала берут один «султан» и присоединяют его проволокой к одному из полюсов электростатической машины. Бумажные полоски «султана» расположатся радиально, демонстрируя картину поля одиночного заряда. Затем к полюсу машины присоединяют два «султана», демонстрируя поле двух одноименных зарядов. Присоединив проволокой «султаны» к разным полюсам электростатической машины, наблюдаем как полоски разноименно заряженных «султанов» притягиваются друг к другу.

7. Электризация при трении

На штатив укрепляем металлическую, хорошо изолированную воронку (1), соединенную проволокой со стержнем электрометра. Устанавливаем воронку над металлической коробкой (2), насаженной на стержень другого электрометра. Корпус каждого из электрометров заземлен. В воронку насыпаем чистый сухой песок, который стекает в металлическую коробку. Стрелки обоих электрометров отклоняются одинаково. При отрывании высыпавшихся песчинок от песка, находящегося в воронке, и песок, и высыпавшиеся песчинки электризуются разноименными зарядами равных по величине. Если еще соединить стержни электрометров проволокой, то их стрелки возвратятся на ноль.

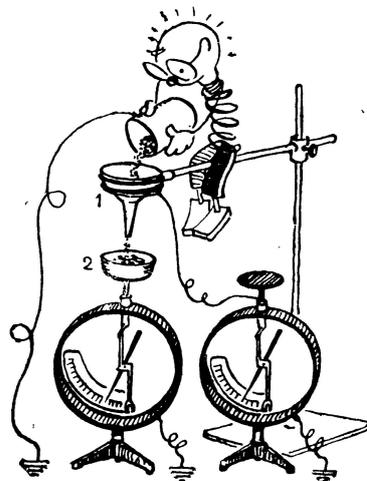


Рис. 7

8. Электростатическое влияние.

При приближении наэлектризованной палочки стрелка электроскопа (на стержень электроскопа насажен металлический полый шар) отклоняется. Заряд, одноименный с зарядом палочки, будет находиться на стрелке, разноименный – на шарике электроскопа. При удалении палочки стрелка возвращается к нулевому делению. Вновь приближают наэлектризованную палочку и, когда стрелка отклонится, касаются на короткое время шарика электроскопа пальцем. Заряд, одноименный с влияющим зарядом, уйдет в землю через тело экспериментатора и стрелка электроскопа вернется к нулевому делению. Заряд, разноименный с влияющим зарядом, останется связанным на шарике электроскопа и после удаления наэлектризованной палочки распределится на шарике стержня и стрелке электроскопа при этом отклонится. Чтобы убедиться в том, что оставшийся заряд - разноименный с влияющим, приближают к электроскопу палочку, наэлектризованную электричеством другого знака, стрелка в этом случае отклоняется еще сильнее. Если же поднести к электроскопу ту же палочку, что и в начале опыта, отклонение стрелки уменьшится.

9. Эквипотенциальные поверхности

Для измерения потенциала точки электрического поля, созданного заряженным проводником, можно применить пламенный зонд. К стержню электрометра привязывается проволока из тугоплавкого материала, второй конец которого вносится в пламя зажигалки (пламенный зонд). Пламя создает большое количество ионов, которые под действием электрического поля оседают на проволоке, внесенной в пламя. Заряды переходят на электрометр, вызывая отклонение его стрелки. Оседание ионов прекратится лишь тогда, когда потенциал проволоки станет равным потенциалу в той точке электрического поля, где находится пламенный зонд и прекратится движение ионов к зонду. Электрическое поле в данной демонстрации создаем большим заряженным шаром, насаженного на стойку с подставкой. Вокруг стойки на столе нужно начертить мелом concentрические окружности, являющиеся сечением эквипотенциальных поверхностей. Двигая пламенный зонд по такой окружности, наблюдают, что отклонение стрелки электрометра не меняется. Перемещая зонд по радиальным линиям, переходят от одной эквипотенциальной поверхности к другой, и отклонение листочка электрометра изменяется. Чтобы ионизирующее действие пламени не привели к разряду шарового проводника, создающего поле, зонд надо помещать на некотором удалении от шара.

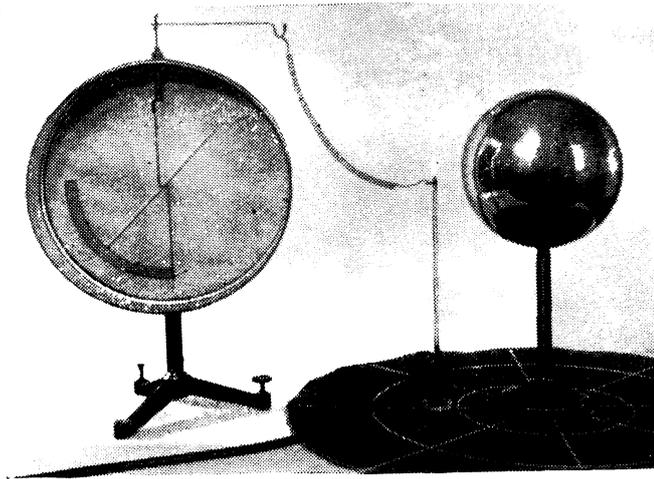


Рис. 8

10. Распределение зарядов на поверхности проводника

Гибкую металлическую сетку с бумажными лепестками (сетка Кольбе) устанавливают на демонстрационном столе растянув в одну линию и электризуют палочкой из органического стекла. Лепестки на обеих сторонах сетки отклоняются одинаково, значит, заряды распределятся по всей поверхности равномерно. Затем изгибают сетку различными способами и замечают, что лепестки на вогнутых поверхностях сетки опадают, а на выпуклых поверхностях отклоняются сильнее.

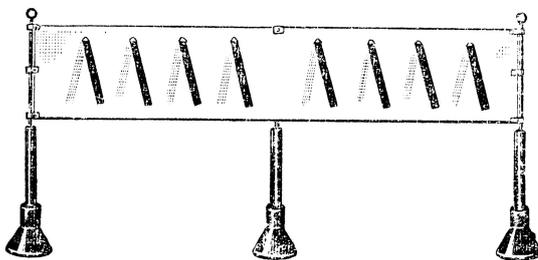


Рис.9

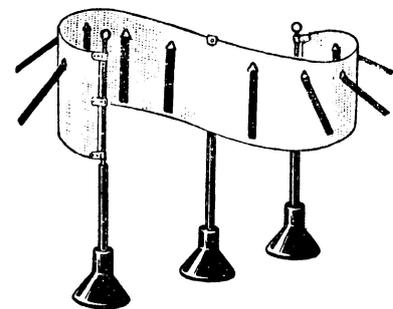


Рис. 10

11. Диполь в однородном электрическом поле

Электрический диполь – система двух одинаковых по модулю разноимённых точечных зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга. Диполь характеризуется дипольным моментом, направленным от отрицательного заряда к положительному. В опыте моделируется поведение диполя в однородном электростатическом поле.

Для проведения опыта требуются:

электрофорная машина или источник высокого напряжения «Разряд-1», раздвижной плоский конденсатор, образец из парафина в форме гантели, подвешенный к стойке на шёлковой нити, соединительные провода;

одинаковые круглые пластины раздвижного конденсатора присоединяют к кондукторам электрофорной машины. Между ними подвешивают парафиновую «гантель», стараясь расположить её поперёк оси симметрии конденсатора. Вращают рукоятку машины, наблюдая за поведением «гантели». Останавливают вращение и разряжают конденсатор, сводя кондукторы машины до касания шаров. При подаче на конденсатор заряда от электрофорной машины «гантель» начинает поворачиваться вокруг вертикальной оси, ориентируясь перпендикулярно к пластинам конденсатора (т.е. вдоль электрического поля). При этом «гантель» совершает малые колебания возле данного положения. После разрядки конденсатора «гантель» поворачивается обратно в исходное положение.

При объяснении опыта следует различать происходящее явление (поведение диэлектрического тела в электрическом поле) и то, что оно моделирует (поведение диполя в электрическом поле). Рассмотрим вначале поведение диполя. В однородном электростатическом поле на него действует пара сил, стремящаяся повернуть его в положение, в котором вектор дипольного момента направлен параллельно вектору напряжённости поля. Это положение устойчивого равновесия диполя, так как его потенциальная энергия $W_p = -pE \cos \alpha$ при $\alpha = 0$ будет минимальна. Реальное тело (парафиновая «гантель») не является постоянным электрическим диполем, а лишь имитирует его поведение. Во внешнем электростатическом поле диэлектрик поляризуется, в результате чего внутри него напряжённость поля уменьшается в ϵ раз (для парафина $\epsilon = 2$). Энергия поля в объёме, занятом диэлектриком, оказывается меньше, чем аналогичная энергия в отсутствие диэлектрика. Согласно условию минимума потенциальной энергии диэлектрическое тело стремится переместиться в область с большей напряжённостью поля. Если бы поле в конденсаторе было однородно, «гантель» не стремилась бы изменить своё положение. Однако на

границах поле не является однородным и, располагаясь поперёк оси симметрии конденсатора, «гантель» частично выступает за пределы конденсатора (в область более слабого поля). Располагаясь вдоль оси симметрии (перпендикулярно пластинам), «гантель» целиком находится в сильном поле, что отвечает условию минимума энергии электрического поля и объясняет, почему «гантель» стремится повернуться в такое положение. После разрядки конденсатора силы упругости закрученной нити возвращают «гантель» в исходное состояние.

12. Электростатическая индукция

Устанавливают на столе два незаряженных электрометра с насаженными на их стержень полыми металлическими шарами и соединяют их проводником (рис.11). Затем к одному из них подносят хорошо наэлектризованную палочку. Стрелки электрометров отклоняются на одинаковый угол. За изолированную ручку снимают проводник, после чего удаляют палочку. Оба электрометра оказываются заряженными одинаково, но разноименными зарядами. Электрометр удаленный имеет одноименный заряд с зарядом палочки, а ближайший – раз-

ноименный. Если теперь соединить электрометры проводником, то происходит полная нейтрализация зарядов.

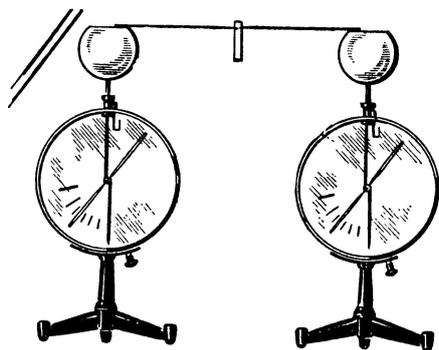


Рис. 11

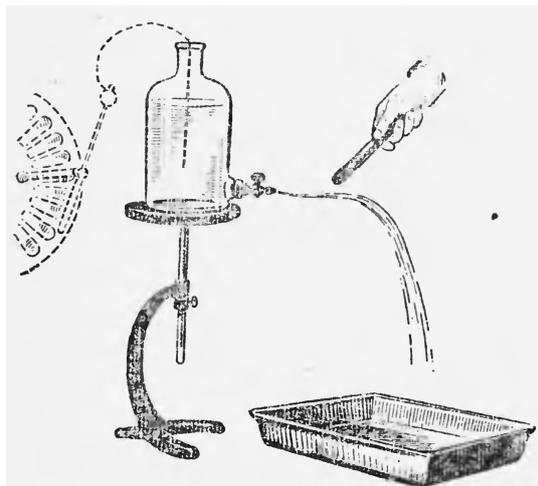


Рис. 12

13. Взаимодействие наэлектризованных тел

На штатив с легко вращающейся насадкой устанавливают склянку с тубусом внизу и краном, содержащую воду. При открытии крана струя воды стекает в кювету для сбора воды. В склянку с водой опускаем один конец проводника, соединенного с одним кондуктором электрофорной машины. Сначала пускают воду без электризации и замечают, что струя имеет в самом конце легкое разбрызгивание. Затем медленно приводят в действие машину и наблюдают, как струя почти у самого выхода начинает разбиваться и далее широко разбрызгиваться в результате отталкивания одноименно заряженных капель.

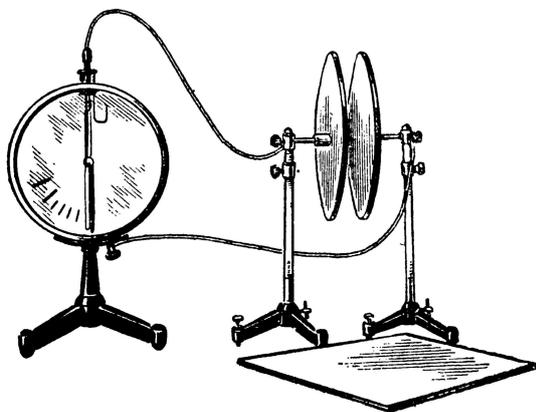


Рис.13

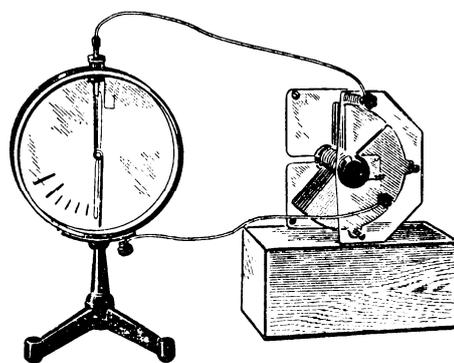


Рис.14

14. Электроемкость плоского конденсатора

На изолирующих штативах с помощью уравнительных винтов пластины плоского конденсатора устанавливают параллельно друг другу и раздвигают на расстояние 2 – 3 см. К пластинам присоединяют электрометр. Хорошо наэлектризованной палочкой заряжают пластину, соединенную со стержнем электрометра. Отклонение стрелки должно быть примерно до половины шкалы. Затем, не меняя расстояния между пластинами, сдвигают одну из них в сторону.

Показание электрометра заметно увеличится, что свидетельствует об уменьшении емкости конденсатора при уменьшении площади пластин, взаимно перекрывающих друг друга. Можно продемонстрировать зависимость емкости конденсатора от изменения расстояния между пластинами. Приближая и удаляя одну из пластин, замечаем, что емкость конденсатора изменяется обратно пропорционально расстояния между пластинами.

15. Устройство и действие конденсатора переменной емкости

Подвижные пластины конденсатора соединяем с корпусом электрометра, а неподвижные – со стержнем. При помощи наэлектризованной палочки заряжают неподвижные пластины конденсатора при полностью введенных внутрь подвижных пластинах так, чтобы стрелка электрометра отклонилась приблизительно на 2 – 3 деления. Заметив показание прибора, уменьшают емкость конденсатора и наблюдают, как при неизменной величине заряда увеличиваются показания электрометра. Затем снова вводят подвижные пластины внутрь (увеличивают емкость) и наблюдают, как стрелка электрометра приходит в первоначальное положение.

16. Энергия заряженного конденсатора

Собираем установку из батареи конденсаторов, выпрямителя универсального, демонстрационного вольтметра с дополнительным сопротивлением 33 кОм, панельки с 4 лампочками по 3,5В и 0,28А, переключателя и соединительных проводов по схеме под текстом. От выпрямителя подают напряжение около 60 В. Включают емкость 30 мкФ (половина емкости батареи конденсаторов) и заряжают ее, замыкая цепь зарядки переключателем на 30 с. Затем переключают батарею на разрядку через одну лампу и наблюдают, что при этом лампа не очень ярко вспыхивает. Электрическая энергия заряженного конденсатора переходит во внутреннюю энергию нити лампы накаливания и энергию излучения. Увеличиваем емкость батареи в 2 раза и при прежнем напряжении снова заряжаем конденсатор. Теперь при разрядке лампа вспыхивает ярче, чем в первом случае. Подключив 2 лампы, повторяют опыт. Теперь накал нитей такой же, как и в первом случае, т. к. энергия конденсатора увеличилась вдвое. Теперь демонстрируем зависимость энергии конденсатора от напряжения на его пластинах. Для этого опыт повторяем с половиной емкости батареи конденсаторов (30 мкФ) при напряжении 50 – 60В и наблюдаем свечение одной лампы. Затем увеличиваем напряжение в 2 раза и, включив сразу две лампы, наблюдаем достаточно яркое их вспыхивание, т. к. энергия конденсатора пропорционально квадрату напряжения. После этого подключают четыре лампы, которые вспыхивают, как и в первом случае.

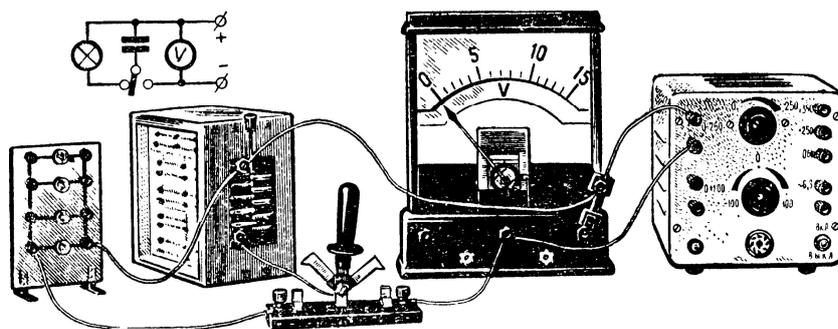


Рис. 15

17. Точка Кюри сегнетоэлектриков

Определяем точку Кюри вариконда типа ВК. Точку Кюри сегнетоэлектрика демонстрируют на следующей установке - рис.16, где собраны в схему C_x – вариконд (конденсатор с прослойкой из сегнетоэлектрика) емкостью 100 пФ и точкой Кюри - 75°C ; C – переменный конденсатор или магазин постоянных конденсаторов, осциллограф, резистор и трансформатор. Подбирая переменное напряжение и величину емкости C , получают на экране осциллографа петлю гистерезиса. Когда к вариконду приближают небольшую электрическую плитку или нагретый паяльник, он нагревается до температуры свыше 75°C и теряет свои сегнетоэлектрические свойства, превращаясь в обычный конденсатор. Теперь петля гистерезиса на экране стягивается в прямую линию примерно под углом $40 - 60^\circ$ к оси абсцисс. При удалении нагревателя вариконд охлаждается и его сегнетоэлектрические свойства восстанавливаются. На экране вновь появляется петля гистерезиса.

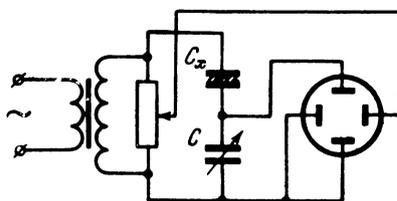


Рис. 16

Электрический ток

1. Зависимость сопротивления металлических проводников от температуры

Спираль из стальной проволоки диаметром около 0,5 мм и длиной 0,5 м соединяем последовательно к источнику постоянного тока и низковольтной лампочке на 6 В. Места соединений деталей схемы должны иметь хорошие контакты. Подключив источник тока, наблюдаем свечение лампы. Затем подносим к спирали зажженную спиртовку и видим, как по мере нагревания проволоки лампочка начинает светиться слабее вплоть до гашения. Убираем спиртовку и наблюдаем, как по мере остывания спирали восстанавливается свечение лампочки.

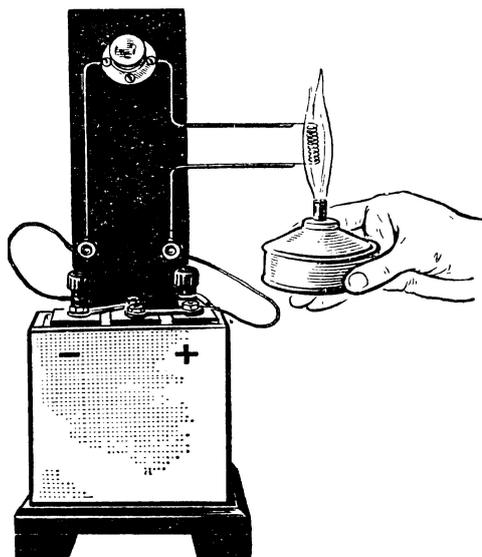


Рис. 1

2. Проверка закона Ома

Собираем установку по схеме, изображенной на рис.2. На реостат с сопротивлением 25 – 30 Ом подают полное напряжение источника тока- батареи аккумуляторов, а регулируемое напряжение, составляющее только часть полного, снимают с ползунка и одного из зажимов реостата. В качестве нагрузки включают лампу (3,5 В; 0,28 А). Лампа и вольтметр с дополнительным сопротивлением на 5 Ом служат индикаторами. Перемещая ползунок реостата, показывают пропорциональность снимаемого напряжения по длине соответствующего участка реостата. При выборе реостата в качестве делителя напряжения (потенциометра) необходимо, чтобы сопротивление цепи было больше, чем сопротивление самого реостата. Иначе при приближении ползунка реостата к концу его обмотки во внешней цепи может возникнуть ток значительной величины, приводящий к перегреванию и даже перегоранию обмотки реостата.

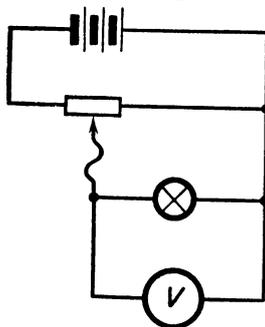


Рис. 2

3. Мостик Уитстона

Для демонстрации собирают мостиковую схему с реохордом (рис.3) . Демонстрационный реохорд представляет собой линейку длиной 0,7 – 1 м с натянутой вдоль нее калиброванной проволокой из константана. Вдоль проволоки перемещается движок, имеющий с ней надежный контакт. В качестве неиз-

вестного сопротивления берут реостат со скользящим контактом. Источником питания выбираем аккумулятор или выпрямитель. Чтобы определить неизвестное сопротивление R_x , включают полностью известное сопротивление R в демонстрационном магазине сопротивлений (10 Ом). Ползун на реохорде располагают на середине линейки и нажимают на ключ, при этом стрелка гальванометра отклонится в ту или другую сторону от нуля. Один конец гальванометра подключается к стыку R_x и R , а другой конец к подвижному движку реохорды (мост). Перемещая движок на реохорде влево или вправо, добиваются отсутствия тока в гальванометре. В этом случае потенциалы на концах моста равны и ток через гальванометр равен нулю, а падения напряжения на участках R_x и R_1 , а также R и R_2 соответственно равны между собой

$$R_x = R L_1 / L_2$$

Меняем величину известного сопротивления и находим положение движка на реохорде, при котором отсутствует ток в гальванометре. Расчеты показывают, что неизвестное сопротивление получается таким же, как и в первом случае.

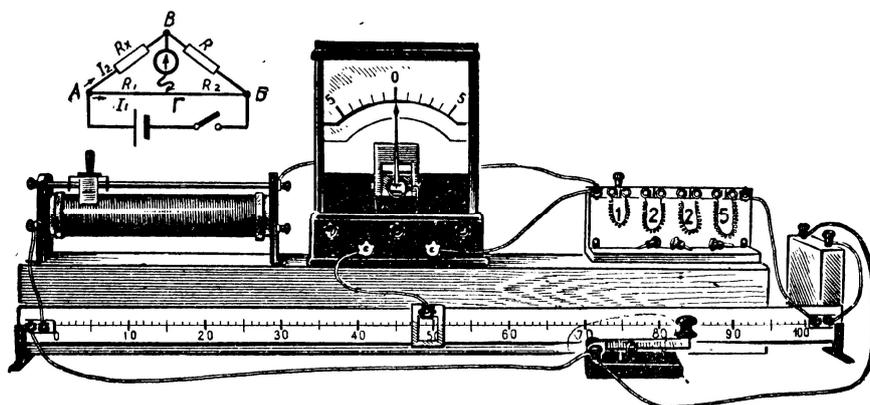


Рис.3

4. Распределение мощности при последовательном и параллельном соединении проводников

Две электрические лампы мощностью 25 и 200 Вт включить последовательно в электрическую цепь. При последовательном включении таких ламп в сеть сила тока протекающего через них будет одинакова, а напряжение будет меньше у более мощной лампы. Формула мощности электролампы $P = \frac{U^2}{R}$ показывает, что более мощная лампа имеет меньшее сопротивление. Поэтому менее мощная лампа будет гореть ярче, а большая останется темной. При последовательном соединении проводников выделяющиеся мощности прямо пропорциональны сопротивлениям проводников. Если эти лампы соединить параллельно, то обе будут гореть нормально. При этом большая лампа, имеющая малое сопротивление, горит ярче малой, обладающей гораздо большим сопротивлением. При параллельном соединении проводников выделяющиеся в них мощности обратно пропорциональны их сопротивлениям.

5. Параллельное и последовательное соединение проводников

Рассмотрим теперь цепь, составленную из нескольких проводников с заданными сопротивлениями источника тока. Вычислим эквивалентное сопротивление последовательной и параллельной систем, то есть определим сопротивление всей цепи в этих случаях.

При последовательном соединении проводников (рис.а.) сумма падений напряжения на всех сопротивлениях должна быть равна U . Поэтому эквивалентное сопротивление цепи вводят таким образом:

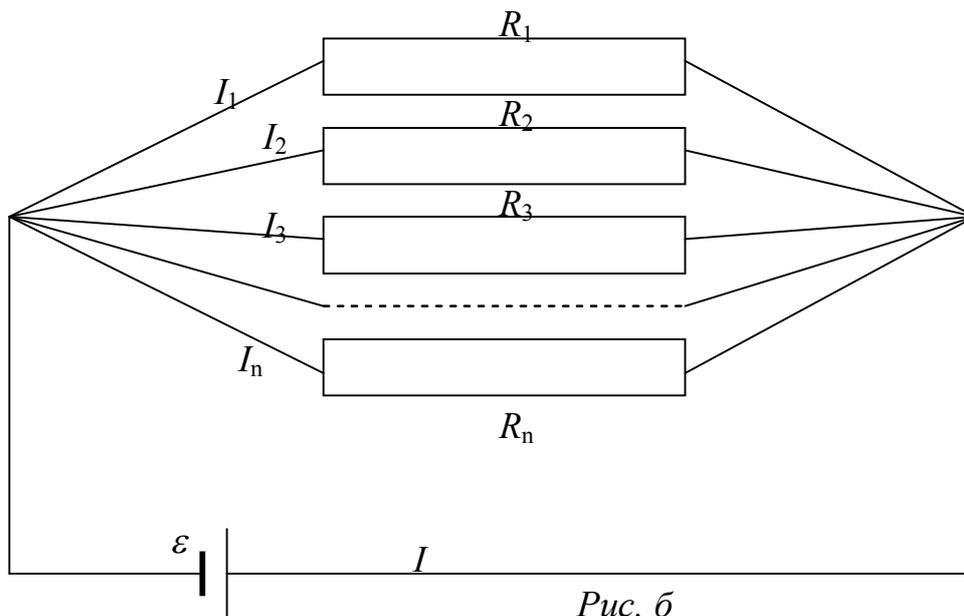
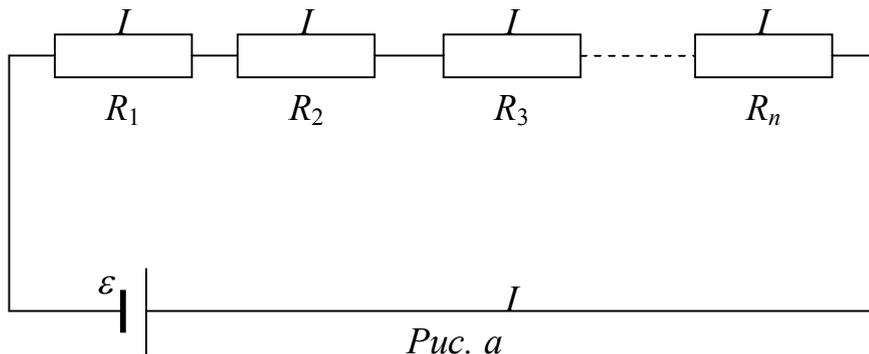
$$U = IR_{\text{экв}} = IR_1 + IR_2 + \dots + IR_n = I(R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

$$R_{\text{экв}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

При параллельном соединении проводников (рис.б.) падение напряжения на каждом сопротивлении одинаково и равно U . Сумма токов, протекающих в каждом проводнике, равна $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$. Поэтому при параллельном соединении эквивалентное сопротивление определяют так:

$$U/R_{\text{экв}} = U/R_1 + U/R_2 + \dots + U/R_n = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$$

$$\frac{1}{R_{\text{экв}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$



6. Демонстрация существования внутреннего сопротивления источника тока

В сосуд с электролитом вставляем два электрода (источник тока), затем включаем последовательно с источником амперметр с шунтом на 1 А. При неизменном внешнем сопротивлении величина тока изменяется при изменении взаимного расстояния между электродами элемента и при различной глубине погружения электродов в электролит.

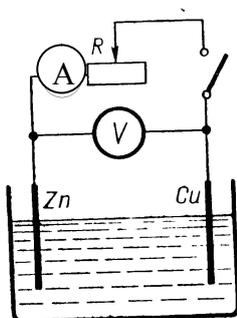


Рис. 4

7. Электролиз раствора медного купороса

Два угольных стержня погружаем в водный раствор медного купороса вольтметра. Последовательно соединяем источник постоянного тока, вольтметр и ключ, при этом один из угольных стержней присоединяется к положительному полюсу источника, а другой – к отрицательному. Включаем ток на 30 с. Выключаем ток, вынимаем электроды и показываем, что на одном электроде имеется медный налет. Теперь меняем местами полюса электродов. Через некоторое время показываем, что электрод, ранее покрытый медью, очистился, а второй покрылся медью. Металл всегда выделяется на электроде, соединенном с отрицательным полюсом источника тока (рис.5)

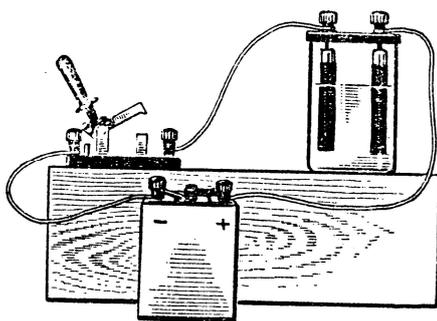


Рис.5

8. Температурная зависимость сопротивления

а) Неметаллические проводники

На стеклянную палочку плотно намотаны два толстых медных провода так, чтобы между последними витками остался промежуток 10 мм. Включить стеклянную палочку последовательно с электролампой в цепь переменного напря-

жения на 127 или 220 В. Лампа не горит, тока нет. Если нагреть палочку в пламени спиртовки в промежутке между витками медных проволок, то нить электролампы накалится. Стекло в твердом состоянии – диэлектрик. Появление тока при нагревании объясняется ионной проводимостью стекла при его размягчении.

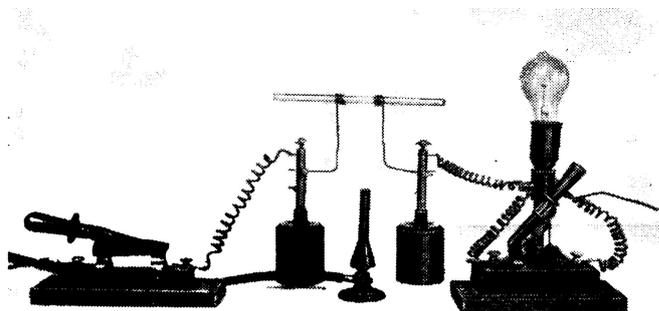


Рис. 6

б) Металлические проводники

Железную проволоку диаметром 0,3-0,5 мм, длиной около 0,5м, скручиваем в спираль и укрепляем на специальном держателе (см. рис. 7). Включаем проволоку в цепь и подбираем такую силу тока, чтобы стрелка амперметра отклонилась на половину шкалы. Подбор силы тока осуществляется изменением напряжения от источника тока и длины проволоки. При нагревании спирали в пламени спиртовки, сопротивление проволоки увеличивается, и отклонение стрелки амперметра уменьшается.

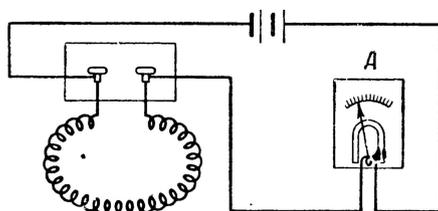


Рис. 7

9. Несамостоятельный разряд

Пластины разборного конденсатора устанавливают на расстоянии приблизительно 10 см друг от друга. И к ним через неоновую лампу на подставке подключают высоковольтный преобразователь. В начале опыта постепенно подают такое напряжение на пластины конденсатора, чтобы образовалось очень слабое свечение неоновой лампы, заметное лишь лентору. Затем осторожно подносят снизу между пластинами конденсатора зажженную свечу и наблюдают, как неоновая лампа начинает светиться.

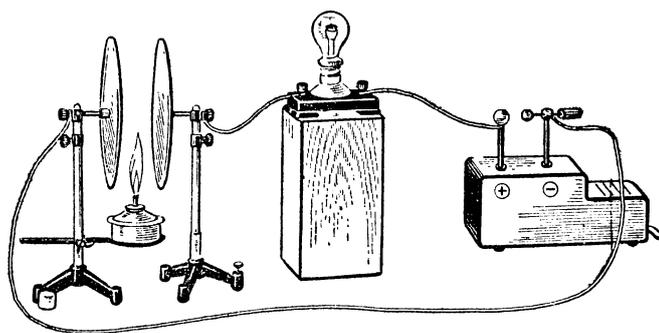


Рис. 8

10. Самостоятельный разряд в газах

Двухэлектродную трубку с присоединенным шлангом от вакуум – насоса укрепляют в лапке штатива. Последовательно с трубкой включают в цепь через ограничительный резистор 2 – 3 Мом гальванометр и высоковольтный преобразователь. Включают насос и начинают откачивать воздух из трубки. С некоторого момента гальванометр начинает показывать наличие тока в цепи, а далее становится заметным и свечение в трубке. Разряд в трубке возникает вследствие того, что в разреженном воздухе увеличивается длина свободного пробега электронов. Разгоняясь в электрическом поле, электроны приобретают энергию, достаточную для ионизации нейтральных молекул. Источником электронов является катод, который бомбардируется положительными ионами. Эти ионы и выбивают из катода электроны (вторичная электронная эмиссия). Тлеющий разряд можно посмотреть, также подключив к разряднику газопроводы, имеющиеся в каждой лаборатории.

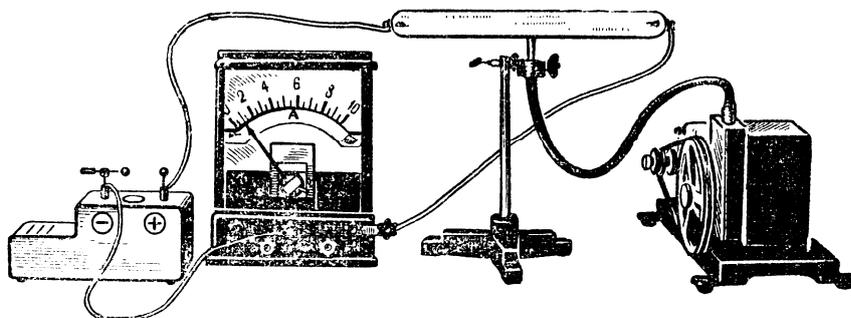


Рис.9

11. Коронный и искровой разряды

Между изолирующими штативами натягиваем две параллельные тонкие медные проволоки, устанавливаем штативы на расстоянии 40 см. Одну из проволок соединяем через гальванометр с одним полюсом высоковольтного преобразователя, а другую соединяем со вторым полюсом проволокой. При достаточном напряжении гальванометр начинает показывать ток утечки, затем затемняем помещение и наблюдаем свечение вокруг проводов, т. е. коронование. Вблизи тонких проволок и их остриев создается большая неоднородность электрического поля и разряд возникает вследствие ионизации (рис.10).

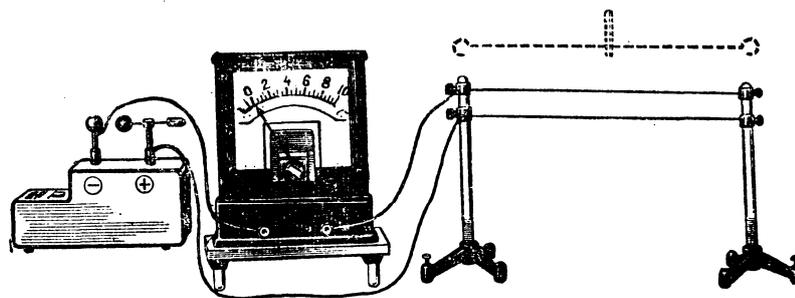


Рис. 10

12. Термоэлектронная эмиссия

Собираем цепь, последовательно соединив между собой источник постоянного тока, реостат, ключ и демонстрационный диод. Цепь разомкнута. Электронметр с заземленным корпусом заряжаем положительно от наэлектризованной стеклянной палочки и соединяем его с проводником на изолированной ручке с анодом диода. Затем включаем ток в цепь катода (накал ярко-красный) и наблюдаем как стрелка электронметра быстро падает, т. к. электроны, испускаемые катодом, достигают анода и нейтрализуют его заряд (рис. 11)

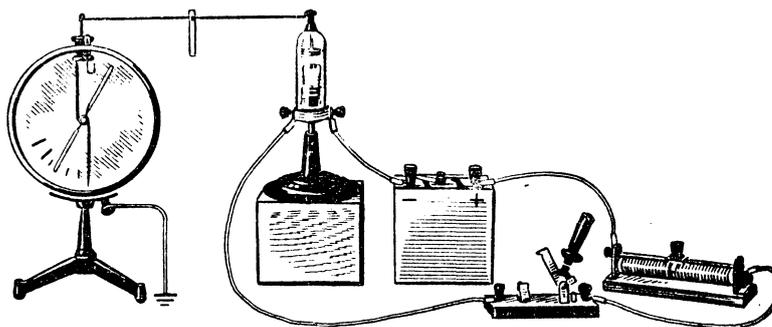


Рис. 11

13. Односторонняя проводимость диода

Демонстрация этого опыта проводится на установке, изображенной на рис. 12. Для накала катода используют переменный ток (зажимы 6,3 В). Сначала не включая цепь накала, подают напряжение в анодную цепь лампы и отмечают, что на гальванометре нет тока. Затем замыкают цепь накала и наблюдают появление тока в анодной цепи. Постепенно увеличивая накал нити, получаем увеличение анодного тока вследствие роста термоэлектронной эмиссии. После этого меняем полюса в анодной цепи, анод соединяем к отрицательному полюсу выпрямителя, а катод - к положительному. Теперь при любом накале нити катода ток в анодной цепи отсутствует.

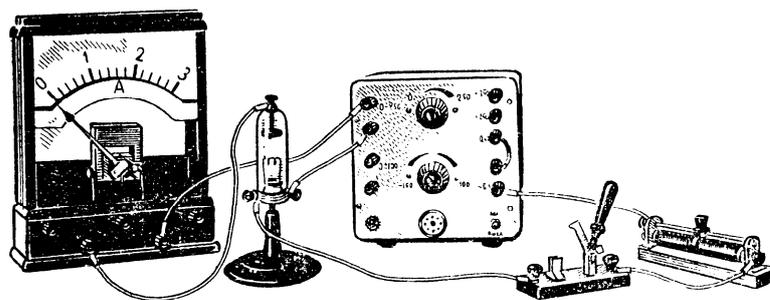


Рис. 12

14. Электронная и дырочная проводимости

Собираем установку из демонстрационного полупроводникового термоэлемента и гальванометра. Зажим гальванометра со знаком «+» соединяют с нижним холодным концом полупроводника, обладающего электронной проводимостью, а второй зажим гальванометра – с верхним концом полупроводника (с средним зажимом термоэлемента). Пока температура обоих концов полупроводника одинакова, тока в цепи нет. Затем верхний конец полупроводника, к которому припаяна медная пластина осторожно нагревают, слегка касаясь разогретым паяльником. Гальванометр показывает ток, стрелка отклоняется влево. Ток идет от горячего конца к холодному, следовательно, горячий конец полупроводника заряжается положительно, а холодный – отрицательно. Т.о. по направлению отклонения стрелки можно определить полярность концов включенного полупроводника. При нагревании полупроводника за счет атомов примеси увеличивается число свободных электронов. Эти электроны по законам диффузии перемещаются в полупроводнике в сторону холодного конца и заряжают его отрицательно. Горячий конец при этом заряжается положительно. Разделение зарядов приводит к образованию электрического поля, под действием которого создается термоток в цепи. Для демонстрации дырочной проводимости гальванометр подключают к концам второго полупроводника термоэлемента, причем нагретый конец полупроводника (средний зажим) соединяют с тем же зажимом гальванометра, что и в первом случае. Теперь стрелка отклоняется вправо. На горячем конце возникают дополнительные свободные электроны, но теперь они захватываются атомами примеси и вновь теряют свою подвижность. В то же время в основных атомах полупроводника, из которых эти электроны вырвались, остаются дырки. Таких дырок образуется больше в горячем конце, на эти дырки из соседних атомов переходят валентные электроны. Дырки в первых атомах заполняются электронами, но зато они появляются в других атомах. Дырки, перемещаясь к холодному концу, заряжают его положительно, горячий конец заряжается отрицательно.

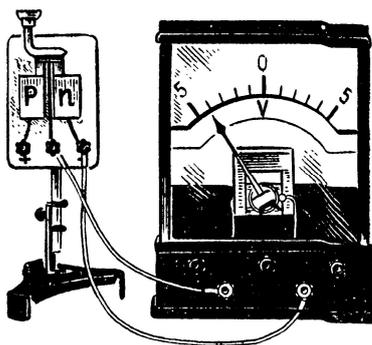


Рис. 13

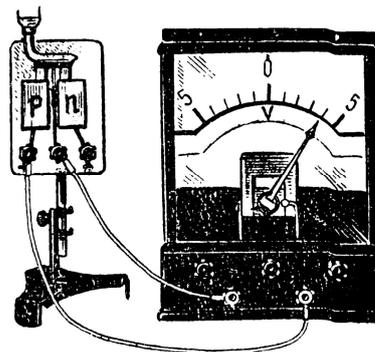


Рис. 14

15. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры

Термистор (имеет форму цилиндрического стержня из окислов марганца и меди) укрепляют на горизонтальной подставке в горизонтальном положении и включают в электрическую цепь последовательно с демонстрационным гальванометром, источником тока напряжением около 4В и выключателем. При замыкании цепи гальванометр отмечает небольшой ток. После этого термистор медленно нагревают над пламенем спиртовки и наблюдают постепенное увеличение тока. Когда стрелка гальванометра будет подходить к последним делениям шкалы, нагревание прекращают. Прделанный опыт позволяет сделать вывод, что сопротивление полупроводников с повышением температуры уменьшается. С повышением температуры концентрация электропроводности полупроводников растет и его электропроводность увеличивается.

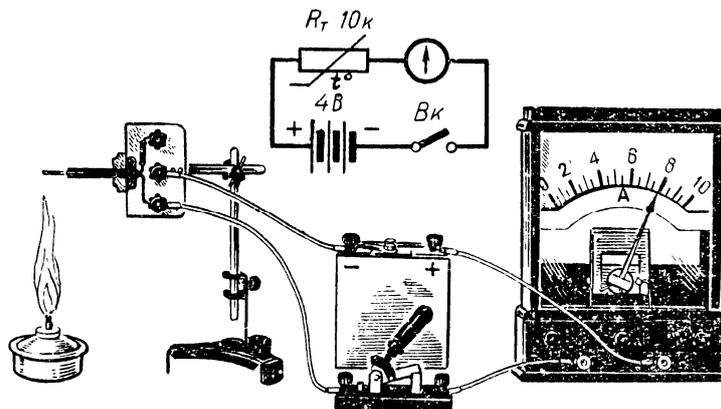


Рис. 15

16. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры.

Фоторезистор представляет собой тонкий светочувствительный слой, состоящий из сернистого кадмия, нанесенного на круглую изолирующую пластинку (ФС – К1). Фоторезистор включают в цепь источника постоянного тока напряжением около 4В последовательно с демонстрационным гальванометром. Наблюдаем наличие очень маленького начального тока, темнового тока. Далее зажигаем электрическую лампу и, медленно приближая и удаляя ее от фоторе-

зистора, наблюдаем увеличение и уменьшение тока в цепи. Это происходит потому, что сопротивление полупроводников при увеличении их освещенности уменьшается, т. к. под действием света растет количество свободных носителей тока. Если в установке поменять полярность включения фоторезистора в цепь, то величина тока останется неизменной. Фоторезистор одинаково хорошо проводит ток как в одном, так и в другом направлении.

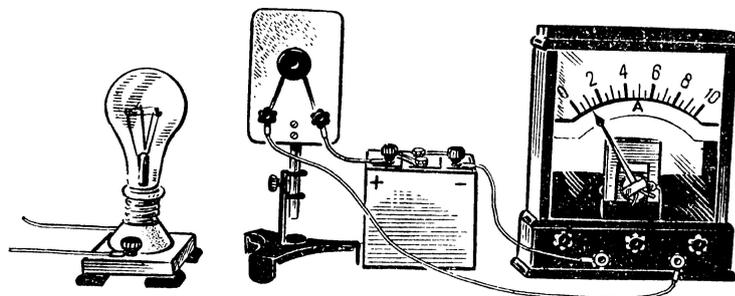


Рис. 16.

18. Действие полупроводникового фотоэлемента

Селеновый фотоэлемент СФ– 10 представляет собой железную пластинку, покрытую тонким слоем селена, обладающего дырочной проводимостью. На поверхность селена, нанесен тонкий полупрозрачный слой золота. В результате специальной обработки часть атомов золота проникли в селен и образовали в нем тонкий слой с электронной проводимостью. На границе двух слоев с различными видами проводимости образовался электронно – дырочный переход. От железной пластины и пленки золота сделаны отводы к зажимам. Фотоэлемент на подставке подключают к гальванометру. При дневном освещении по гальванометру идет слабый ток. Затем фотоэлемент освещают электрической лампой. Наблюдают, как по мере приближения лампы к фотоэлементу ток в цепи увеличивается, стрелка гальванометра отклоняется на всю шкалу. При затемнении фотоэлемента ток почти прекращается. Полупроводниковый фотоэлемент преобразует световую энергию в электрическую. Под действием света в электронном полупроводнике происходит интенсивное образование свободных электронов и дырок. Они участвуют в тепловом движении и перемещаются в различных направлениях. На электронно-дырочном переходе под действием электрического поля происходит разделение диффундирующих к нему зарядов. Дырки, образуемые в электронном полупроводнике, переходят через запирающий слой в дырочный полупроводник и скапливаются в нем, электроны же остаются в электронном полупроводнике и заряжают его отрицательно. Таким образом, электроны накапливаются в электронном полупроводнике, а дырки – в дырочном. Одновременно под действием электрического поля электронно – дырочного перехода из дырочного полупроводника в электронный движутся электроны. В результате наступает динамическое равновесие между потоком дырок и электронов. В этот момент между электродами устанавливается некоторая разность потенциалов, которая и представляет собой фотоэдс фотоэлемента.

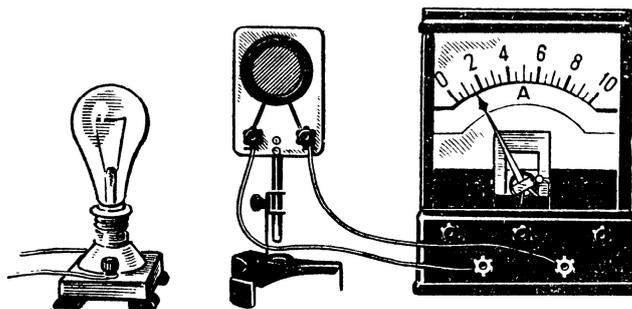


Рис. 17

Магнитное поле. Электромагнитная индукция

1. Магнитное поле прямого тока

Медный изолированный провод длиной 60 – 80 см натягивают между двумя штативами в плоскости магнитного меридиана. Концы проволоки присоединяют к источнику постоянного тока (4-6 В) через реостат, амперметр и ключ. Под проводом на расстоянии несколько см от него помещают демонстрационную магнитную стрелку. При пропускании по проводу тока в несколько Ампер магнитная стрелка поворачивается и располагается перпендикулярно к проводу с током. Поместив правую ладонь вдоль проводника так, чтобы четыре вытянутых пальца были направлены по току, демонстрируют отклонение северного полюса магнитной стрелки в сторону большого пальца, расположенного перпендикулярно к остальным четверым. Поменяв направление тока в цепи, наблюдают отклонение стрелки в противоположную сторону.

2. Наблюдение расположения железных опилок в магнитном поле тока

а) На оправу конденсора проекционного аппарата, настроенного для горизонтального проецирования, устанавливаем квадратные панели из органического стекла с проволочными контурами для получения магнитного поля вокруг прямого провода, в проволочном витке, соленоиде. Сверху эти квадратные панели равномерно посыпав песком. Затем присоединяем к зажимам прибора источник тока соединительными проводами и включаем ток. Под действием магнитного поля часть опилок располагаются вдоль линий магнитной индукции, образуется рисунок поля. Если при этом слегка постучать по панели концом карандаша, то опилки встряхиваются и картина становится более отчетливой.

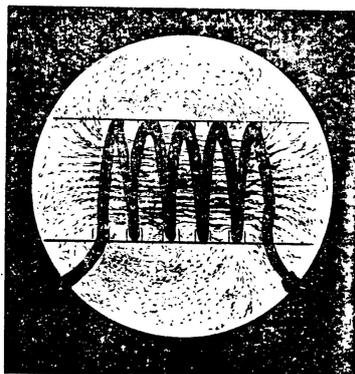


Рис.1 а

б) На электромагнит положить руку с железными булавками так, как показано на рис. 1б и мы будем наблюдать следующую картину: от руки, положенной на полюсы электромагнита, торчат вверх пучки крупных булавок, словно жесткие волосы. Сама по себе рука совершенно не ощущает магнитной силы: невидимые нити проходят сквозь нее, ничем не выдавая своего присутствия. А железные булавки послушно подчиняются ее воздействию и располагаются в определенном порядке, обнаруживая перед нами направление магнитных сил.

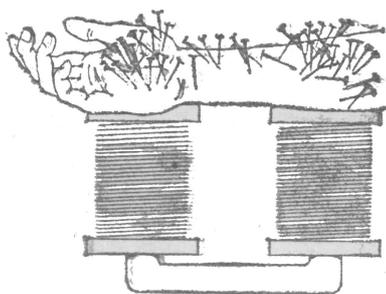


Рис. 1б

У человека нет магнитного органа чувств; поэтому о существовании магнитных сил, которые окружают магнит, мы можем лишь догадываться. Однако нетрудно обнаружить картину распределения этих сил. Лучше всего сделать это с помощью мелких железных опилок. Насыпьте опилки тонким ровным слоем на кусок гладкого картона или на стеклянную пластинку; подведите картон или пластинку обыкновенный магнит и встряхивайте опилки легкими ударами. Магнитные силы словно «проходят» сквозь картон и стекло; следовательно,

железные опилки под действием магнита намагнитятся; когда мы встряхиваем их, они на мгновение отделяются от картона и могут под действием магнитных сил легко повернуться, заняв то положение, которое приняла бы в данной точке магнитная стрелка, т.е. вдоль магнитной «силовой линии». В результате опилки располагаются изогнутыми рядами, наглядно обнаруживая распределение невидимых магнитных линий. Поместим над магнитом пластинку с опилками и встряхнем ее. Мы получим фигуру, изображенную на рис. 1с. Магнитные силы создают сложную систему изогнутых линий. Они лучисто расходятся от каждого полюса магнита, как опилки соединяются между собой, образуя то короткие, то длинные дуги между полюсами. Чем ближе к полюсу, тем линии опилок гуще и четче; напротив, с удалением от полюса они разрежаются и утрачивают отчетливость, наглядно доказывая ослабление магнитных сил с расстоянием.

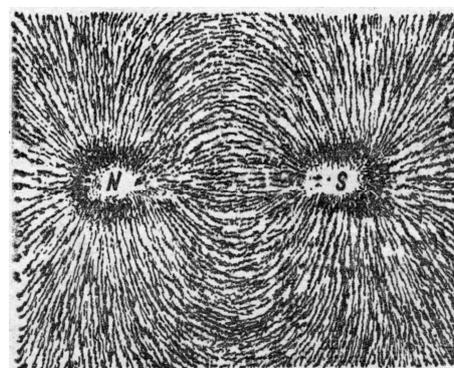


Рис.1с

3. Взаимодействие двух параллельных токов

Рамку от прибора «Виток в магнитном поле» подвешивают на изолирующем стержне посредством гибкого шнура и рядом с ней устанавливают проволочный виток на подставке. Рамку и виток помещают рядом в одной плоскости и подключают к источнику тока. Определив направление тока в витке и рамке, включают на короткое время ток и показывают притяжение или отталкивание рамки в зависимости от направления тока. Затем устанавливают виток против рамки так, чтобы их плоскости были параллельны. При включении тока провода с одинаково направленными токами притягиваются, а с противоположно направленными - отталкиваются.

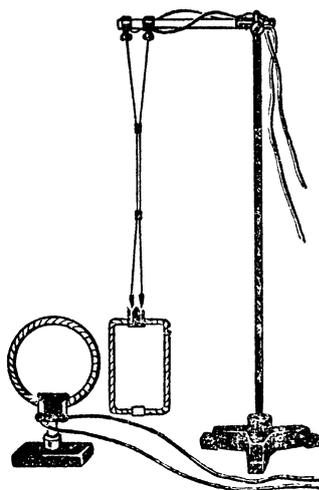


Рис. 2

4. Исследование магнитного поля тока

Исследование магнитного поля удобно проводить магнитным зондом или индикатором индукции магнитного поля (см. рис.3-4). Зонд укреплен на длинной деревянной ручке, в которой заложены две пары проводов. Его питание осуществляется от звукового генератора током частоты 1 – 2 кГц. В головке зонда имеется две (внутренняя и наружная) обмотки. Концы наружной обмотки присоединяют к демонстрационному гальванометру (к зажимам для переменного тока) непосредственно или через усилитель. Концы внутренней обмотки присоединяют к звуковому генератору. Зонд подносим к постоянному магниту, зонд начинает слабо звучать и стрелка гальванометра отклоняется. После этого помещают зонд в каком либо другом месте вблизи магнита и поворачивают его. Замечаем, что наибольшее отклонение стрелки наблюдается, когда зонд расположен вдоль линий индукции. Если зонд расположить перпендикулярно линиям индукции, стрелка гальванометра будет на нуле. При удалении от магнита поле убывает, показание гальванометра уменьшается.

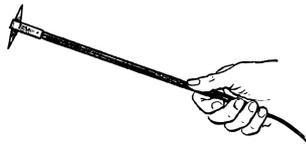


Рис.3

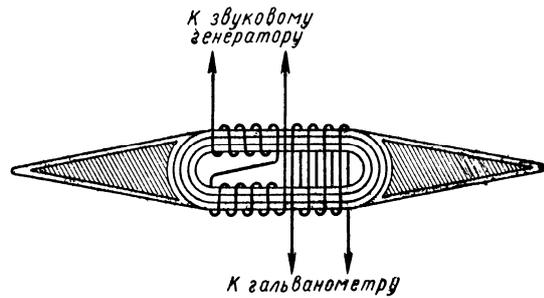


Рис.4

Таким же образом можно исследовать магнитное поле витка с током. Устанавливаем виток с током так, чтобы зонд оказался расположенным в центре витка вдоль его оси. Приближая зонд к проводу витка, устанавливаем, что магнитная индукция в плоскости витка имеет наименьшее значение в центре. Перемещая зонд вдоль оси витка, замечаем, что с удалением от центра витка в обе стороны уменьшается.

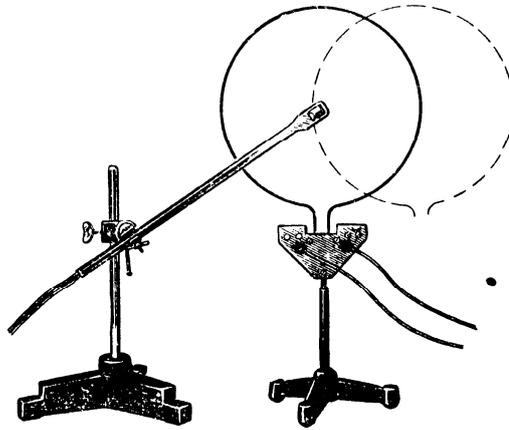


Рис.5

5. Движение проводника с током в магнитном поле

Между двумя подставками подвесить полоску фольги в виде свободно свисающей петли (рис.6)

Пропустить через нее кратковременный постоянный ток силой 1-2А. металлическая лента отклоняется. При включении тока обратного направления она отклоняется в противоположную сторону. Сила, вызывающая отклонение ленты, обусловлена вертикально составляющей напряженности магнитного поля Земли.

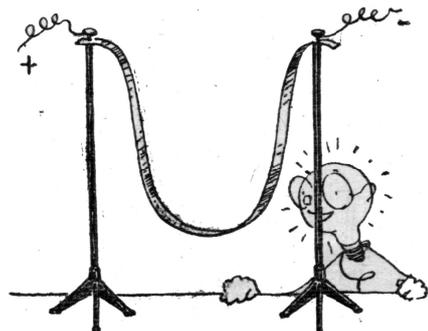


Рис. 6

6. Взаимодействие двух катушек

Катушку от трансформатора 120/220В со вставленным ярмом, подключаем к источнику постоянного тока через выключатель и подаем на нее напряжение около 15В, затем располагаем горизонтально. Катушку – моток км из набора к универсальному трансформатору подключаем к источнику постоянного тока напряжением 4-6 В. Катушку – моток располагаем на небольшом расстоянии от катушки трансформатора 120/220В в подвешенном состоянии. При замыкании выключателя катушка-моток оттолкнется или притянется к катушке 120/220В. (см. рис.7) При изменении направления тока в катушке 120/220В или катушке-мотке можно увидеть зависимость отталкивания и притягивания катушек от направления тока в них.

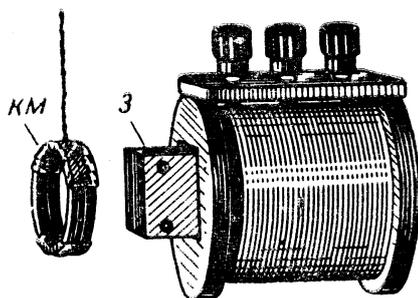


Рис.7

5. Влияние железного сердечника на магнитное действие катушки

Подключаем катушку 120/220В к источнику постоянного тока (около 20В) и располагаем горизонтально. Подносим к катушке подвешенную на обычной нити стальную бритву, наблюдаем притяжение бритвы к катушке.

При вставлении сердечника или ярма в эту катушку магнитное поле катушки усиливается и подвешенная бритва притягивается с более дальнего расстояния, чем в случае, когда была катушка без сердечника (см. рис.8)

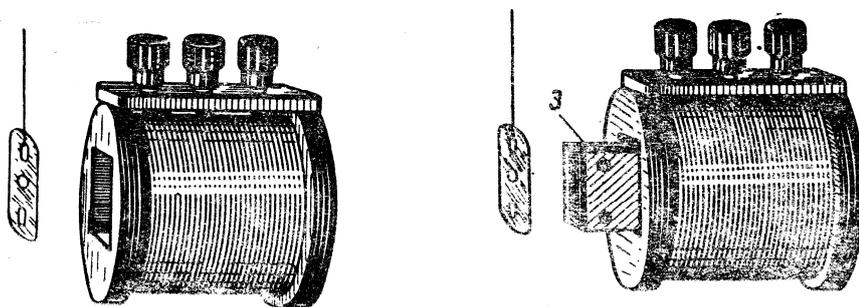


Рис.8

8. Получение индукционного тока

Катушку 120/220В подключаем к зажимам демонстрационного гальванометра. Быстро вставляем в катушку полосовой магнит одним концом и замечаем, что возникает индукционный ток в катушке по изменению движения стрелки

гальванометра. Если вставить сердечник другим концом в катушку, то стрелка гальванометра отклонится в другую сторону. Причем ток в катушке появляется при относительном движении магнита. Если магнит целиком вставить в катушку и не перемещать относительно катушки, то тока не будет, будто магнита нет (рис.9). Другой опыт: Одну из катушек трансформатора 6/6В с ярмом подключают к источнику постоянного тока (4-6В), а катушку 120/220В присоединяем к гальванометру и насаживаем на ярмо. При насаживании этой катушки на ярмо и снятии с него гальванометр покажет ток (рис.10)

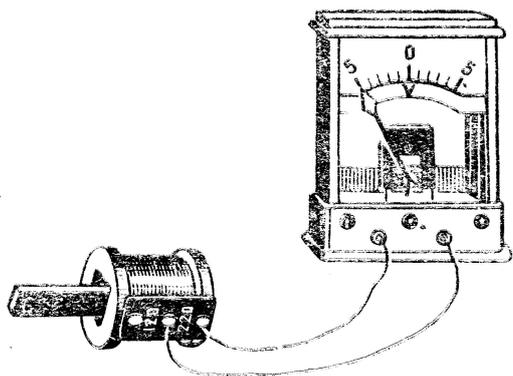


Рис.9

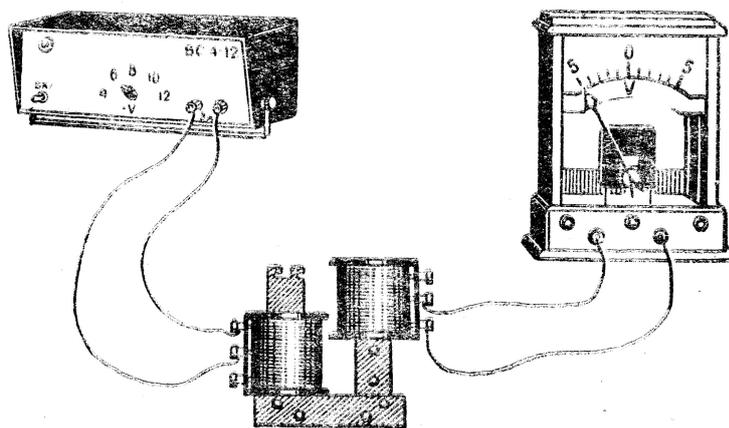


Рис. 10

9. Электромагнитная индукция

Подковообразный магнит укрепить на центробежной машине и между его полюсами свободно подвесить медное кольцо (рис.11). При вращении магнита кольцо начинает вращаться в ту же сторону. При вращении магнита поток силовых линий магнитного поля, пронизывающих кольцо, изменяется, поэтому в кольце возникает индукционный ток. Магнитное поле этого тока и магнита взаимодействуют между собой по правилу Ленца, вследствие чего кольцо увлекается магнитом.

Опыт можно повторить с точно таким же, но разрезанным кольцом. При выполнении этого опыта кольцо будет вращаться, так как в разрезанном кольце при вращении магнита ток не возникает.

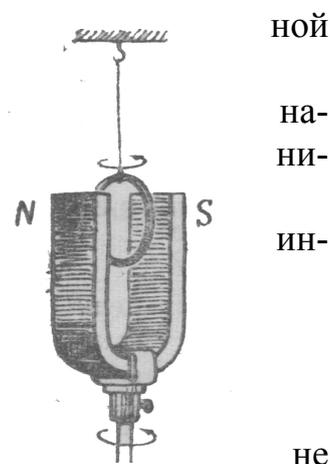


Рис.11

10. Вихревые токи

На сердечник трансформатора устанавливают катушку 120/220В и закрепляют контргайками конусные наконечники, устанавливаем между ними зазор несколько мм. На одну из контргайек закрепляем кронштейн маятника, а на стержень маятника закрепляют гайкой алюминиевую пластину без прорезей. Надо обеспечить свободное качание алюминиевой пластины в зазоре между конусными наконечниками. Маятник приводим в колебание, не подключая об-

мотку катушки к источнику тока. Замечаем, колебание происходит довольно долго. Теперь, подключаем катушку к источнику тока и приводим маятник в движение. Наблюдаем быстрое затухание колебаний. Теперь сплошную пластину в маятнике меняем на другую пластину с прорезами. При включении тока, затухание колебания маятника будет идти медленнее, чем при сплошной пластине. Прекращение колебаний маятника происходит под действием тормозящих вихревых токов, индуцируемых в пластине без разрезов (рис.12).

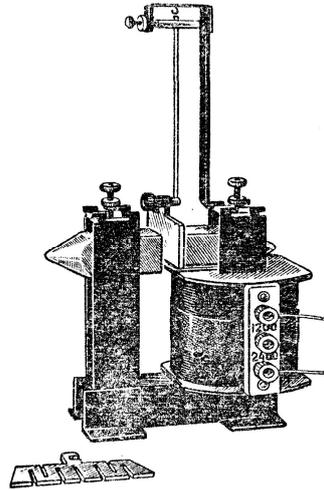


Рис. 12

11. Правило Ленца

Прибор состоит из двух алюминиевых колец, одинакового размера и веса, один из них с разрезом, скрепленных легкой планкой и уравновешенных на острие. Устанавливают прибор на подставке и быстро вводят вовнутрь целого кольца полосовой магнит. Наблюдаем отталкивание кольца от магнита. Когда магнит из кольца вынимают, то кольцо движется вслед за магнитом. Повторяем опыт с разрезанным кольцом. Замечаем, что разрезанное кольцо не убегает и не следует за магнитом, он остается неподвижным. При приближении и удалении к сплошному кольцу магнита в последнем возникает индукционный ток, который противодействует увеличению или уменьшению магнитного потока (рис.13).

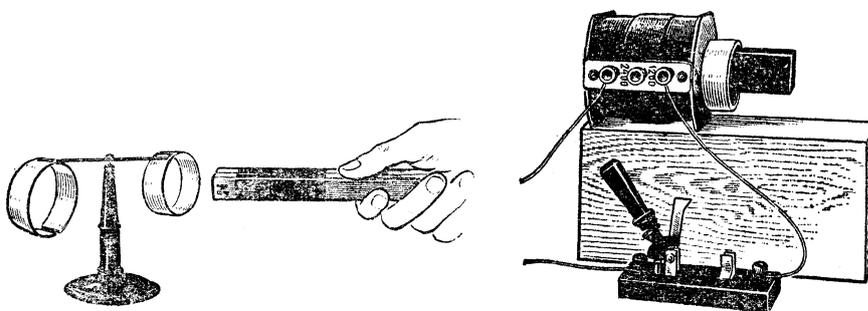


Рис. 13

12. Демонстрация индуктивных действий переменного тока

На сердечник трансформатора надевают катушку 120/220В и устанавливают на этот сердечник ярмо в вертикальном положении. Катушке подаем переменный ток 220В от промышленной сети через рубильник. При отключенной сети на ярмо надеваем медное кольцо, которое падает на каркас катушки. При замыкании тока кольцо подбрасывается в воздух и будет находиться во взвешенном состоянии, не соскакивая с ярма. Если пальцем надавить на кольцо и попытаться опустить кольцо вниз, мы чувствуем заметное сопротивление. Если подержать кольцо в таком состоянии несколько минут, то оно нагреется. Если медное кольцо заменить алюминиевым, то кольцо при включении тока кольцо взмывает вверх так, что соскакивает с ярма. Замену кольца проводить при отключенной сети. Отталкивание кольца от катушки объясняется тем, что токи в них имеют противоположные направления.

Теперь к ярму сверху медленно подносим плоскую катушку с низковольтной лампочкой. Катушка 120/220В находится под напряжением. На небольшом расстоянии от ярма лампочка загорается под действием возникающего в плоской катушке индукционного тока. Лампочка разгорается все ярче по мере приближения к ярму, вплоть до надевания плоской катушки на него (рис.14)

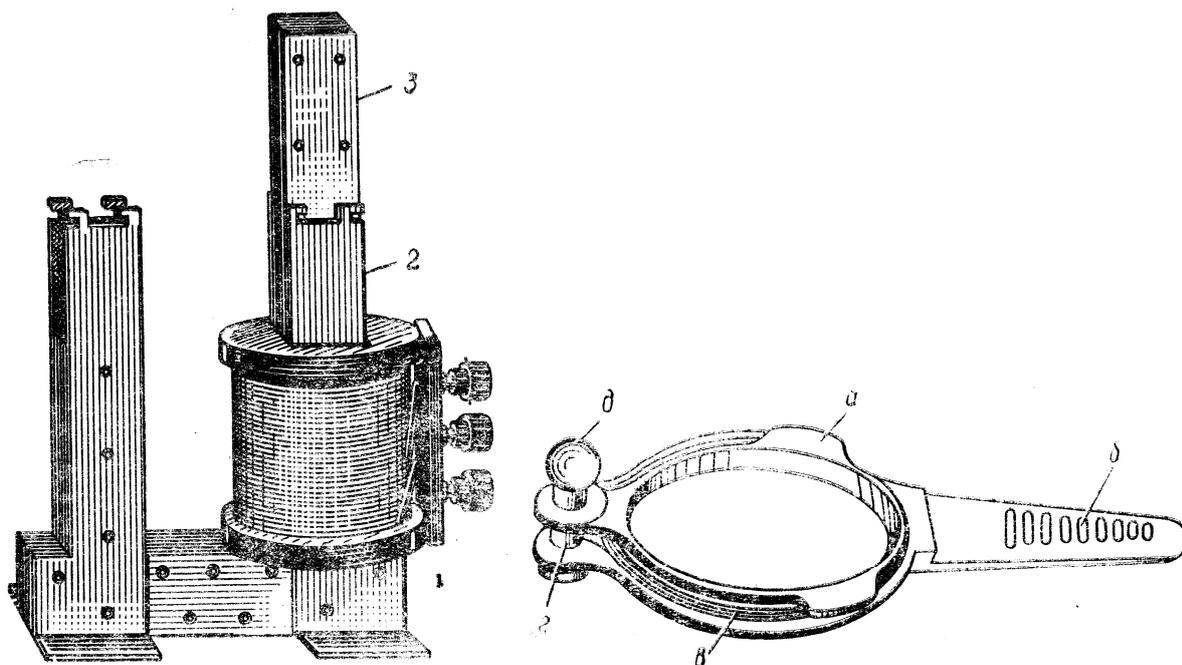


Рис. 14

13. Самоиндукция при замыкании и размыкании цепи

Имеется две параллельные ветви с одинаковыми лампами на 3,5В и 0,28А. Последовательно с одной из ламп в верхней ветви включена дроссельная катушка с замкнутым сердечником от универсального трансформатора, а в другой ветви - реостат с сопротивлением не менее 50 Ом. К зажимам катушки присоединена неоновая лампа на 127В. К концам параллельной ветви подключаем источник постоянного тока напряжением 12В через ключ. После сборки установки включают ток и подбирают такое напряжение, чтобы лампа в верхней ветви горела нормальным накалом. Яркость горения нижней лампы регулируется

реостатом до такой же яркости, что и лампочка в верхней ветви. Неоновую лампочку отключают. Установка теперь готова.

При включении тока лампы загораются не одновременно: нижняя загорается сразу в момент включения, а верхняя – с опозданием. Этим опытом демонстрируем, что при замыкании цепи вокруг сердечника индуцируется вихревое электрическое поле, противодействующее нарастанию тока в катушке. При размыкании цепи вокруг сердечника вновь индуцируется вихревое электрическое поле, которое поддерживает исчезающий ток. В момент размыкания основной цепи обе ветви образуют замкнутую цепь, которая мешает резкому прекращению тока в катушке, что не позволяет обнаружить ЭДС индукции катушки (она небольшая). Чтобы показать явление самоиндукции при размыкании цепи, надо отключить нижнюю ветвь (вывернуть нижнюю лампу) и к катушке присоединить неоновую лампу. Теперь при размыкании цепи резкое прекращение тока в катушке индуцирует настолько сильное вихревое поле, что неоновая лампочка ярко вспыхивает, хотя напряжение, необходимое для ее зажигания, намного больше напряжения, подаваемого от источника тока, питающего установку (рис.15)

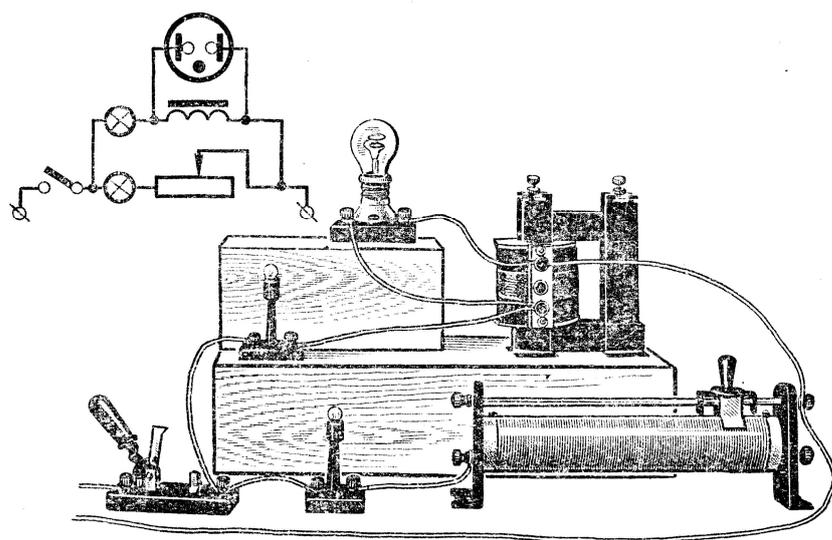


Рис. 15

14. Демонстрация магнитных свойств веществ

Для этого на сердечник трансформатора сажаем катушку 120/220В и закрепляем конусные наконечники, установив между ними небольшой зазор. Свечу располагаем так, чтобы ее пламя находилось под конусными наконечниками. Газы, входящие в состав продуктов сгорания, обладают диамагнитными свойствами. При включении электромагнита диамагнетик в неоднородном магнитном поле выталкивается в область более слабого поля.

Мы наблюдаем как пламя отклонилось и расположилось перпендикулярно вектору \mathbf{B} , т. е. пламя выталкивается из области сильного магнитного поля. Причина - диамагнетик намагничивается в направлении, противоположном вектору магнитной индукции внешнего магнитного поля (рис16.) .

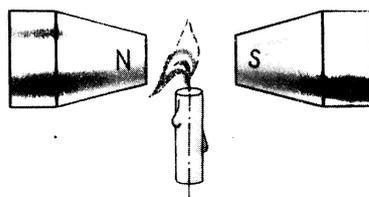


Рис.16

Теперь в пространство между конусными наконечниками помещаем парамагнитное вещество (алюминиевый стержень), подвешенное на тонкой капроновой нити. При включении электромагнита парамагнетик намагничивается в направлении, совпадающим с вектором \mathbf{B} , и поэтому стержень располагается вдоль силовых линий этого поля (рис.17).

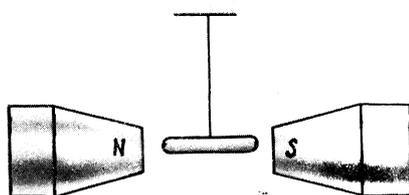


Рис.17

15. Точка Кюри

Изготавливаем колесо из тонкой железной проволоки, подвешенное на нити, либо на подставке так, чтобы могло вращаться с ничтожно малым трением в горизонтальной плоскости. На расстоянии 1-1,5 см от обода колеса располагается магнит. Железное колесо притягивается к магниту, но не вращается. Если подставить под обод перед одним из концов магнита газовую горелку. То колеса начнет вращаться. Часть колеса, под которым была зажженная горелка, накаливается докрасна, остальная часть не успеет раскалиться вследствие соприкосновения ее с воздухом. Накаленное железо теряет магнитные свойства (при точке Кюри) и не притягивается магнитом. Поэтому смежная не накаленная часть притягивается сильнее, чем горячая, и колесо начнет вращаться, причем накаленная часть будет все время охлаждаться воздухом. Можно железо заменить некоторыми сплавами (точки Кюри у некоторых сплавов около 80 градусов по Цельсию) (рис.18).

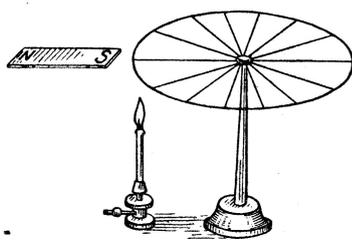
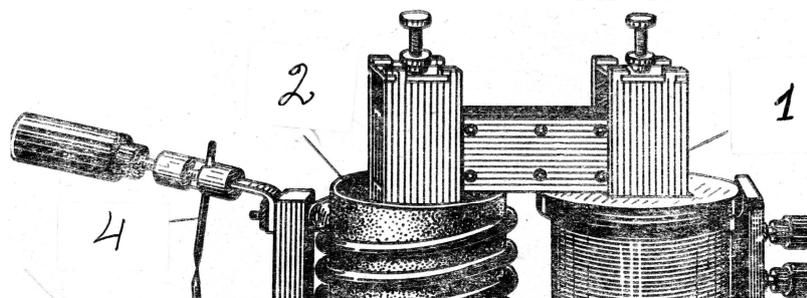


Рис.18



16. Модель электросварочного аппарата

На сердечник 1 надевают катушку 120/220 В и катушку 2 электросварочного аппарата. В зажимы электросварочной катушки прочно закрепляют при помощи стержней 3 электроды 4 остриями друг к другу. (вместо электродов можно взять два хорошо зачищенных напильником гвоздя диаметром около 2 мм.)

Включают обмотку катушки 120/220 В в сеть и сближают концы электродов до соприкосновения (рис 19). Ввиду большого сопротивления в месте соприкосновения металл электрода нагревается докрасна. В это время сильнее сжать ручки, а затем отключить обмотку катушки 120/220 В от сети. При этом электроды (или гвозди) свариваются.

Опыт демонстрирует принцип устройства электросварочного аппарата, состоящего из обмотки трансформатора, в котором вторичная низковольтная обмотка выполнена в виде нескольких витков толстого медного провода, и приспособления для сжатия свариваемых деталей. Вторичная обмотка сварочного трансформатора изготовлена из толстого медного провода, так как в момент сваривания через нее должен протекать ток большой силы.

17. Понижение напряжения с помощью трансформатора

Собранный трансформатор подключают к сети переменного тока напряжением 120 В и или 220 В, подводя провода от сети через рубильник к соответствующим зажимам катушки 120/220 В, как показано на рисунке 20. К этим же зажимам подключают вольтметр V_I , а к зажимам катушки 6/6 В подключают второй вольтметр V_{II} . Если теперь замкнуть рубильник, то вольтметр V_I покажет напряжение сети, а вольтметр V_{II} покажет выходное напряжение трансформатора (если вольтметр V_{II} подключен к среднему и одному из крайних зажимов катушки 6/6 В, то он покажет около 6 В, а если подключен к двум крайним зажимам, то – около 12 В). Таким образом, опыт демонстрирует явление понижения напряжения при помощи трансформатора. Можно в этом опыте заменить вольтметр V_{II} маленькой лампочкой от карманного фонаря, рассчитанной на напряжение 6,3В, а не 3,5В (напряжение лампочки написано на ее цоколе). Тогда при замыкании рубильника, включающего в сеть первичную катушку, лампочка, рассчитанная на низкое напряжение, горит нормально (не перегорая!)

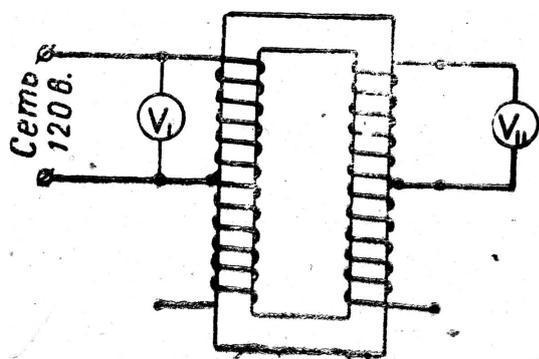


Рис. 20

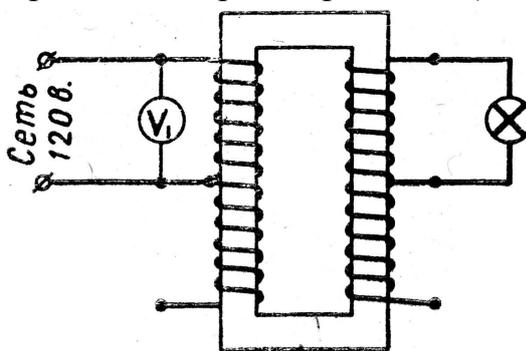


Рис. 21

рая!)
(рис. 21).

М
ожно
опыт
пони
же
ния
на

пряжения демонстрировать при помощи трансформатора, имеющего одну катушку с обмоткой из двух секций. Для этого используют трансформатор, собранный только с одной катушкой 120/220 В. Провода от сети переменного тока 220 В подводят к зажимам 220, к этим же зажимам подключают вольтметр V_I , а к зажимам 120 подключают вольтметр V_{II} (см. схему на рис. 22). В этом случае вольтметр V_I покажет напряжение сети, т.е. около 220 В, а вольтметр V_{II} покажет выходное напряжение трансформатора, т.е. 120 В.

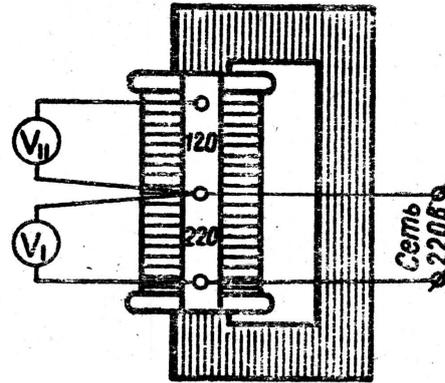
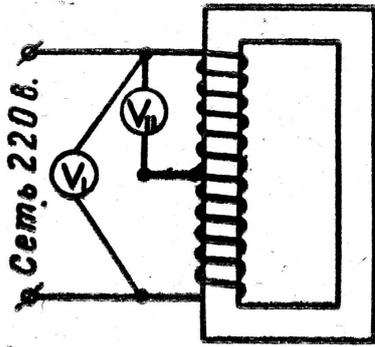


Рис. 22

$$\frac{V_I}{V_{II}} = \frac{n_1}{n_2} = K$$

На основании проведенных опытов можно показать, что коэффициент трансформации трансформатора K , т.е. отношение величины напряжения на концах первичной обмотки V_I к величине напряжения на концах вторичной обмотки V_{II} равно отношению числа витков первичной катушки n_1 к числу витков вторичной катушки n_2 .

Лекционные демонстрации по электричеству и магнетизму

Составители: *Курманалиева Г.Ж., Байболотова Б.Б., Мураталиева В.Ж.*

Тех. редактор *Субанбердиева Н.Е.*

Подписано к печати 31.03.2011 г. Формат бумаги 60x84¹/₁₆.
Бумага офс. Печать офс. Объем 2,1 п.л. Тираж 100 экз. Заказ 34. Цена 44,8 сом.
Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ “Текник” КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43
e-mail: beknur@mail.ru
