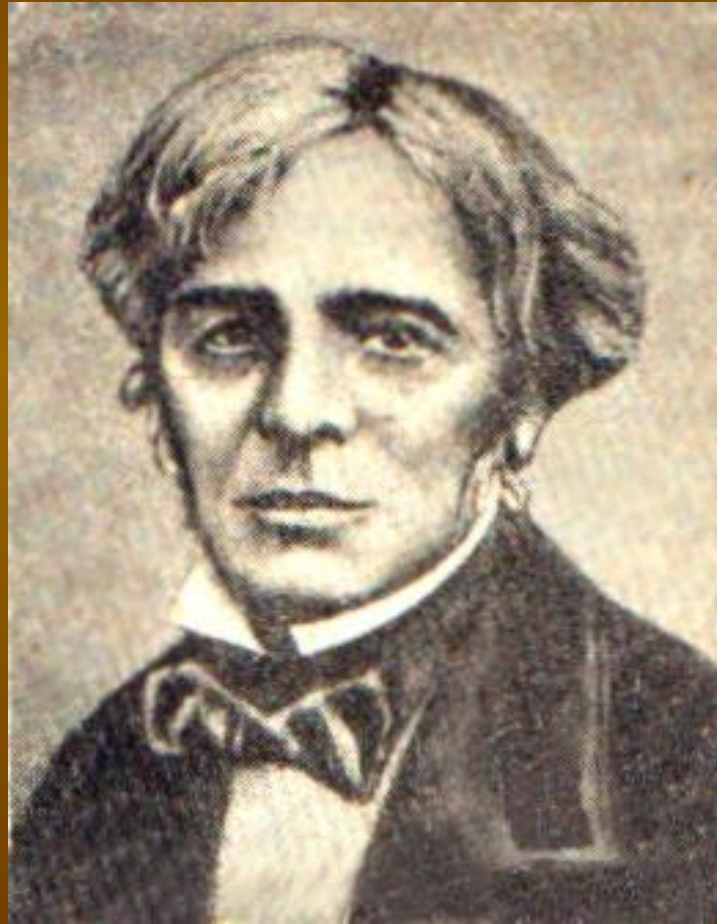


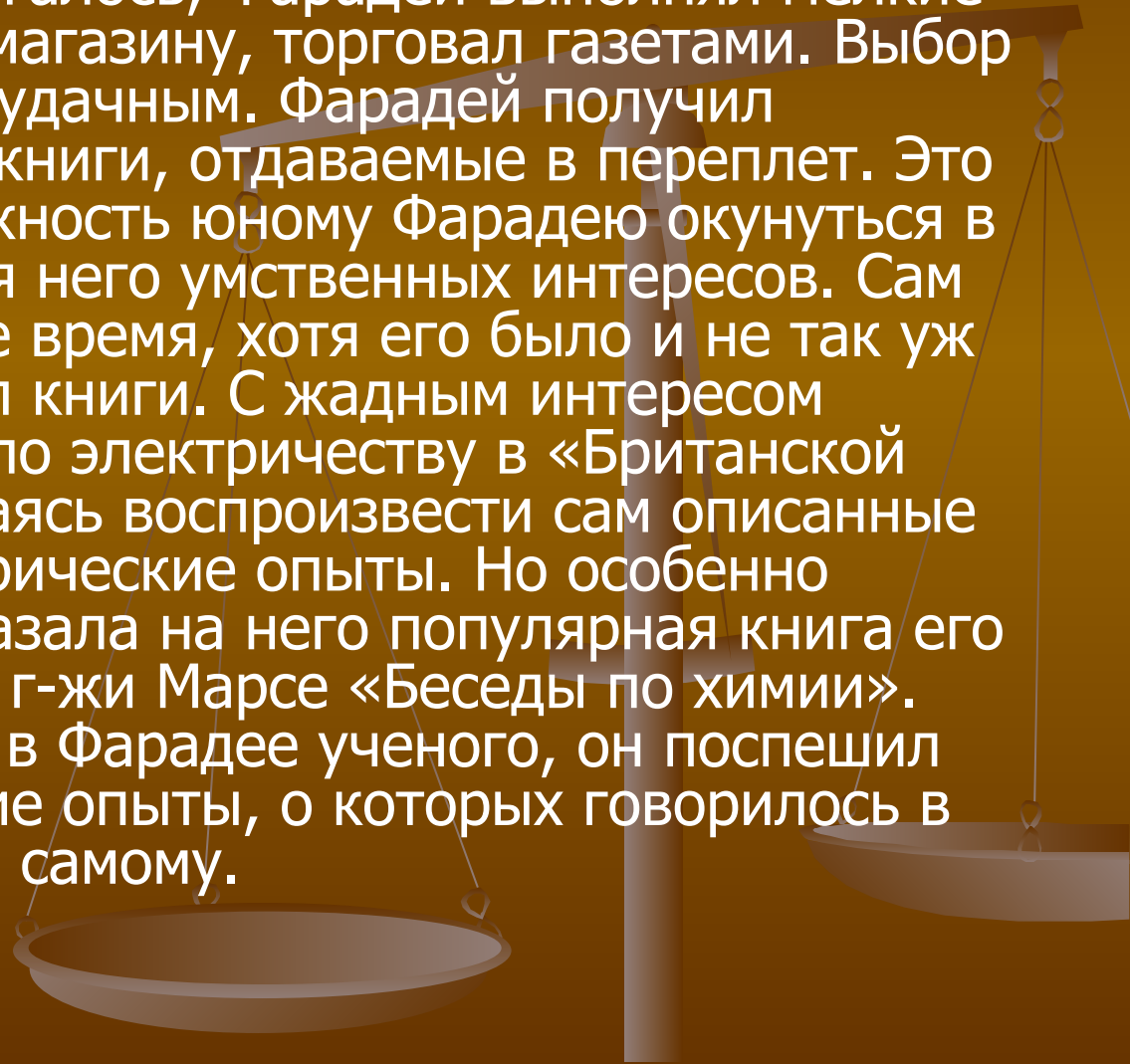
Великое открытие Майкла Фарадея



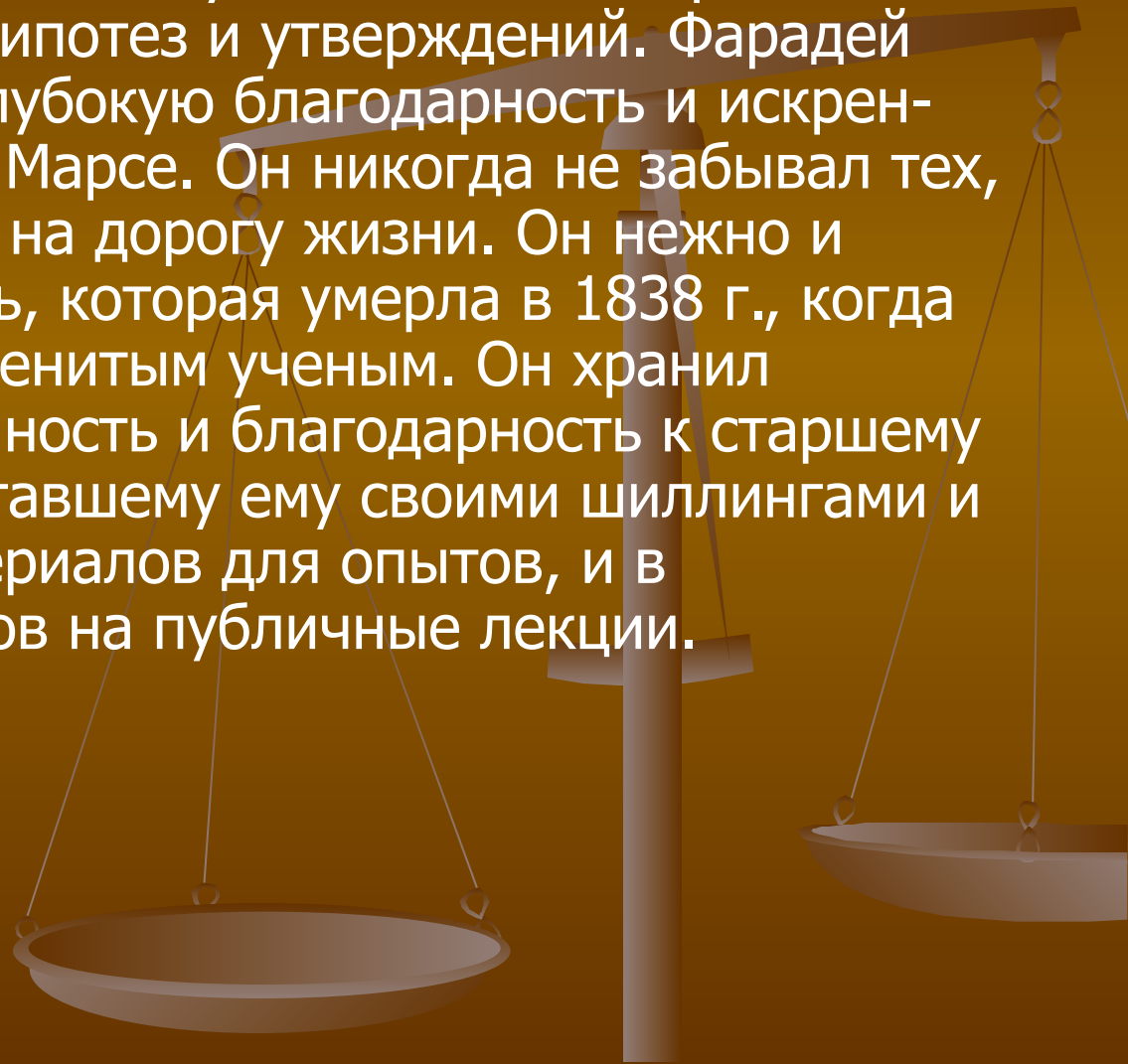
Биография Майкла Фарадея

- Майкл Фарадей был младшим в семье, он родился 22 сентября 1791г. Скромные средства семьи не позволяли дать детям образование. Да к тому же в Англии того времени не было государственных школ. Школы находились в руках частных владельцев, подчас невежественных людей, озабоченных только одним: извлечь как можно больше прибыли из своих питомцев. Вряд ли учительница начальной школы, в которую отдали Фарадея, выделялась на общем уровне английских учителей той эпохи. Фарадей выучился читать, писать, считать, и этого было достаточно. Будущий великий физик никогда не знал ни алгебры, ни геометрии. Всеми своими знаниями он был обязан только самому себе, своей неистощимой любознательности, своему трудолюбию, своему светлому уму. Но, как бы то ни было, школьные годы кончились. Мальчику было уже тринадцать лет - вполне подходящий возраст, чтобы начать самостоятельную трудовую жизнь.

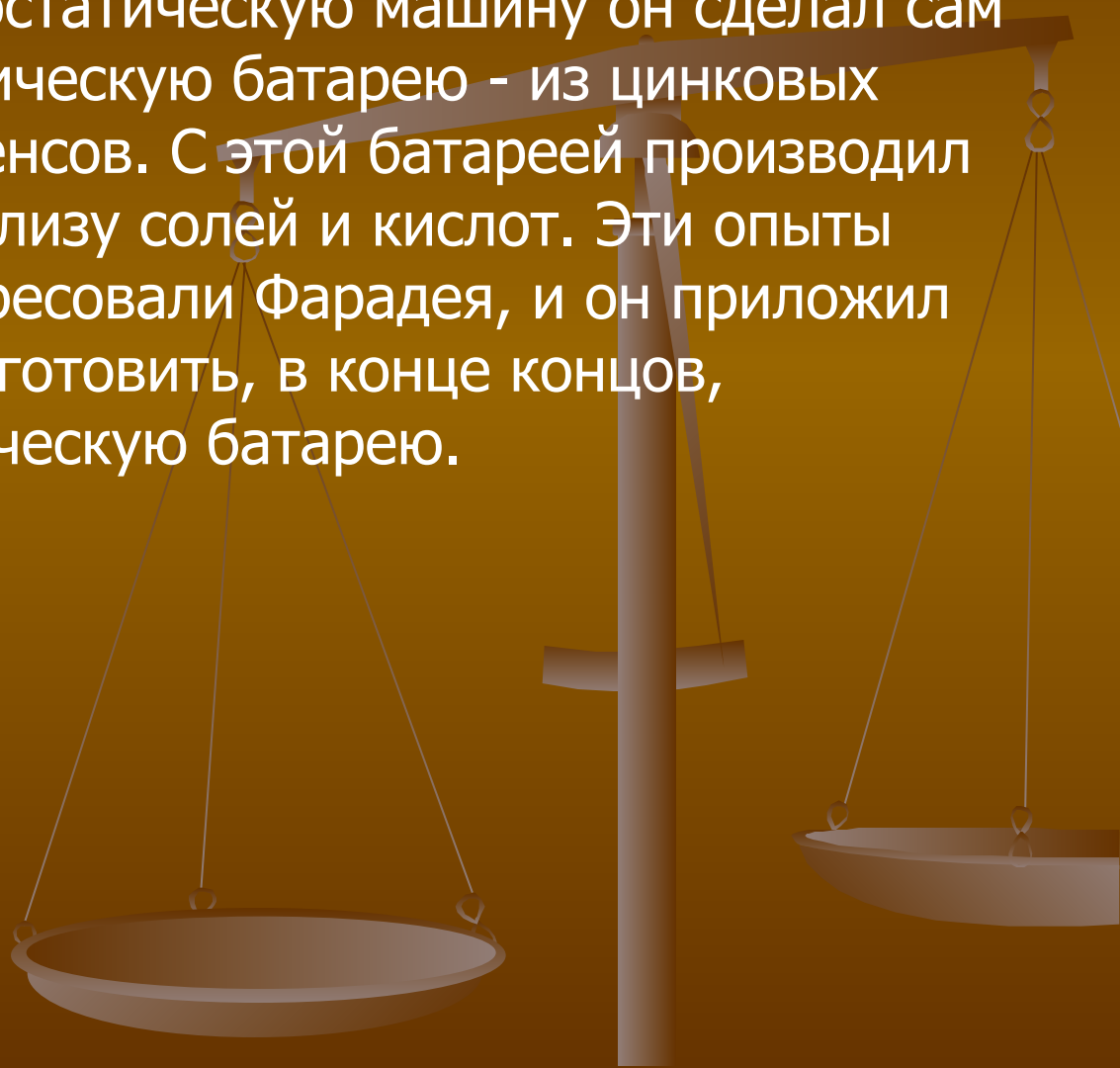
- Недалеко от дома на окраине Лондона, где жили Фарадеи, на Бландфорд-стрит находилась книжная лавка и переплетная мастерская Жоржа Рибо. Сюда-то и отдали в ученики Фарадея. Первый год своего обучения, как и полагалось, Фарадей выполнял мелкие поручения по дому, магазину, торговал газетами. Выбор профессии оказался удачным. Фарадей получил возможность читать книги, отдаваемые в переплет. Это также давало возможность юному Фарадею окунуться в атмосферу новых для него умственных интересов. Сам Фарадей в свободное время, хотя его было и не так уж много, усердно читал книги. С жадным интересом поглощал он статьи по электричеству в «Британской энциклопедии», пытаясь воспроизвести сам описанные в этих статьях электрические опыты. Но особенно большое влияние оказала на него популярная книга его первой учительницы г-жи Марсе «Беседы по химии». Эта книга разбудила в Фарадее ученого, он поспешил проделать химические опыты, о которых говорилось в книге, проверить все самому.



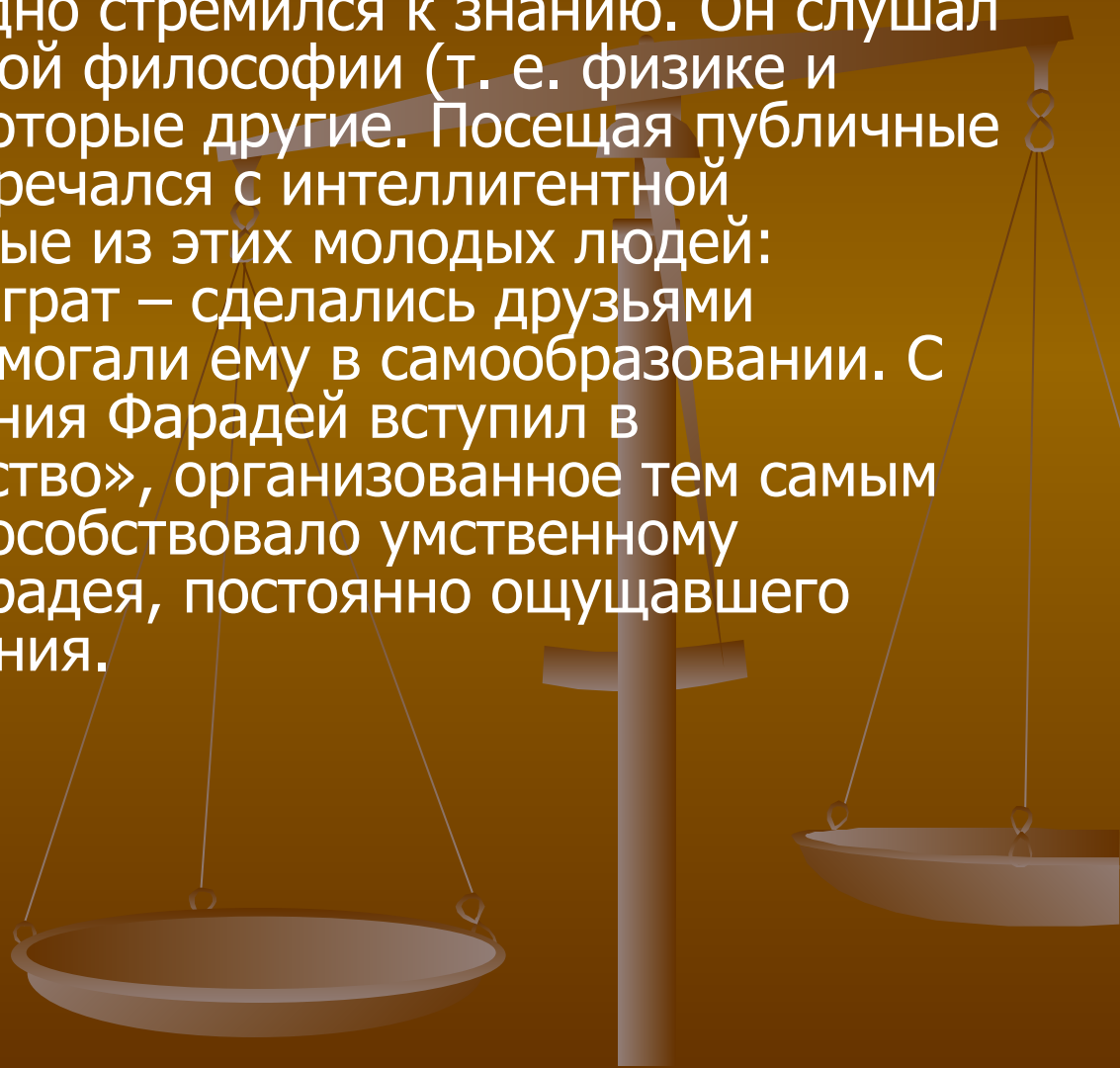
- Рано развилось у Фарадея критическое мышление. Ни одного утверждения он не принимал на веру, каждому утверждению всегда мог противопоставить возражение. Только факты, только опыт убеждали его в правильности тех или иных гипотез и утверждений. Фарадей навсегда сохранил глубокую благодарность и искреннее уважение к г-же Марсе. Он никогда не забывал тех, кто помог ему выйти на дорогу жизни. Он нежно и преданно любил мать, которая умерла в 1838 г., когда ее сын был уже знаменитым ученым. Он хранил искреннюю привязанность и благодарность к старшему брату Роберту, помогавшему ему своими шиллингами и в приобретении материалов для опытов, и в приобретении билетов на публичные лекции.



- Опыты, которые производил Фарадей дома, осуществлялись самыми скромными средствами. Химические материалы он покупал на свои скудные сбережения. Электростатическую машину он сделал сам из бутылки. Гальваническую батарею - из цинковых кружков и медных пенсов. С этой батареей производил он опыты по электролизу солей и кислот. Эти опыты чрезвычайно заинтересовали Фарадея, и он приложил все усилия, чтобы изготовить, в конце концов, настоящую гальваническую батарею.

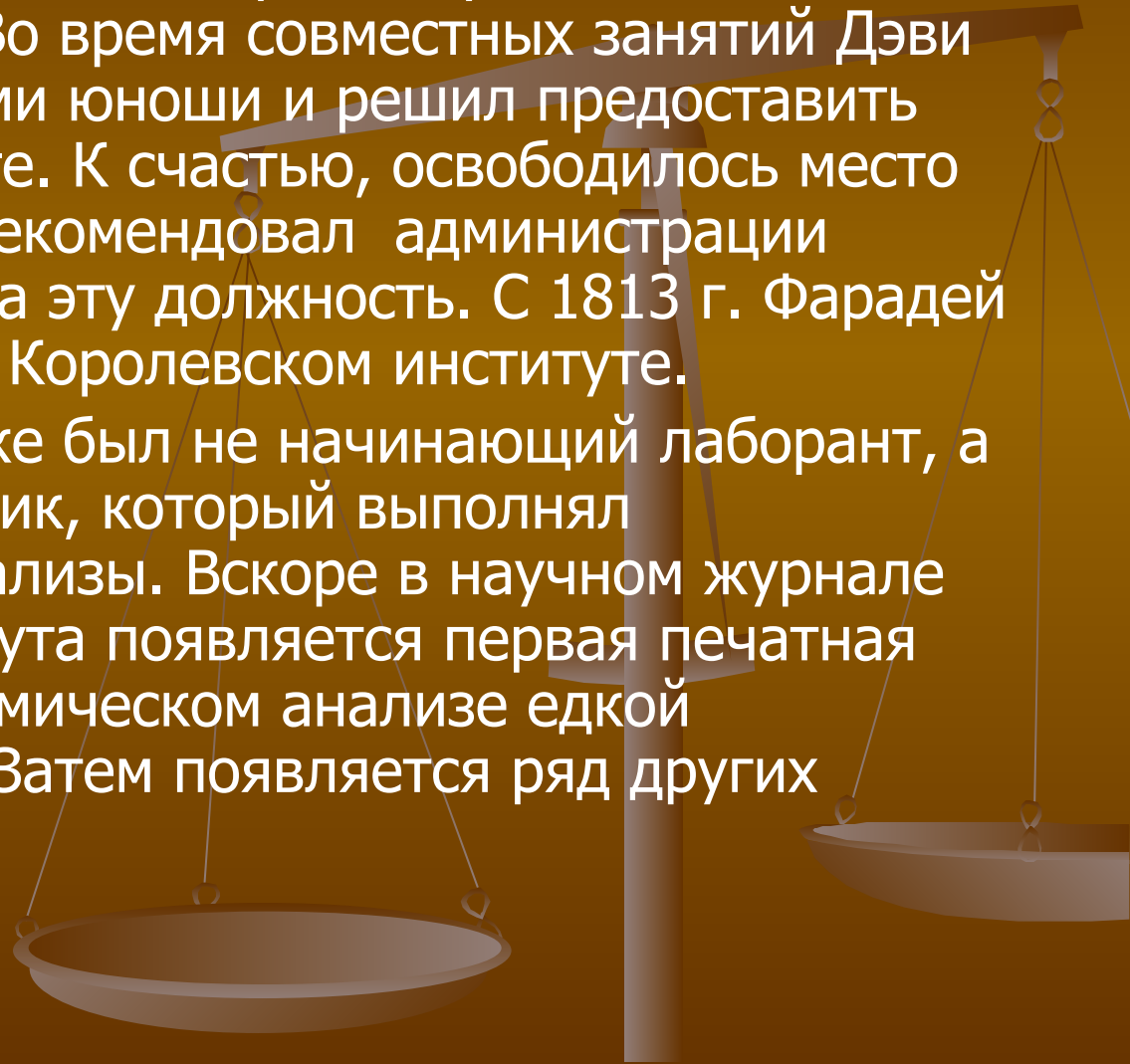


- В Англии, вступившей на путь капиталистического развития, стало уделяться больше внимания развитию науки и научной популяризации. Большое распространение получили вечерние и воскресные лекции. Фарадей жадно стремился к знанию. Он слушал лекции по натуральной философии (т. е. физике и химии) Татума и некоторые другие. Посещая публичные лекции, Фарадей встречался с интеллигентной молодежью. Некоторые из этих молодых людей: Гекстебль, Аббот, Маграт – сделали друзьями Фарадея и охотно помогали ему в самообразовании. С целью самообразования Фарадей вступил в «Философское общество», организованное тем самым Татумом. Все это способствовало умственному развитию юноши Фарадея, постоянно ощущавшего недостаток образования.

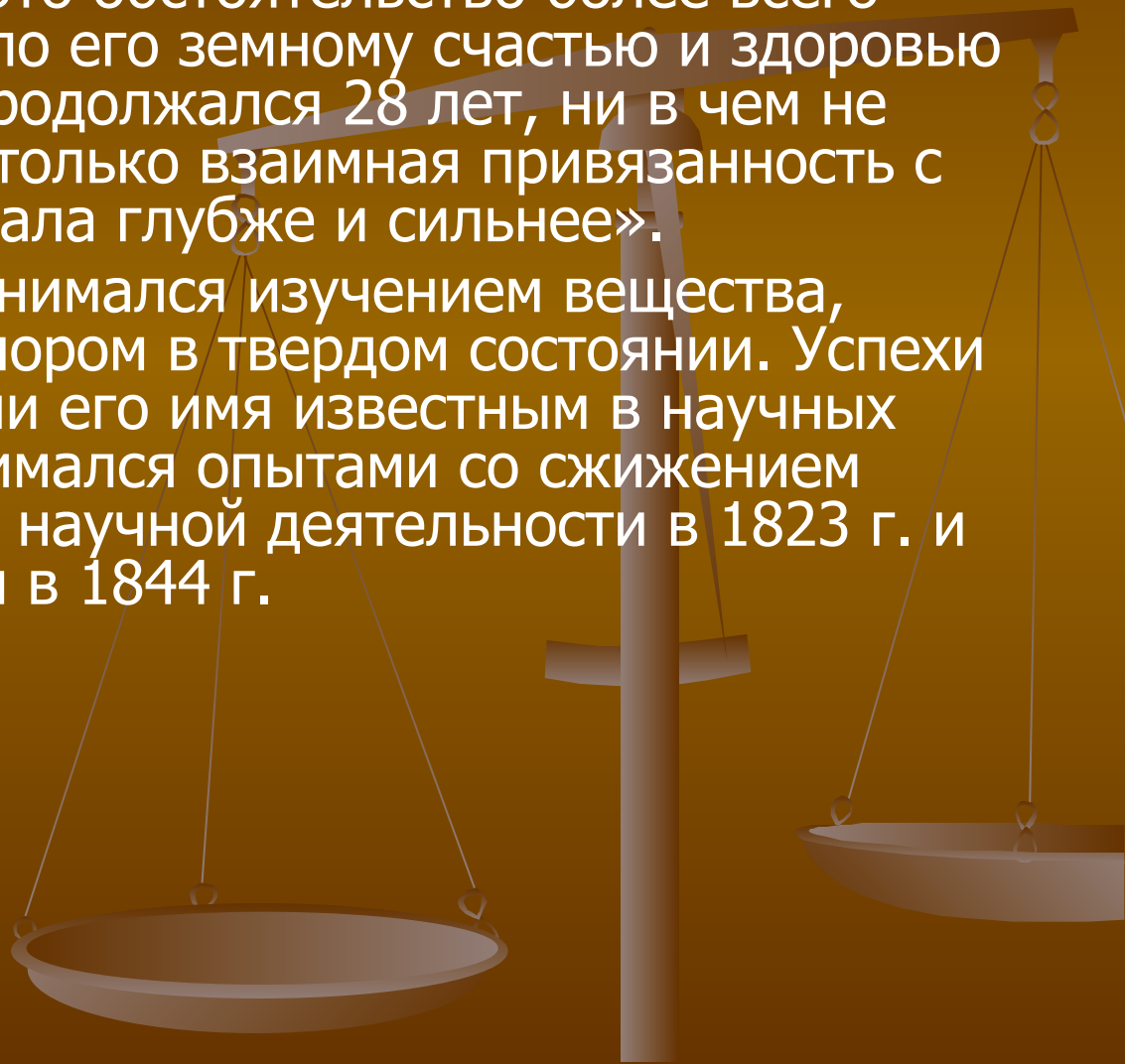


- Вскоре произошло событие, изменившее судьбу Фарадея. Один из клиентов лавки Рибо, Дэнс, обратил внимание на любознательного юношу и пригласил его на лекции Дэви в Королевский институт. Лекции произвели на Фарадея огромное впечатление, он понял, что его призвание – наука. По совету Дэнса он послал письмо Дэви, приложив к письму в собственноручно переплетенной тетради тщательно переписанные лекции Дэви. Конечно, по этим лекциям Дэви мог отметить у Фарадея только «усердие, память и внимание». Приняв Фарадея, Дэви обещал отдавать ему в переплет свои книги и порекомендовать его как переплетчика. Разумеется, это мало устраивало Фарадея, он признался Дэви в своем страстном желании заниматься наукой. Дэви отвечал ему, что наука плохо вознаграждает в материальном отношении своих слугителей. В ответ на слова Фарадея о возвышенных целях науки и о высоких нравственных качествах людей науки Дэви улыбнулся и заметил, что опыт скоро рассеет иллюзии Фарадея. Юноше пришлось вернуться к переплетному делу.

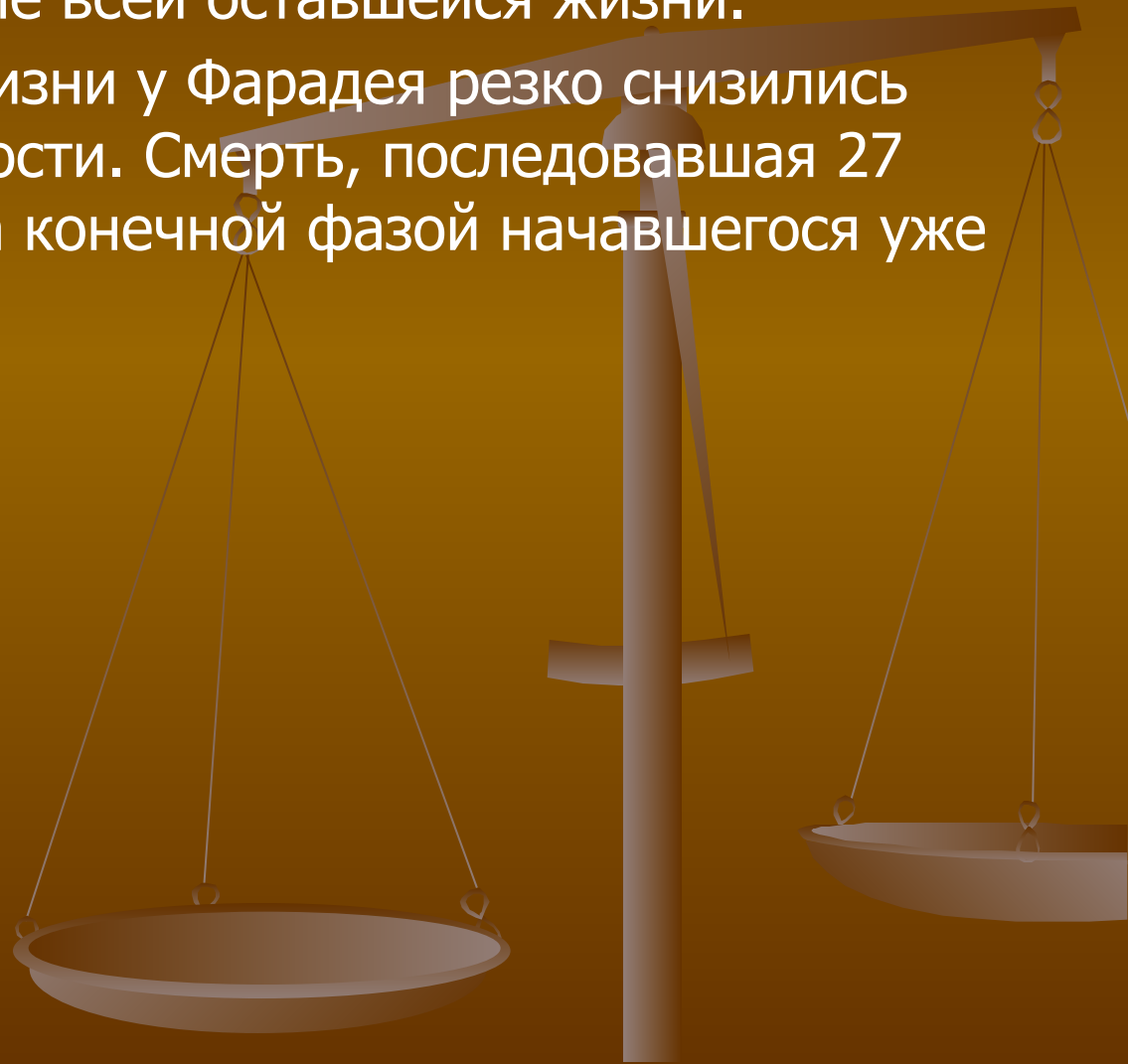
- Однажды во время химического опыта Дэви при взрыве поранил глаз и лишился на некоторое время возможности читать и писать. Тогда он вспомнил о Фарадее и пригласил его на временную должность личного секретаря. Во время совместных занятий Дэви поразились познаниями юноши и решил предоставить ему место в институте. К счастью, освободилось место ассистента, и Дэви рекомендовал администрации института Фарадея на эту должность. С 1813 г. Фарадей начал свою работу в Королевском институте.
- В 1816 г. Фарадей уже был не начинающий лаборант, а полноценный работник, который выполнял самостоятельные анализы. Вскоре в научном журнале Королевского института появляется первая печатная работа Фарадея о химическом анализе едкой тосканской извести. Затем появляется ряд других заметок по химии.



- 12 июня 1821 г. он обвенчался с Сарой Бернард, которую он знал еще девочкой. Хотя у Фарадея не было детей, но брак оказался счастливым. Фарадей впоследствии писал о себе в третьем лице: «12 июня 1821 г. он женился; это обстоятельство более всего другого содействовало его земному счастью и здоровью его ума. Союз этот продолжался 28 лет, ни в чем не изменившись, разве только взаимная привязанность с течением времени стала глубже и сильнее».
- В 1823 г. Фарадей занимался изучением вещества, которое считалось хлором в твердом состоянии. Успехи исследований сделали его имя известным в научных кругах. Фарадей занимался опытами со сжижением газов в начале своей научной деятельности в 1823 г. и в зените своей славы в 1844 г.



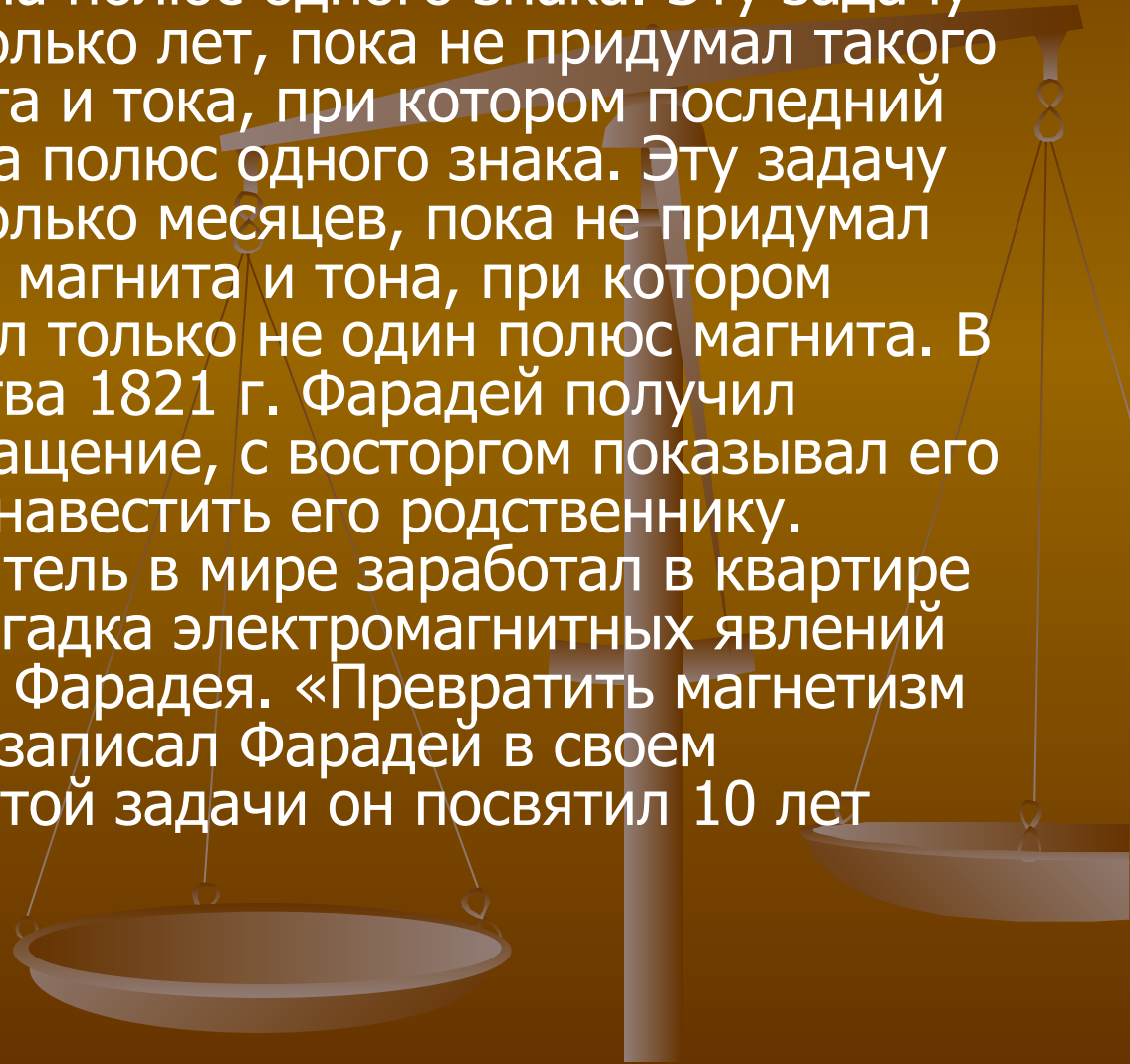
- С 1821 г. он очень плотно начинает заниматься исследованиями свойств магнитного, электромагнитного и электрического полей, которые продолжает в течение всей оставшейся жизни.
- В последние 6 лет жизни у Фарадея резко снизились умственные способности. Смерть, последовавшая 27 августа 1867 г., была конечной фазой начавшегося уже давно угасания.



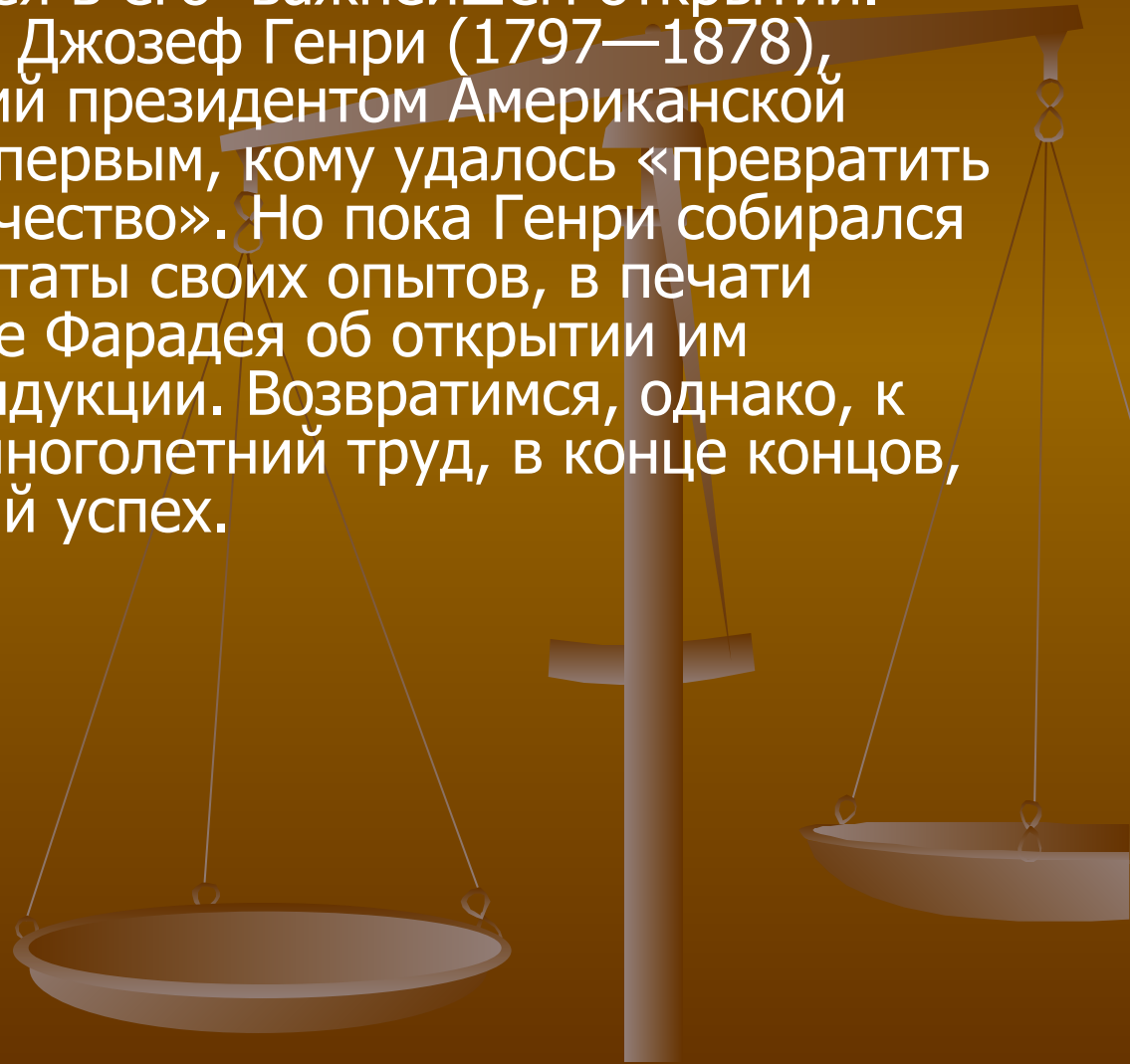
Открытие электромагнитной индукции

- В начале XIX века немецкий философ Шеллинг учил о единстве сил природы. Правда, силы мыслились как какое-то нематериальное действие, а не форма движения материи. Учение Шеллинга все же привлекло внимание некоторых естествоиспытателей. В России его проповедовал физик М. Г. Павлов, а в Дании – Эрстед (1777 -1851). Эрстед пытался доказать теорию Шеллинга экспериментально, ища опытное доказательство единства и взаимосвязи сил природы. Однажды во время лекции Эрстед заметил, что магнитная стрелка отклоняется, если полюса батареи соединить проволокой. Батарея Эрстеда давала сравнительно сильный ток, и соединительная проволока накаливалась докрасна. Эрстед думал, что в проволоке, соединяющей полюса батареи, происходит столкновение, «конфликт» между полюсами. Но очень важно, что Эрстед думал, что этот процесс разрывается и в окружающем пространстве. Из дальнейших опытов Эрстед вывел, что электрический конфликт не ограничен проводящей проволокой, и конфликт образует вихрь вокруг проволоки. Факт этот был экспериментально доказан Фарадеем.

- Развивая идеи об электромагнитном вращении, Фарадей пришел к выводу, что магнитный полюс одного знака должен вращаться вокруг тока, как около оси. Задача состояла в том, чтобы заставить ток действовать именно на полюс одного знака. Эту задачу Фарадей решал несколько лет, пока не придумал такого расположения магнита и тока, при котором последний действовал именно на полюс одного знака. Эту задачу Фарадей решал несколько месяцев, пока не придумал такого расположения магнита и тона, при котором последний действовал только не один полюс магнита. В первый день рождества 1821 г. Фарадей получил электромагнитное вращение, с восторгом показывал его жене и пришедшему навестить его родственнику. Первый электродвигатель в мире заработал в квартире Фарадея. С 1821 г. загадка электромагнитных явлений полностью захватила Фарадея. «Превратить магнетизм в электричество», — записал Фарадей в своем дневнике. Решению этой задачи он посвятил 10 лет своей жизни.



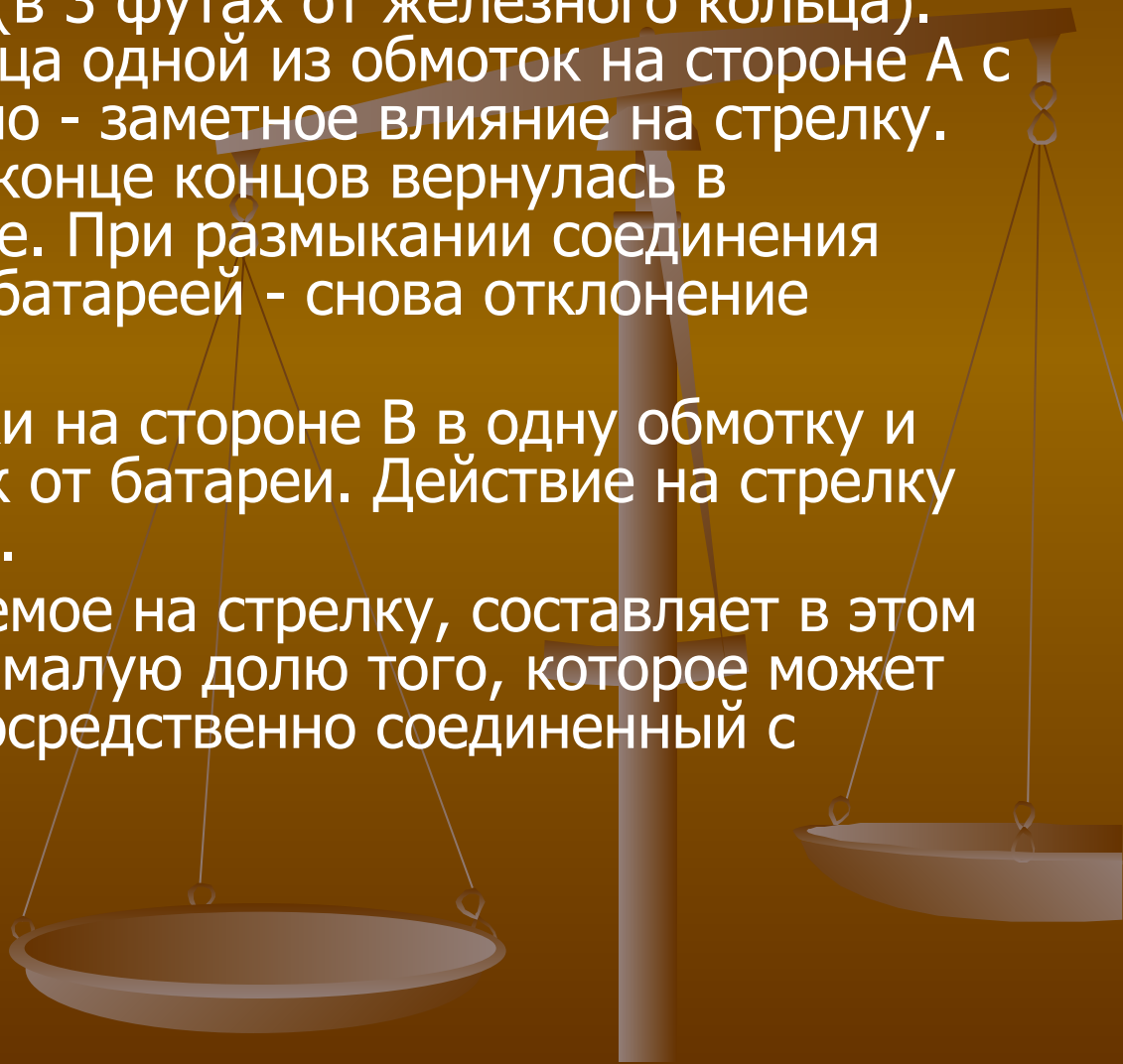
- «Превратить магнетизм в электричество» — такая задача приходила в голову не одному физик-у двадцатых годов прошлого столетия. Историческая справедливость требует сказать о человеке, опередившем Фарадея в его важнейшем открытии. Американский физик Джозеф Генри (1797—1878), впоследствии ставший президентом Американской Академии наук, был первым, кому удалось «превратить магнетизм в электричество». Но пока Генри собирался опубликовать результаты своих опытов, в печати появилось сообщение Фарадея об открытии им электромагнитной индукции. Возвратимся, однако, к Фарадею. Упорный многолетний труд, в конце концов, принес долгожданный успех.



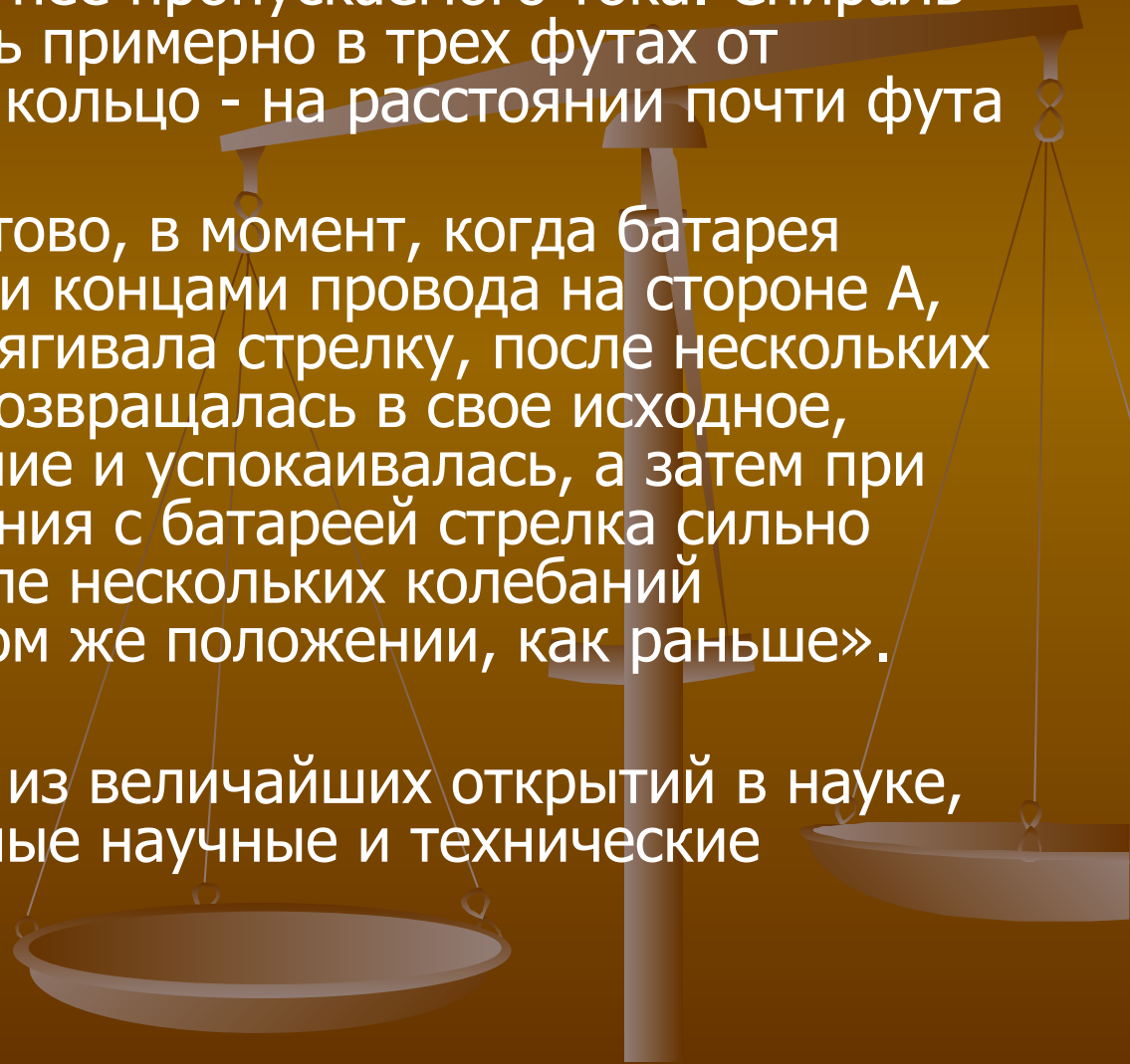
В рабочем дневнике Фарадея 29 августа 1831 г. появилась историческая запись. Вот она:

- «29 августа 1831 г.
- 1. Опыты по получению Электричества из Магнетизма и т. д. и т. д.
- 2. Взял железное кольцо (мягкое железо) с внешним диаметром в 6 дюймов из круглого железа толщиной $7/8$ дюйма. На одну половину его намотал много витков медной проволоки, причем витки были изолированы друг от друга хлопчатобумажной нитью и прокладкой из хлопчатобумажной ткани. Было намотано 3 куска проволоки, каждый около 24 футов длиной, и их можно было соединять в одну обмотку или использовать каждый отдельно. В опыте со сложной батареей каждый был изолирован от другого. Назовем эту сторону кольца А. Вокруг другой стороны, отделенной, однако, некоторым промежутком, намотал два куска проволоки с общей длиной около 60 футов, причем направление витков такое же, как в первой обмотке, эту сторону назовем В.

- 3. Зарядил батарею, состоящую из 10 пар пластин по 4 квадратных дюйма. Соединил обмотки на стороне В в одну обмотку, концы ее замкнул медной проволокой, проходящей на некотором расстоянии как раз над магнитной стрелкой (в 3 футах от железного кольца). Затем соединил кольца одной из обмоток на стороне А с батареей: немедленно - заметное влияние на стрелку. Она колебалась, а в конце концов вернулась в начальное положение. При размыкании соединения между стороной А и батареей - снова отклонение стрелки.
- 4. Соединил все витки на стороне В в одну обмотку и пропустил по ней ток от батареи. Действие на стрелку сильнее, чем раньше.
- 5. Влияние, оказываемое на стрелку, составляет в этом случае только очень малую долю того, которое может оказать провод, непосредственно соединенный с батареей.

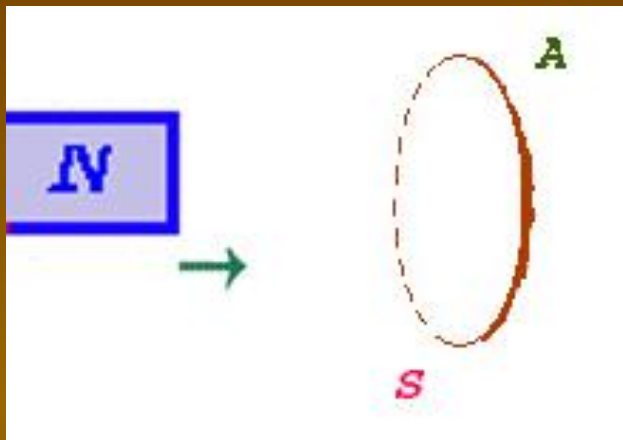


- 6. Заменяю простой провод на стороне В проводом с плоской спиралью и помещаю эту спираль в плоскости магнитного меридиана к Западу от северного полюса магнитной стрелки так, чтобы наилучшим образом показать влияние на нее пропускаемого тока. Спираль и стрелка находились примерно в трех футах от железного кольца, а кольцо - на расстоянии почти фута от батареи.
- 7. Когда все было готово, в момент, когда батарея соединялась с обоими концами провода на стороне А, спираль сильно притягивала стрелку, после нескольких колебаний стрелка возвращалась в свое исходное, нормальное положение и успокаивалась, а затем при *размыкании* соединения с батареей стрелка сильно отталкивалась и после нескольких колебаний успокаивалась в таком же положении, как раньше».
- Так произошло одно из величайших открытий в науке, имевшее неисчислимы научные и технические последствия.

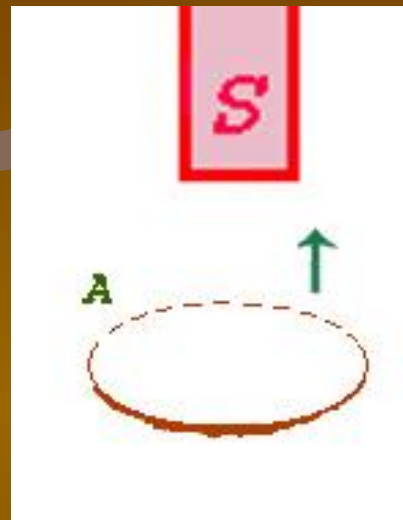


Определить возникнет ли ток в контуре A

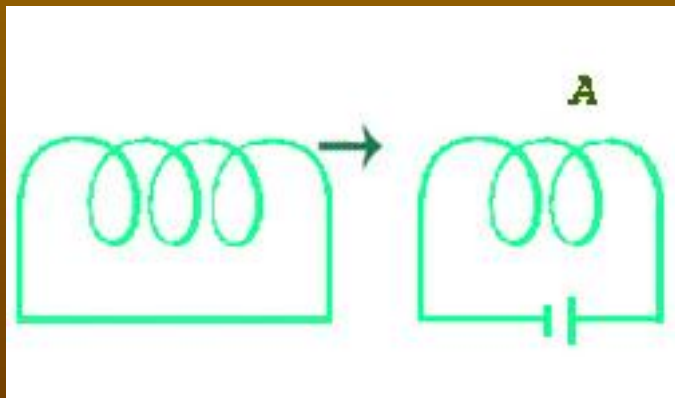
1



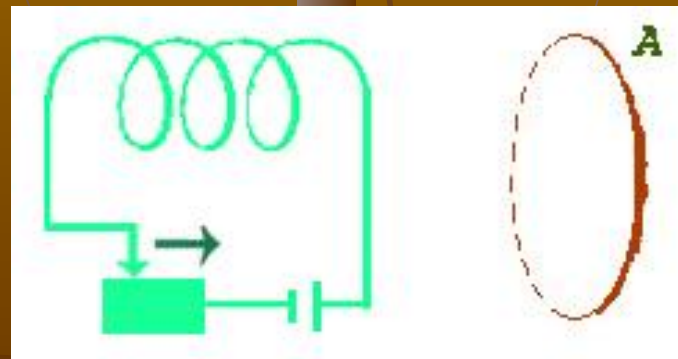
2



3

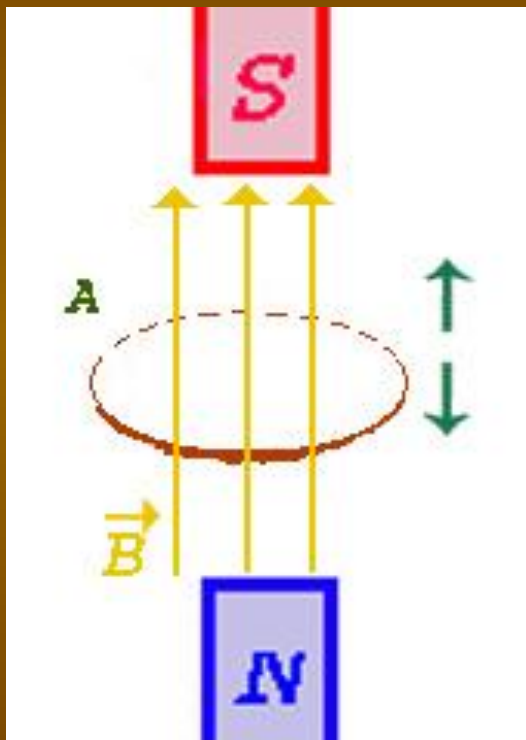


4

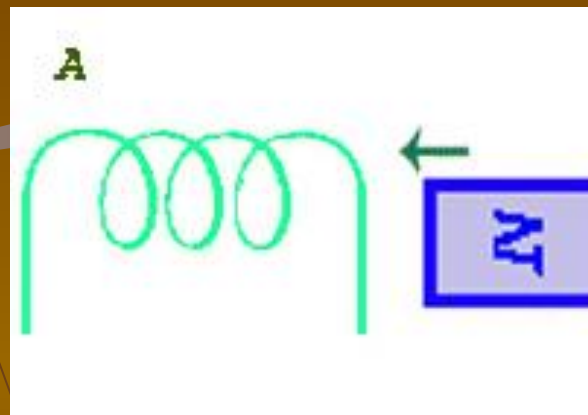


Определить возникнет ли ток в контуре А

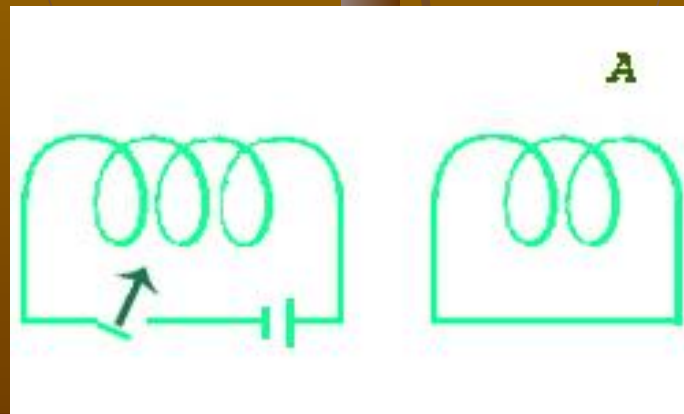
5



6

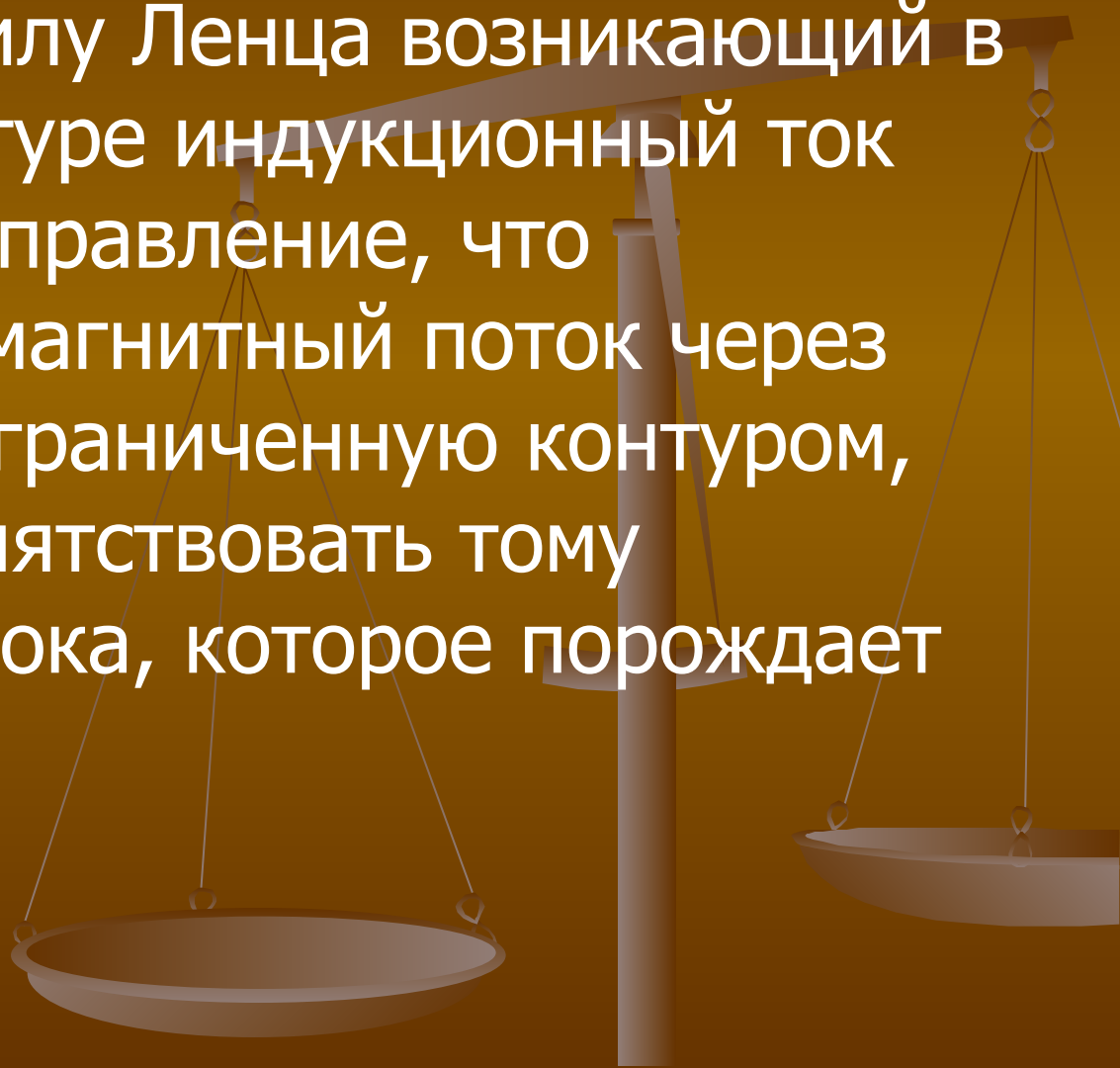


7



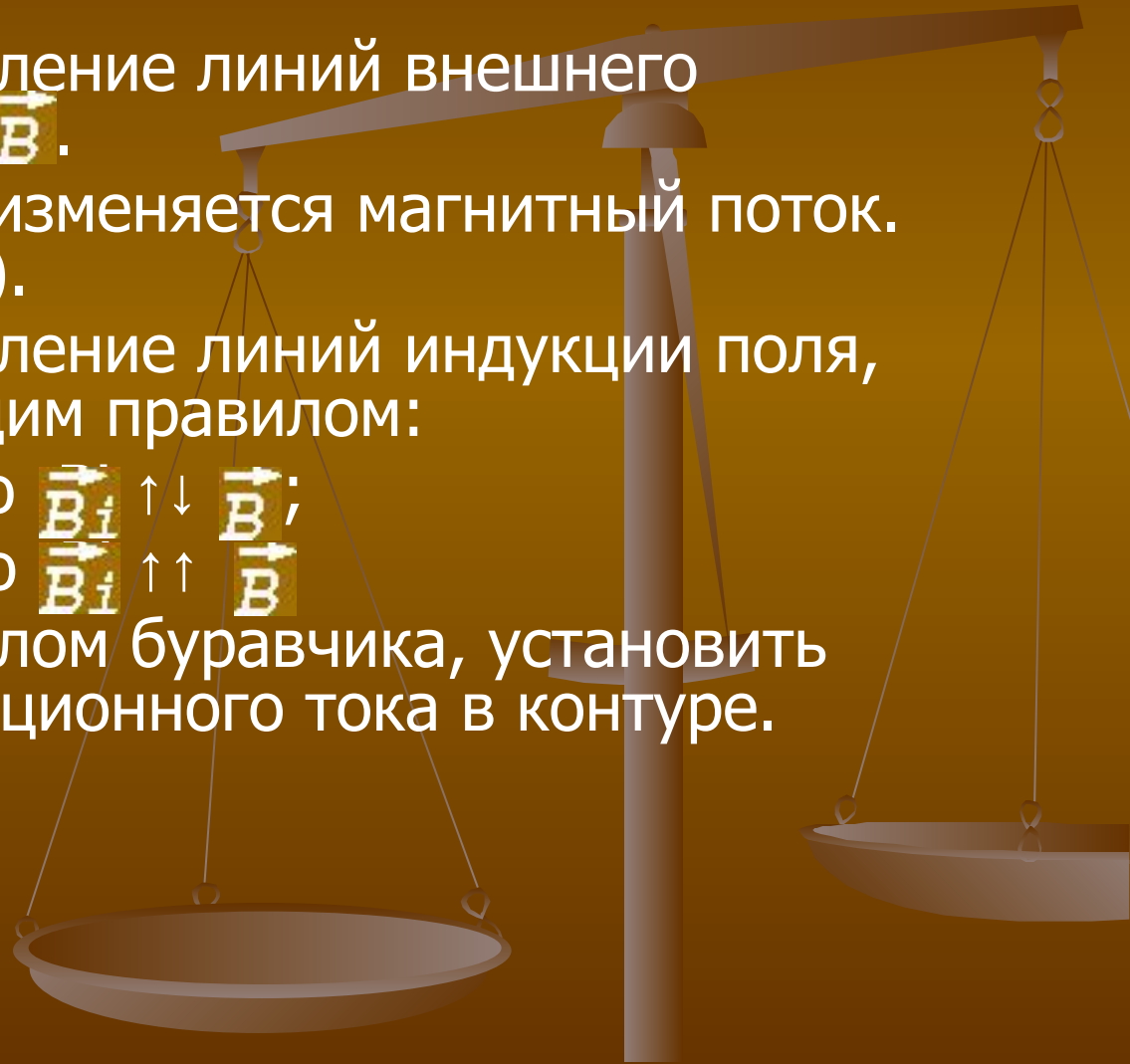
Правило Ленца

- Согласно правилу Ленца возникающий в замкнутом контуре индукционный ток имеет такое направление, что созданный им магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром, стремится препятствовать тому изменению потока, которое порождает данный ток.



Алгоритм нахождения направления индукционного тока

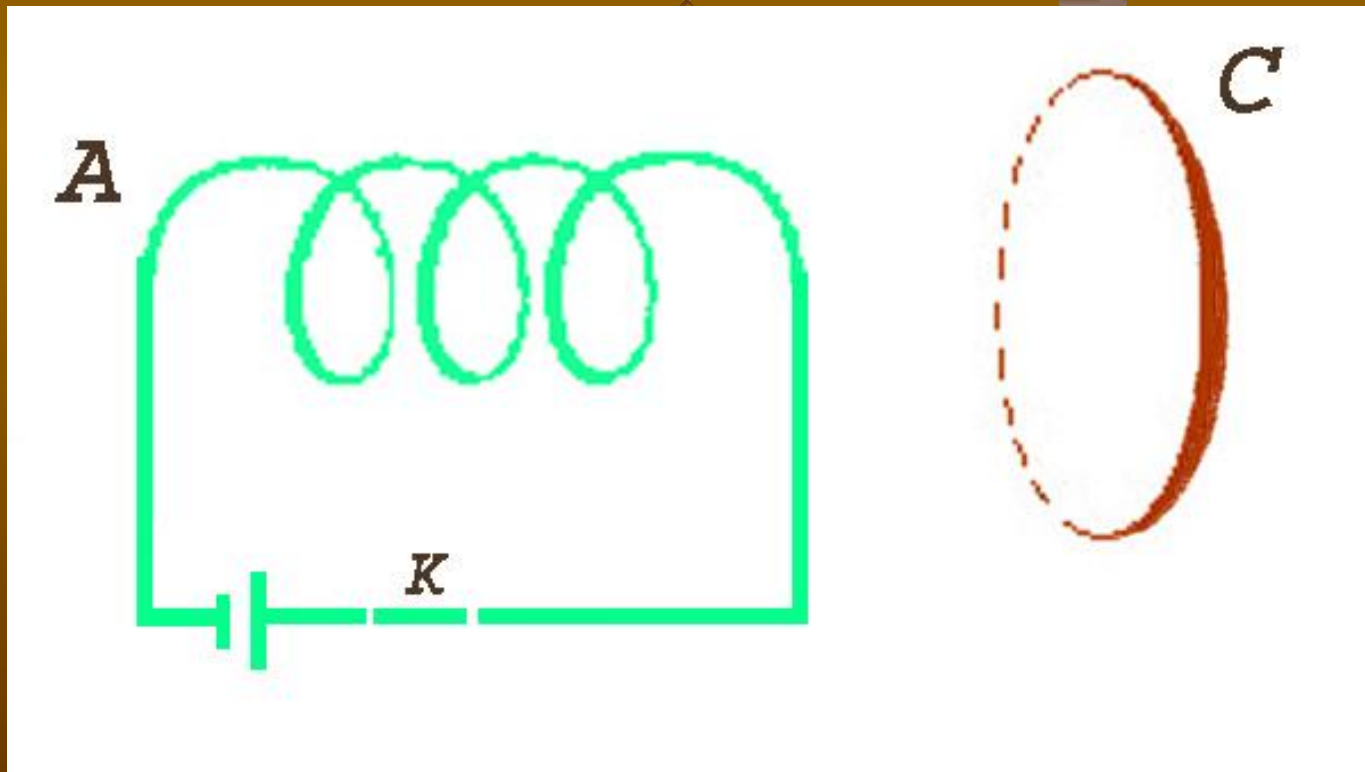
- 1. Показать направление линий внешнего магнитного поля – \vec{B} .
- 2. Установить, как изменяется магнитный поток. ($\Delta\Phi > 0$ или $\Delta\Phi < 0$).
- 3. Показать направление линий индукции поля, пользуясь следующим правилом:
 - а) если $\Delta\Phi > 0$, то $\vec{B}_i \uparrow \downarrow \vec{B}$;
 - б) если $\Delta\Phi < 0$, то $\vec{B}_i \uparrow \uparrow \vec{B}$
- 4. Пользуясь правилом буравчика, установить направление индукционного тока в контуре.



Пример

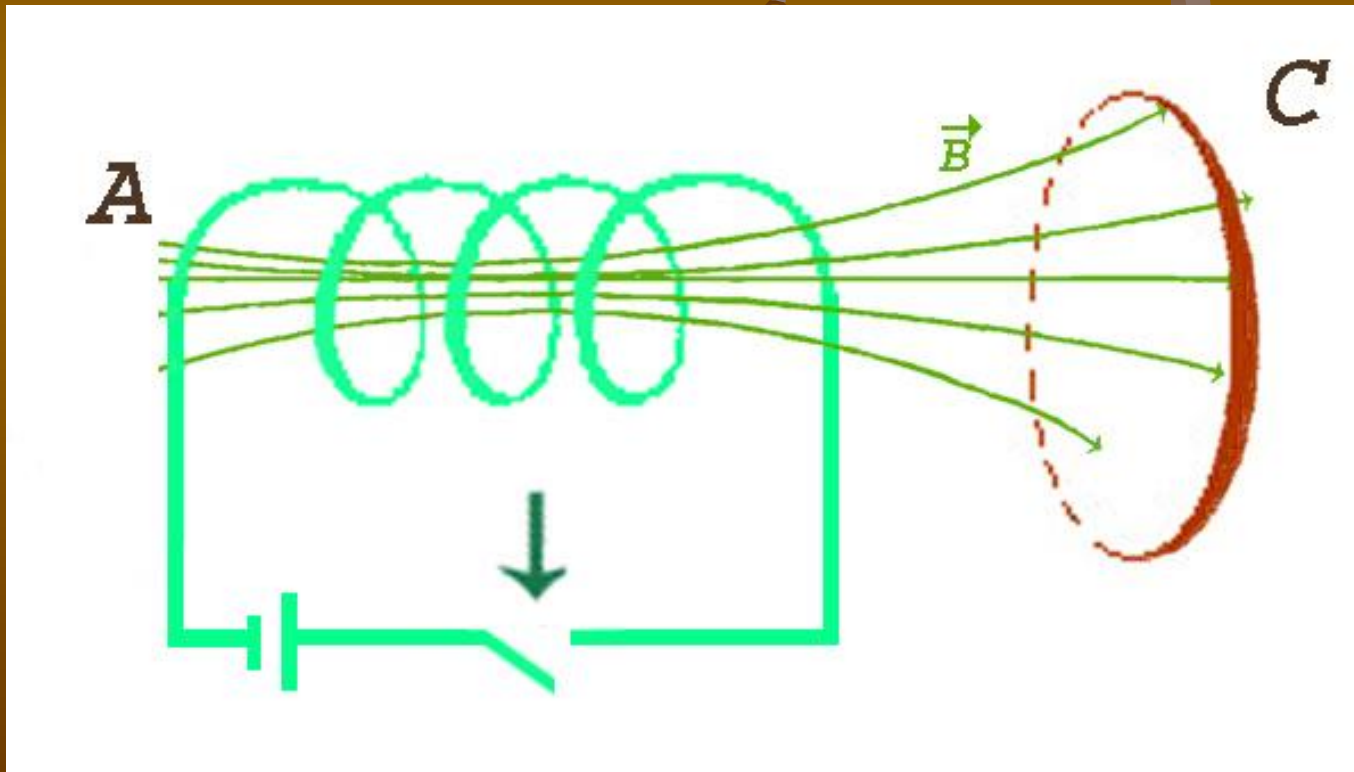
- Дано: А создает внешнее магнитное поле. С – контур, в котором возникает индукционный ток.
- Задание: Определить, пользуясь правилом Ленца, направление индукционного тока в контуре С, при размыкании ключа К.

■ 1.



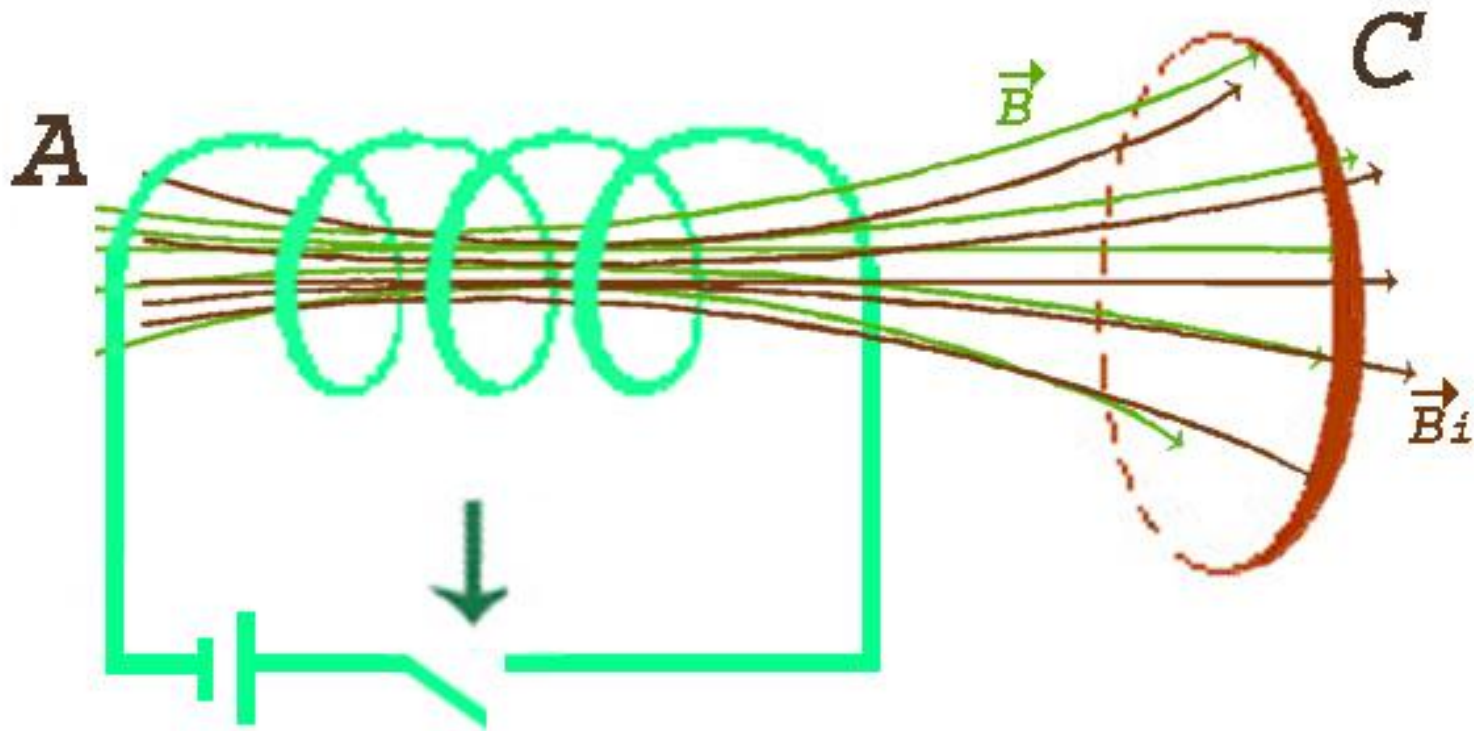
Определяем направление вектора магнитной индукции

- 2. Ключ размыкаем, следовательно ток уменьшается и уменьшается индукция магнитного поля. ($B \sim I$) следовательно $\Delta \Phi < 0$ ($\Delta \Phi = \Delta BS$; $\Delta B < 0$ и $\Delta \Phi < 0$)



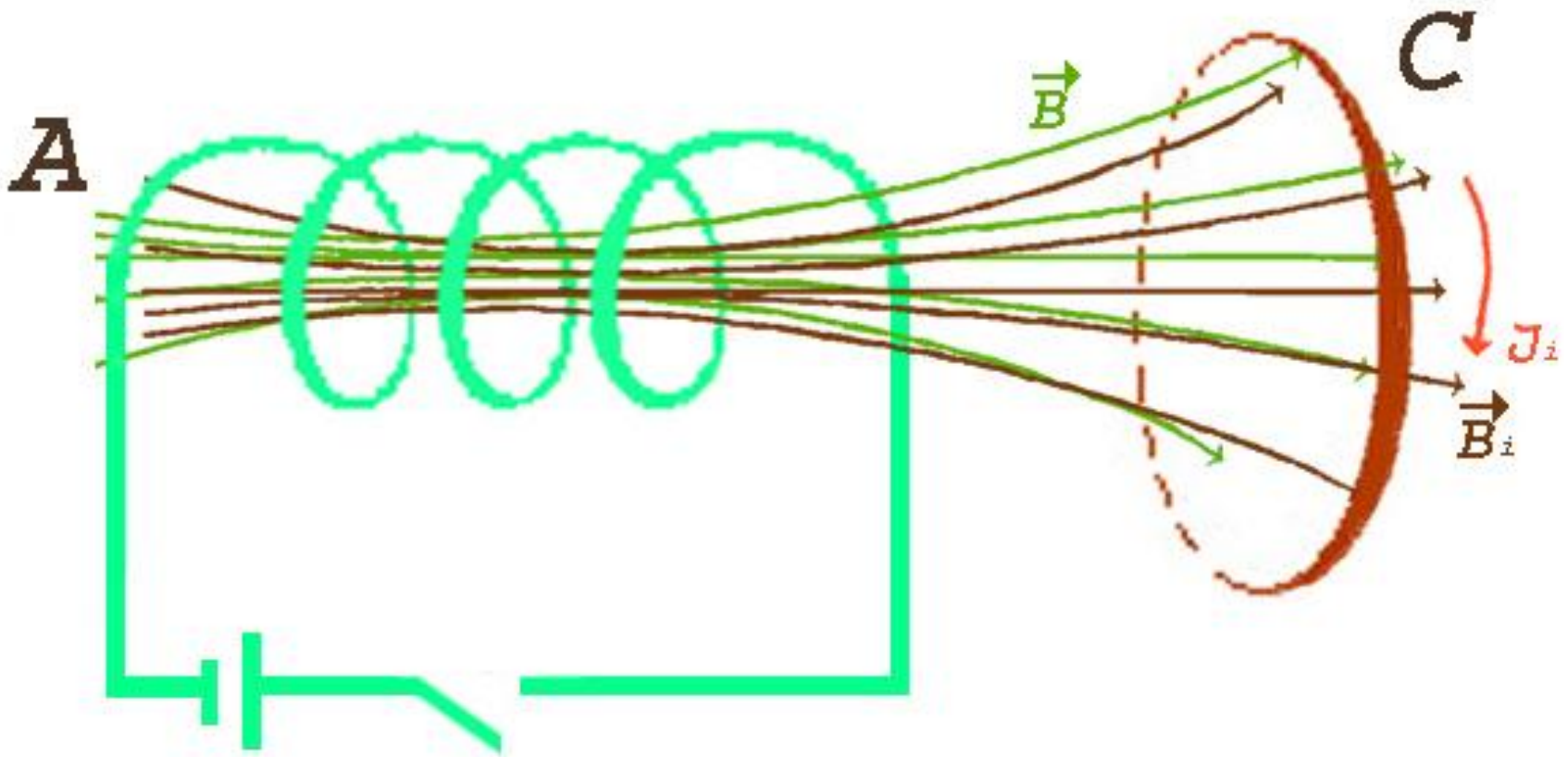
Определяем направление линий индукционного магнитного поля

- 3. Т.к. $\Delta \Phi < 0$, то $\vec{B}_i \uparrow \uparrow \vec{B}$



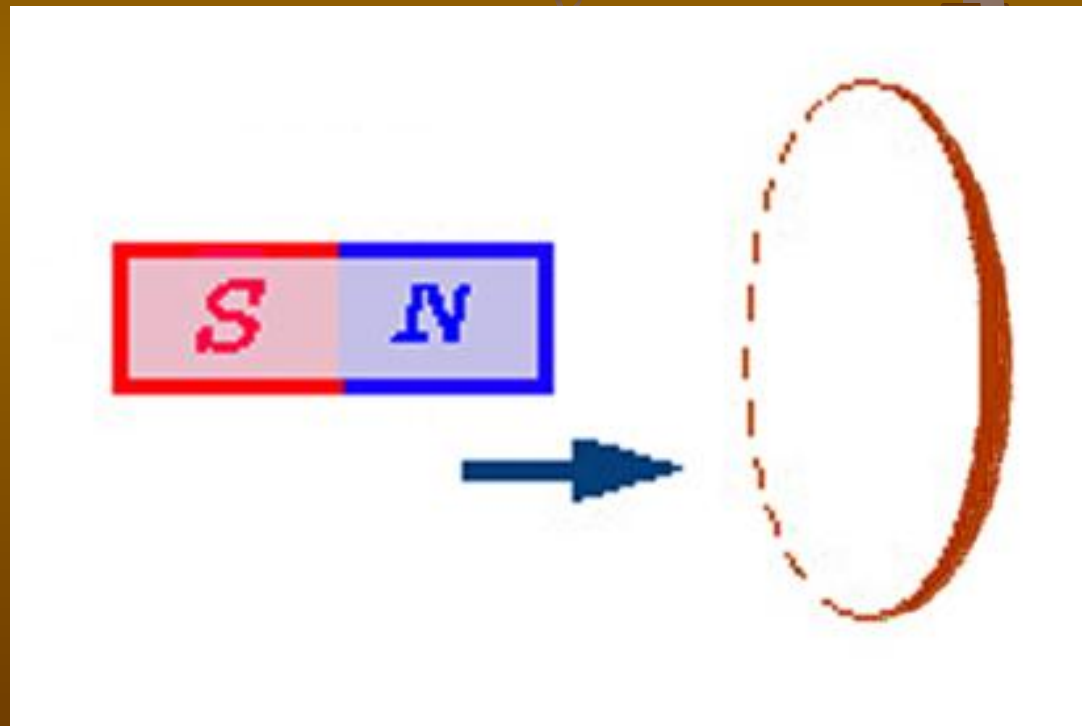
По правилу буравчика определяем направление индукционного тока

■ 4.



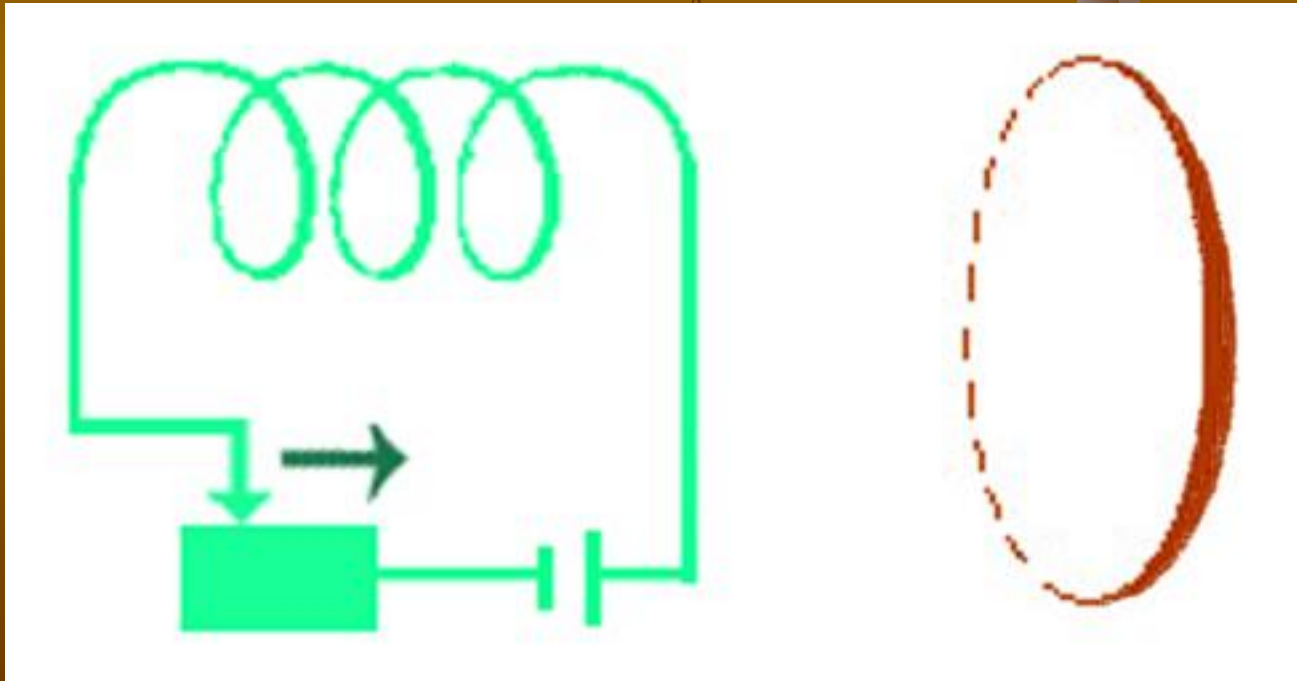
1. Пример для самостоятельного решения

- Задание: Определить, как будут направлены линии \vec{B} и \vec{B}_i .



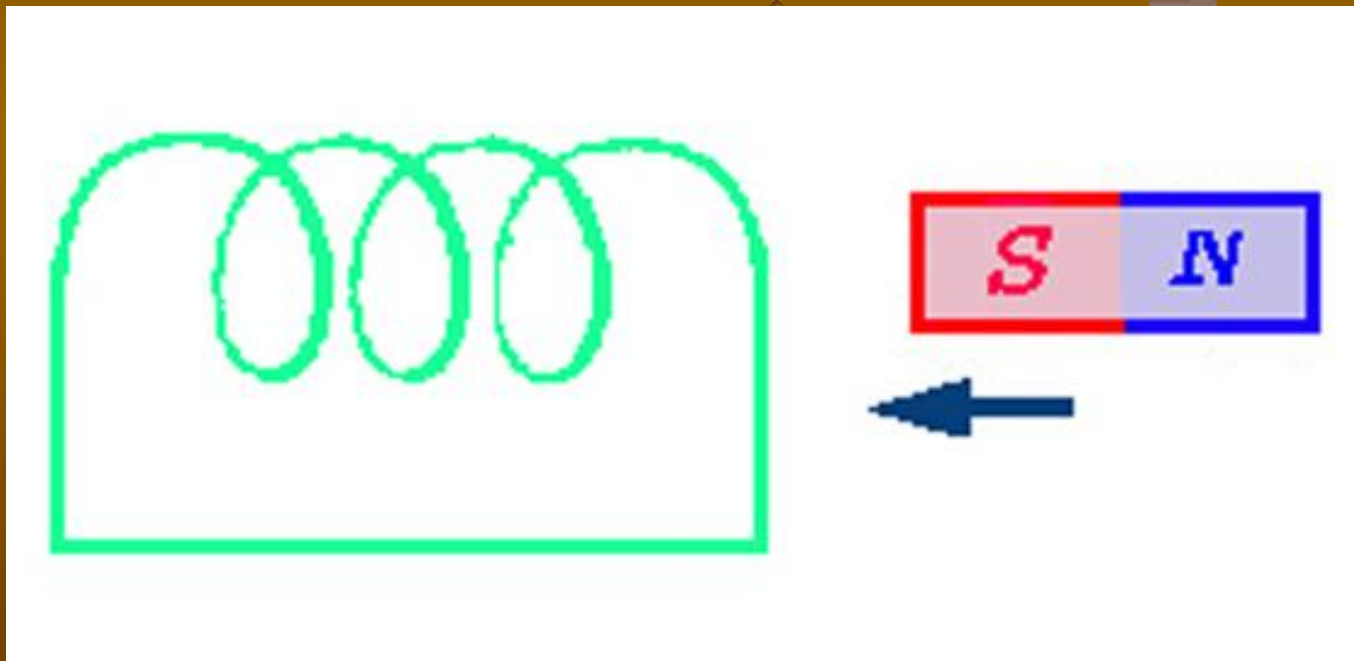
2. Пример для самостоятельного решения

- Задание: Определить, как будут направлены линии \vec{B} и \vec{B}_i .



3. Пример для самостоятельного решения

- Задание: Определить, пользуясь правилом Ленца, направление индукционного тока.



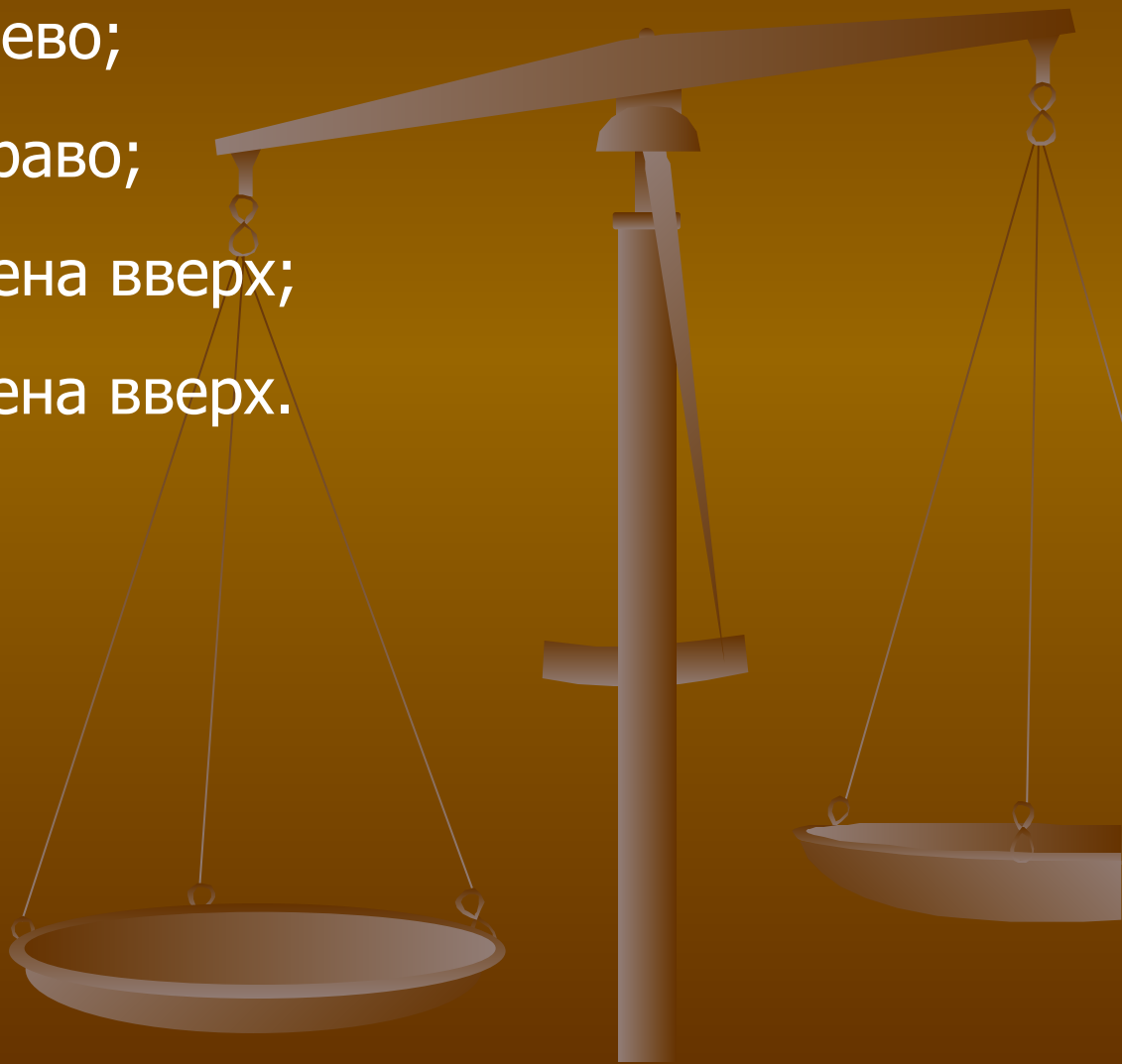
4. Пример для самостоятельного решения

- Задание: Определить, пользуясь правилом Ленца, направление индукционного тока.



Ответы к самостоятельным упражнениям

- 1. \vec{V} вправо, \vec{V}_i влево;
- 2. \vec{V} влево, \vec{V}_i вправо;
- 3. J_i будет направлена вверх;
- 4. J_i будет направлена вверх.



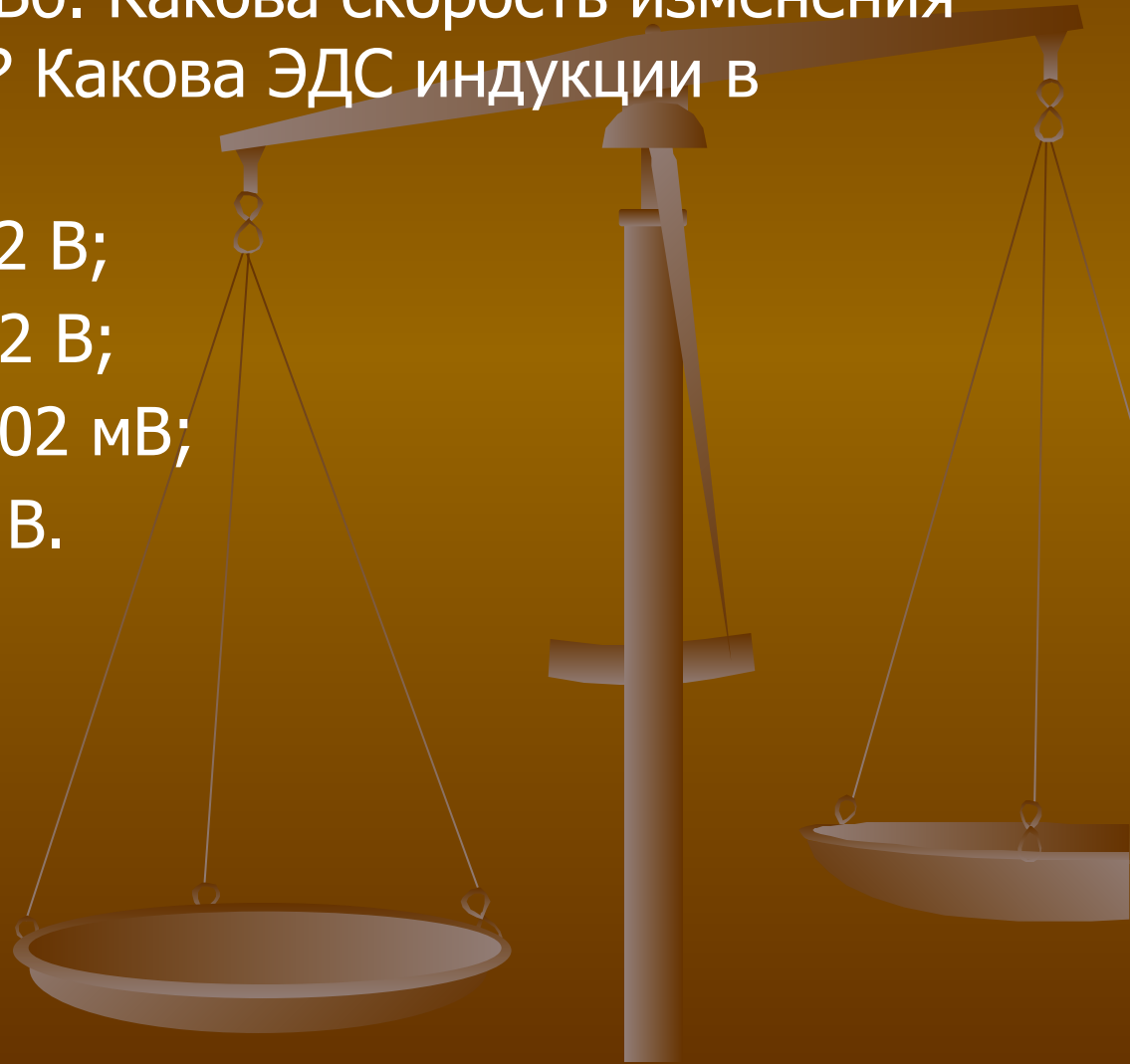
Тест

- 1. Определить направление линий магнитной индукции магнитного поля, созданного постоянным магнитом?
- А. от нас;
- Б. к нам;
- В. вниз;
- Г. вверх.



Тест

- 2. В контуре проводника за 0,3 с магнитный поток изменился на 0,06 Вб. Какова скорость изменения магнитного потока? Какова ЭДС индукции в контуре?
 - А. 0,02 Вб/с; 0,2 В;
 - Б. 0,2 мВб/с; 0,2 В;
 - В. 0,2 мВб/с; 0,02 мВ;
 - Г. 0,2 Вб/с; 0,2 В.



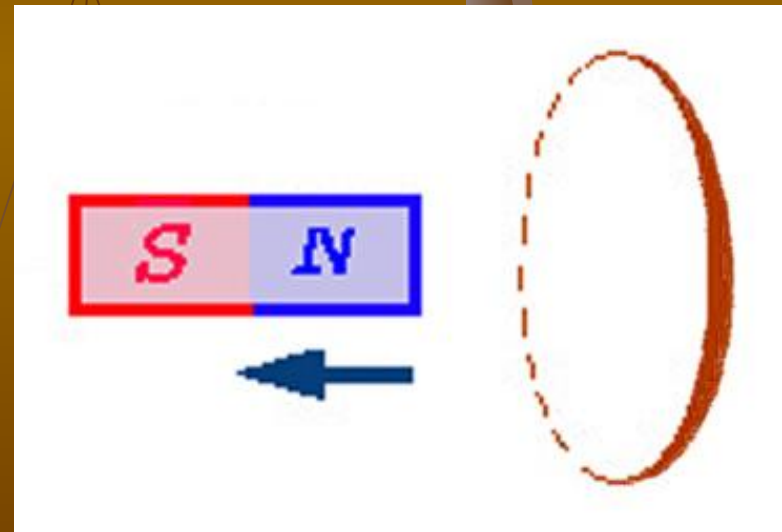
Тест

- 3. Магнитный поток через соленоид, содержащий 500 витков провода, равномерно убывает со скоростью 60 мВб/с. Определить ЭДС индукции в соленоиде.
 - А. 30 В;
 - Б. 3000 В;
 - В. 600 В;
 - Г. 300 мВ.



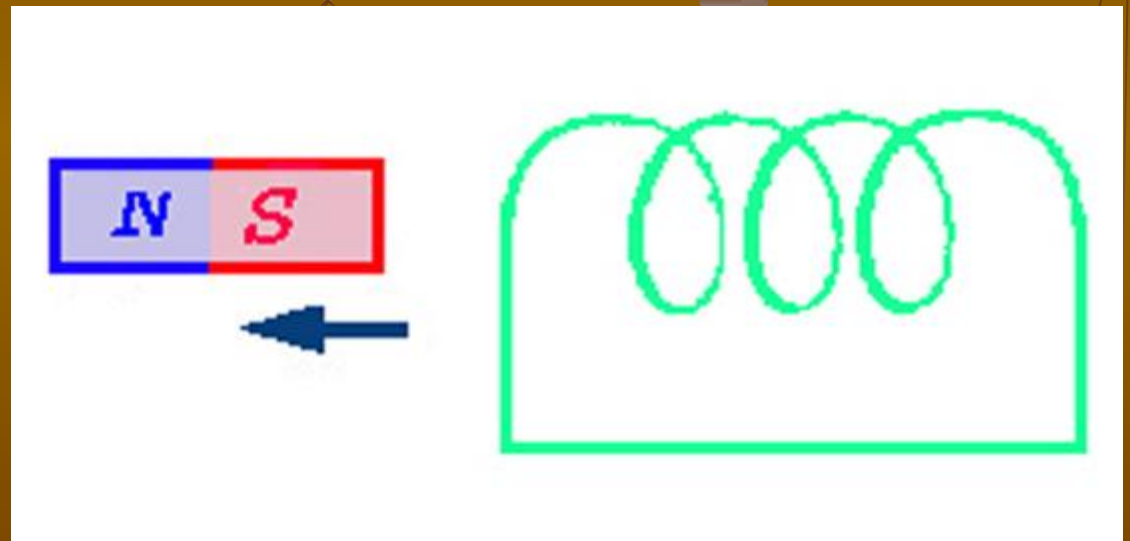
Тест

- 4. Северный полюс магнита удаляется от контура А, как показано на рисунке. Определить как будут направлены линии индукционного магнитного поля и индукционного тока в кольце.
 - А. к нам; вверх;
 - Б. от нас; вниз;
 - В. вправо; вниз;
 - Г. влево; вверх.



Тест

- 5. Как будут направлены линии индукционного магнитного поля замкнутого контура при удалении от контура южного полюса постоянного магнита?
- А. влево;
- Б. вниз;
- В. вверх;
- Г. вправо;



Ответы к тесту

- 1. Г;
- 2. Г;
- 3. А;
- 4. В;
- 5. А.



Сравнительные характеристики свойств магнитного и электрического полей.

<i>Основные свойства</i>	<i>Электрического поля</i>	<i>Магнитного поля</i>
Условия возникновения	Неподвижный электрический заряд	Движущийся электрический заряд
Как можно обнаружить в пространстве	Внося электрический заряд	Внося рамку с током или магнитную стрелку
Графическое изображение	Линии напряженности	Линии магнитной индукции
Силовая характеристика	Напряженность $E = F/q$	Магнитная индукция $B = F/I \cdot l$
Величина, характеризующая распределение полей в пространстве	Поток вектора напряженности	Поток магнитной индукции