

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАЗМАГНИЧЕННЫХ ДУГООБРАЗНЫХ МАГНИТОВ

Ткаченко И.

г. Красноярск, МБОУ СШ № 42, 9 класс

Научный руководитель: Курденко Е.В., МБОУ СШ № 42

Цель работы: восстановить магнитные свойства (частично) размагниченных дугообразных магнитов имеющих в школьной лаборатории

Проблема: как в условиях школьной лаборатории восстановить магнитные свойства магнита.

Гипотеза: восстановить размагниченные магниты можно в условиях школьной лаборатории без специальных аппаратов.

Задачи:

- изучить теорию по данной теме в научно-популярной литературе, публикациях и статьях Интернет;

- найти оптимальный способ восстановления магнитных свойств дугообразных магнитов;

- собрать установку для восстановления магнитных свойств дугообразных магнитов;

- провести опытно-экспериментальную проверку по изучению и сравнению магнитных свойств дугообразных магнитов до и после намагничивания.

- проанализировать полученные результаты, сформулировать выводы.

Объект исследования: дугообразные магниты.

Предмет исследования: магнитные свойства дугообразных магнитов/

Новизна работы. В нашей работе представлен материал, выходящий за рамки программы курса физики 9 класса. Поставлен ряд опытов и проведен сравнительный анализ в области изучения магнитных свойств дугообразных магнитов до и после намагничивания. Найден оптимальный для школы способ восстановления магнитных свойств частично размагниченных магнитов.

Практическая значимость. Восстановление пришедшего в негодность оборудования. Результаты исследований могут использоваться на уроках физики при выполнении лабораторных работ, для расширения кругозора учащихся

Искусственные магниты

Магнит

Магнит – тело, обладающее собственным магнитным полем. Слово происходит от греч. *magnítis líthos*, магнетитовый камень, от названия древнего города Магнезия в Малой Азии, в которой в древности были открыты залежи магнетита [6].

Существуют 2 вида магнитов:

1. Естественные (природные) магниты, называемые магнитной рудой (магнитный железняк), образуются, когда руда, содержащая железо или окиси железа, охлаждается и намагничивается за счет земного магнетизма.

2. Искусственные (временные) магниты – это магниты созданные человеком на основе различных ферромагнетиков.

Существуют искусственные магниты двух видов. Одни – так называемые постоянные магниты – изготавливают из «магнитно-твердых» материалов с последующей закалкой, после остывания материал приобретает большую твердость. Затем материал намагничивают. Будучи однажды намагничены, эти магниты длительное время сохраняют магнитные свойства. Со временем они теряют свои свойства (размагничиваются.)

К другому виду относятся так называемые электромагниты с сердечником из «магнитно-мягкого» железа. Создаваемые ими магнитные поля обусловлены в основном тем, что по проводу обмотки, охватывающей сердечник, проходит электрический ток.

Свойства магнитов

Магниту свойственно притягивать металлические предметы своим магнитным полем. Магниты состоят из миллионов молекул, которые называются доменами. Каждый домен ведет себя как магнит, имеющий северный и южный полюс. При одинаковой направленности доменов их магнитное поле складывается, образуя сильное магнитное поле (рис. 1).

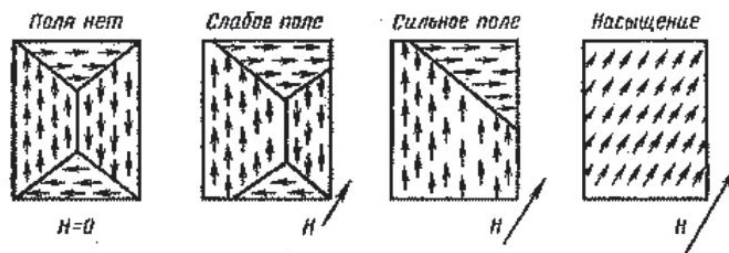


Рис. 1

Обычно искусственным магнитам придают вид полосы-прямой или подковообразной. Такие магниты имеют два полюса на концах полосы и нейтральную зону между ними. Магнитные свойства магнитов наиболее заметны вблизи его полюсов. Если такой магнит подвесить за среднюю часть так, чтобы он мог свободно поворачиваться в горизонтальной плоскости, то он займет положение, примерно соответствующее направлению с севера на юг. Конец стержня, указывающий на север, называют северным полюсом, а противоположный конец – южным полюсом. Разноименные полюса двух магнитов притягиваются друг к другу, а одноименные взаимно отталкиваются. Если к одному из полюсов магнита приблизить брусок ненамагниченного железа, то последний временно намагнитится. При этом ближний к полюсу магнита полюс намагниченного бруска будет противоположным по наименованию, а дальний – одноименным. Некоторые материалы (например, сталь) сами становятся слабыми постоянными магнитами после того, как побывают около постоянного магнита или электромагнита.

Магнит притягивает другие магниты и предметы из магнитных материалов, не находясь в соприкосновении с ними. Такое действие на расстоянии объясняется существованием в пространстве вокруг магнита магнитного поля [4].

Магнитное поле постоянного магнита

Пространство вблизи магнита или проводника с током находится в особом состоянии, которое называют «магнитное поле». Название выражает мысль, что в этом пространстве проявляются механические силы, действующие на другие магниты или проводники с током.

Некоторое представление об интенсивности и направлении магнитного поля можно получить при помощи силовых линий. Силовые линии магнитного поля-это линии проведенные так, что касательные к ним в каждой точке указывают направление поля в этой точке. Существует простой способ получать картины силовых линий в различных магнитных полях. Для этого необходимо насыпать на лист картона или стекла, положенный на магнит, железные опилки. Опилки выстроятся цепочками в направлении поля, а густота линий из опилок будет соответствовать интенсивности этого поля. (Гуще всего они у концов магнита, где интенсивность магнитного поля наибольшая.) [2],

Линии индукции выходят в окружающее пространство из магнита у его северного полюса, входят в магнит у южного полюса и проходят внутри материала магнита

от южного полюса обратно к северному, образуя замкнутую петлю. Полное число линий индукции, выходящих из магнита, называется магнитным потоком. Плотность магнитного потока, или магнитная индукция (B), равна числу линий индукции, проходящих по нормали через элементарную площадку единичной величины. Магнитной индукцией определяется сила, с которой магнитное поле действует на находящийся в нем проводник с током. [6]

Способы восстановления намагниченности магнита

Сотрясение готового постоянного магнита, а также резкие изменения его температуры способствует его размагничиванию и магнит теряет свои магнитные свойства. Восстановить их можно [7].

Способы восстановления:

1 способ. Для намагничивания прямого или подковообразного магнита нужно по всей его поверхности изолированным проводом диаметром 0,4 мм намотать обмотку в несколько слоев. Затем обмотка включается в сеть переменного тока напряжением 127 В или 220 В через отрезок медной проволоки диаметром 0,1 мм и длиной 30–40 мм, играющей роль плавкого предохранителя. При включении обмотки в сеть эта проволока мгновенно сгорает. Импульс тока, прошедший по обмотке, создает вокруг нее сильное магнитное поле, благодаря чему магнит намагничивается. Так как ток в сети переменный и нельзя точно установить момент включения обмотки и перегорания предохранителя (в этот момент магнитное поле может оказаться обратной полярности), может произойти перемагничивание или даже размагничивание магнита. В этом случае намагничивание повторяют до тех пор, пока не будут получены желаемые результаты.

2 способ. Взять старый магнит и сильный намагниченный (неодимовый) магнит с северными и южными отмеченными полюсами. Провести несколько раз в одном направлении сильным неодимовым магнитом по размагниченному магниту, его северным полюсом вдоль одной стороны, южным полюсом вдоль другой стороны.

3 способ. Поместить размагниченный магнит в магнитное поле катушки с током. Подробное описание этого способа представлено ниже в главе 2 [1].

Существуют и другие способы. Выбор способа намагничивания и применяемые для этого приспособления определяются формой, назначением магнита, а также его ожидаемыми характеристиками.

Глава II. Экспериментальная часть

Оценка действия магнитного поля частично размагниченного дугообразного магнита

Цель: исследовать магнитное действие полюсов размагниченного (частично размагниченного) дугообразного магнита.

Для исследования действия магнитного поля дугообразного магнита использовали следующее оборудование: 8 дугообразных магнитов, металлические гвоздики, миллиметровую бумагу.

Перед выполнением работы промаркировали магниты (№1–№8)

Порядок выполнения работы:

Расположили гвоздик на миллиметровой бумаге.

Медленно приближали магнит к металлическому гвоздику до тех пор, пока гвоздик не придет в движение.

Зафиксировали расстояние S на котором гвоздик притянется к магниту

Эксперимент повторяли для всех образцов магнитов

Результаты представлены в табл. 1

Таблица 1

№ образцов магнита	До намагничивания S (см)
1	0,5
2	0
3	0,7
4	0,3
5	0,5
6	0,7
7	0,2
8	0,4

Вывод: наиболее сильное магнитное действие обнаруживают полюса магнитов №3 и №6. Полюса магнита №2 не проявляют магнитных свойств

Оценка модуля вектора магнитной индукции частично размагниченного дугообразного магнита

Цель: определить модуль вектора магнитной индукции (частично) размагниченных дугообразных магнитов.

Для оценки модуля вектора магнитной индукции дугообразного магнита использовали следующее оборудование: 8 подковообразных магнитов, катушку с известным числом витков (220 вит), миллиметровую бумагу, весы с разновесами, амперметр, ключ, реостат, источник тока, штатив с лапкой (см. приложение, фото 1, 2) [3].

Описание установки и вывод рабочей формулы.

Электрическая схема установки (рис. 5):

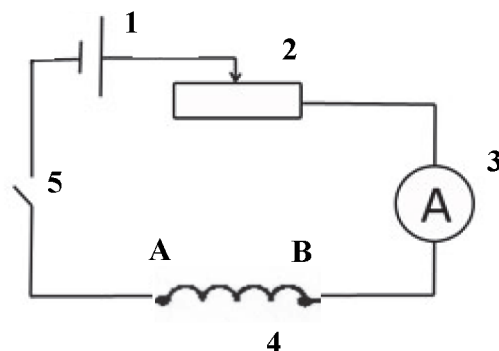


Рис. 1. Электрическая схема установки:
1 – источник тока; 2 – реостат; 3 – амперметр; 4 – AB – проволоочный моток; 5 – ключ

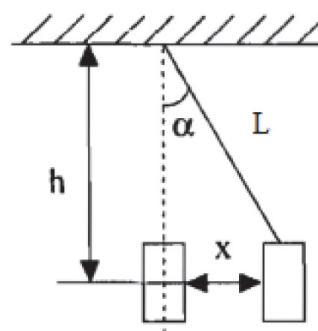


Рис. 2. Схематический рисунок установки

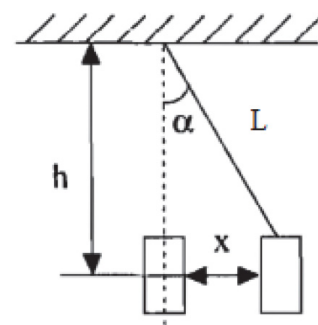


Рис. 3. Силы, действующие на проволоочный моток

На проводник с током, помещенный в магнитное поле постоянного дугообразного магнита действует сила Ампера, сила тяжести и сила натяжения нити (рис.3).

По второму закону Ньютона:

$$m \cdot \vec{a} = \vec{F}_A + \vec{F}_g + \vec{T}.$$

Запишем полученное уравнение для проекций на ось OY :

$$0 = F_A + 0 - mg \sin \alpha$$

При малых углах отклонения:

$$\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$$

Учитывая это получим: $F_A = mgtg\alpha$

Из рис. 2 и 3, получаем:

$$F_A = mg \frac{x}{h} \approx \frac{mgx}{L}. \quad (1)$$

Модуль силы Ампера равен:

$$F_A = BIlN \quad (2)$$

Из формул (1) и (2), получаем:

$$B = \frac{mgx}{L \cdot I \cdot l \cdot N},$$

где l – длина 1 витка проволоки, по которому протекает ток силой I , N – число витков, B – численное значение вектора индукции магнитного поля в месте расположения проводника, L – длина нити, m – масса катушки.

Порядок выполнения работы:

1. Определили массу катушки с витками.

2. Закрепили катушку в лапке штатива так, чтобы катушка на 2 см углубилась в пространство между полюсами наконечника подковообразного магнита и могла свободно колебаться, не вращаясь вокруг своей оси.

3. Собрали цепь, позволяющую пропускать ток по катушке, регулировать его и измерять силу тока

4. Измерили силу тока, отклонение катушки и длину нити

5. Определили вектор магнитной индукции

$$B = \frac{mgX}{LIIN},$$

где l – длина 1 витка проволоки катушки:

$$l = 2\pi R.$$

Результаты представлены в табл. 2

Вывод: экспериментальным путем определили индукцию магнитного поля (B , $Tл$) между полюсами дугообразного магнита. Результаты эксперимента №2 соответствуют результатам эксперимента №1.

Восстановление дугообразных магнитов

Цель: восстановить магнитные свойства, пришедших в негодность, дугообразных магнитов.

Для намагничивания подковообразных магнитов использовали следующее оборудование: 8 подковообразных магнитов, источник тока, катушка от разборного трансформатора, ключ, соединительные провода, секундомер.

Порядок выполнения работы:

1. Собрали электрическую цепь (см. приложение, фото № 3), состоящую из источника постоянного тока 1, катушки 2. Сердечник катушки, заменили два дугообразных магнита, сложенных противоположными полюсами навстречу друг другу (см. приложение, фото №4).

2. С помощью магнитной стрелки проверяем полярность поля катушки. Затем вставляем в нее магниты так, чтобы направление силовых линий внутри образованного магнитопровода совпадало с направлением поля внутри катушки.

3. Замыкаем цепь, через некоторое время (для каждой пары магнитов время свое) размыкаем цепь и повторяем намагничивание, поместив наружные полюса магнита.

4. По окончании эксперимента повторяем измерения эксперимента №1, № 2.

Результаты представлены в табл. 3 и 4.

Анализируя и сравнивая результаты эксперимента №1 и № 3 можно сделать вывод о том, что полюса магнитов после помещения в магнитное поле стали проявлять более сильное магнитное действие. Чем больше время намагничивания, тем более сильное магнитное действия у полюсов магнита.

Таблица 2

№ магнита	Масса катушки m , кг	Длина нити L , м	Сила тока I , А	Количество витков N	Диаметр катушки d , м	Длина активной части проводника l , м	Отклонение катушки X , м	Вектор магнитной индукции
1	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,005	0,002556
2	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,001	0,000511
3	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,007	0,003578
4	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,004	0,002044
5	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,005	0,002556
6	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,007	0,003578
7	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,002	0,001022
8	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,005	0,002556

Таблица 3

№ образцов магнита	Время намагничивания	После намагничивания S , см
Пара №5, №6	6 мин	1,7
		1,8
Пара №2, №4	6 мин	1,2
		1,2
Пара №7, №8	3 мин	1,1
		1,1
Пара №1, №3	3 мин	1
		1

Таблица 4

№ магнита	Масса катушки m , кг	Длина нити L , м	Сила тока I , А	Количество витков N	Диаметр катушки d , м	Длина активной части проводника l , м	Отклонение катушки X , м	Вектор магнитной индукции
5	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,015	0,00766
6	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,013	0,00664
2	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,015	0,00766
4	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,015	0,00766
7	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,008	0,00408
8	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,008	0,00408
1	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,007	0,003578
3	0,0226	0,08	0,2	220	0,04	0,1256	0,007	0,003578

Вывод: после помещения дугообразного магнита в магнитное поле катушки с током, модуль вектора магнитной индукции у всех образцов стал больше. Между временем нахождения дугообразного магнита в магнитном поле катушки с током (внешнем) и значением вектора магнитной индукции магнитного поля магнитов существует зависимость: чем дольше дугообразный магнит находится во внешнем магнитном поле, тем сильнее возрастает значение вектора магнитной индукции.

Графическое представление магнитного поля дугообразного магнита

Цель: с помощью железных опилок получить картину линий магнитного поля дугообразного магнита.

Для получения изображения магнитных линий магнитного поля дугообразного магнита использовали следующее оборудование: 8 дугообразных магнитов, металлические стружки, картон

Порядок выполнения работы

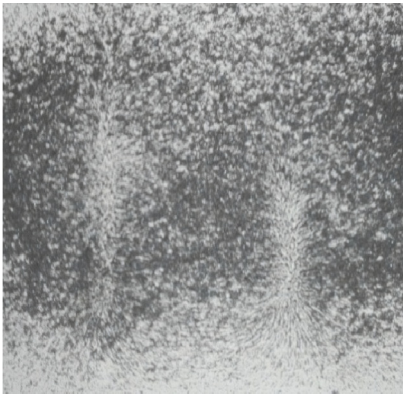
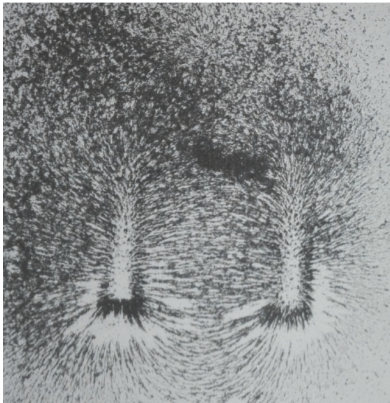
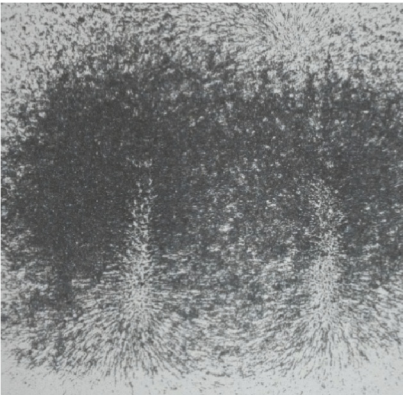
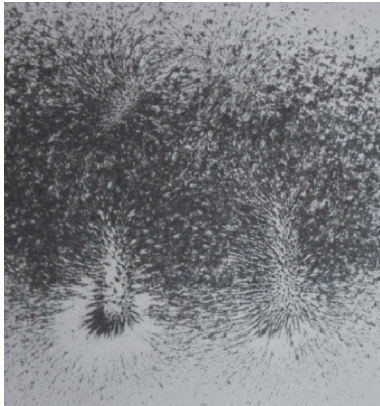
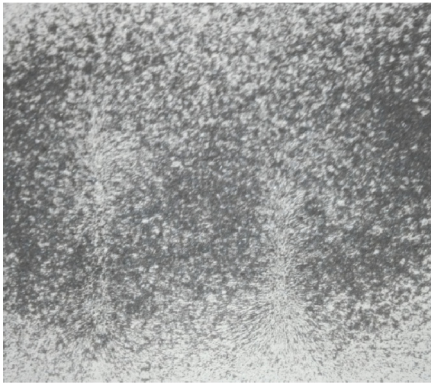
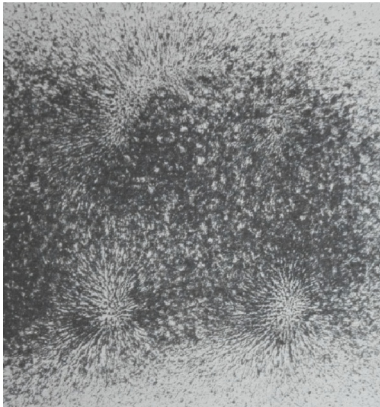
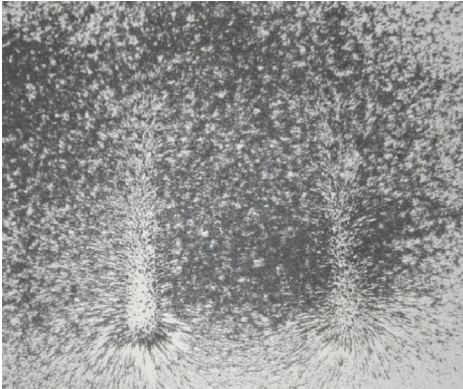
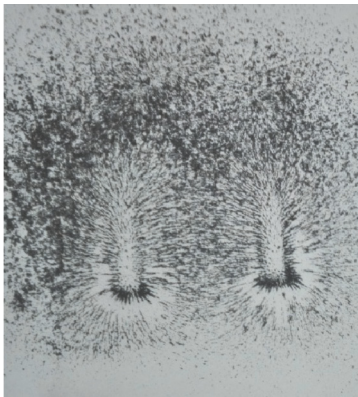
1. На дугообразный магнит помещаем лист картона.

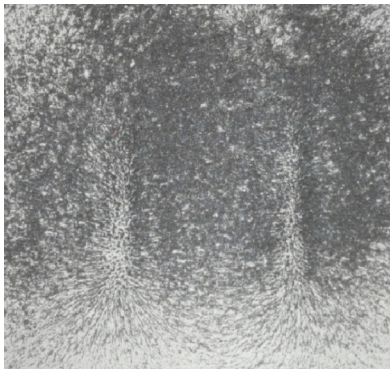
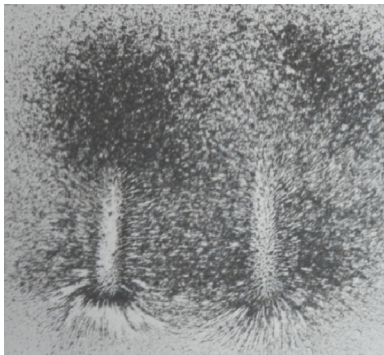
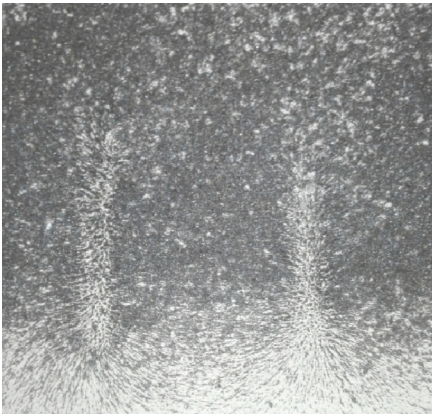
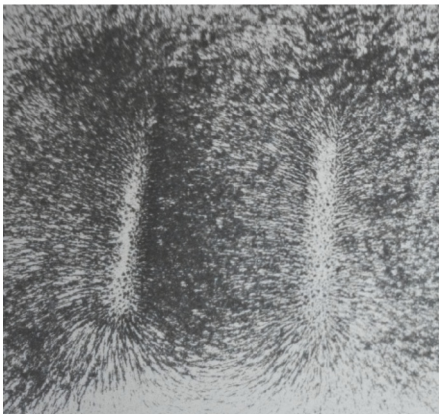
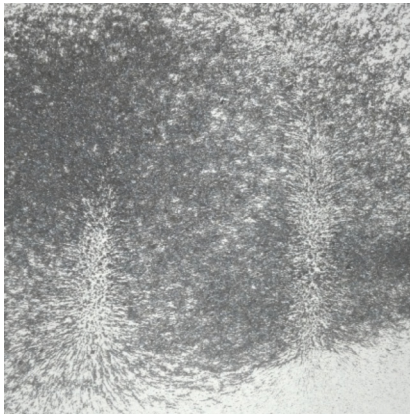
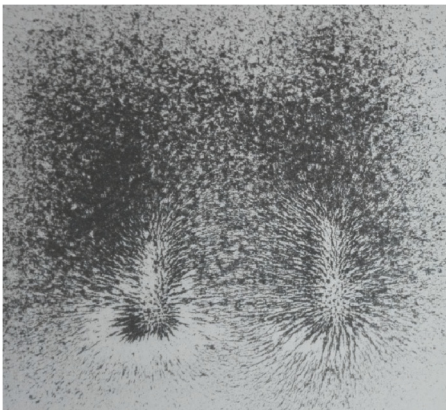
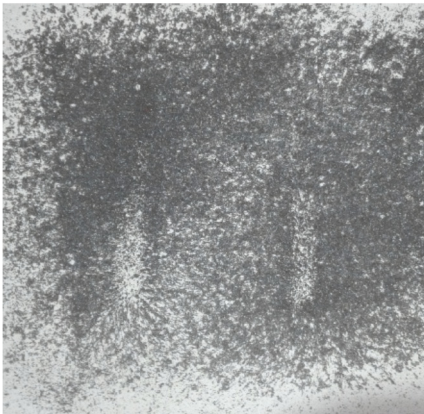
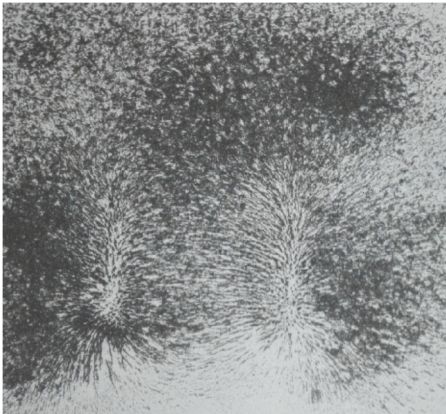
2. Насыпаем на картон железные опилки, встряхиваем их, слегка постучав по картону пальцем.

3. Фиксируем результат с помощью фотоаппарата.

4. Исследование проводили для всех образцов до и после намагничивания.

Результаты представлены ниже.

Номер образца	До намагничивания	После намагничивания
1	2	3
Образец №1		
Образец №2		
Образец №3		
Образец №4		

1	2	3
Образец №5		
Образец №6		
Образец №7		
Образец №8		

Вывод: до намагничивания, линии магнитного поля видны неотчётливо, что свидетельствует о слабом магнитном поле дугообразных магнитов. После намагничивания, линии магнитного поля видны отчетливее, их густота увеличилась, что указывает на усиление магнитного поля магнитов.

Заключение

Данная исследовательская работа является актуальной, так как связана с решением фундаментальных физических проблем, а также имеет практическое значение.

В результате проделанных опытов, можно утверждать, что нам удалось восстановить магнитные свойства (частично) размагниченных дугообразных магнитов (см. приложение фото №5, №6), имеющихся в школьной лаборатории и подтвердить выдвинутую нами гипотезу: восстановить размагниченные магниты можно в условиях школьной лаборатории без специальных аппаратов.

По результатам проведенных исследований были сформулированы следующие выводы:

1. Найден оптимальный для школы способ восстановления магнитных свойств частично размагниченных дугообразных магнитов.

2. Исследованы магнитные свойства дугообразных магнитов до и после намагничивания.

3. Проведена опытно-экспериментальная проверка по изучению и сравнению магнитных свойств дугообразных магнитов до и после намагничивания.

4. После помещения дугообразных магнитов (образцы №1–№8) в магнитное поле катушки с током:

5. Полюса всех образцов магнитов стали проявлять более сильное магнитное действие. При увеличении времени намагничивания, магнитное действия полюсов магнита, увеличивалось;

6. Модуль вектора магнитной индукции у всех образцов дугообразного магнита увеличился, что свидетельствует о восстановлении магнитных свойств магнитов;

7. Линии магнитного поля стали видны более отчетливо, их густота увеличилась, что указывает на усиление магнитного поля магнитов.

Список литературы

1. Федянина Е.Д. Восстановление постоянных магнитов и магнитных стрелок: Приложение к газете «1 сентября». Физика.
2. Современное естествознание. Энциклопедия: В 10 т. Т.5. – М.: Издательский дом «МАГИСТР-ПРЕСС», 2000. – 210 с.: ил.
3. Фронтальные лабораторные занятия по физике в 7–11-м классах общеобразовательных учреждений // Кни-

га для учителя / Под ред. В.А. Бурова. – М.: Просвещение, 1996.

4. Элементарный учебник физики. Том 2. Электричество и магнетизм / Под ред. Г.С. Ландсберга. – М.: Изд-во «Наука», 1973. – 525 с.

5. Энциклопедический словарь юного физика / сост. Чуянов В.А. – М., Педагогика-Пресс, 1995.

6. Энциклопедия Кругосвет: Универсальная научно-популярная онлайн-энциклопедия. – http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/fizika/MAGNITI_I_MAGNITNIE_SVOSTVA_VESHCHESTVA.html.

7. Большая энциклопедия. – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/id575050p1.html>.

Приложение

Оценка модуля вектора магнитной индукции частично размагниченного дугообразного магнита



Фото 1



Фото 2

Восстановление дугообразных магнитов

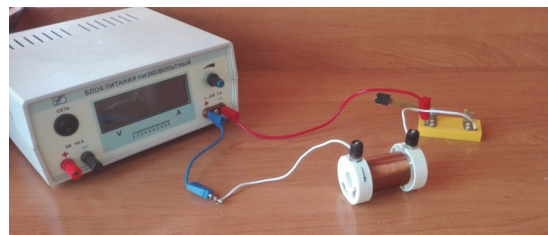


Фото 3

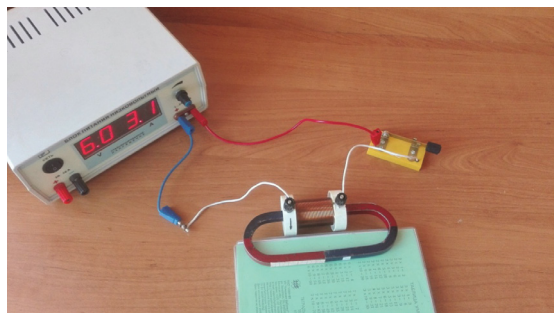


Фото 4



Фото 5



Фото 6