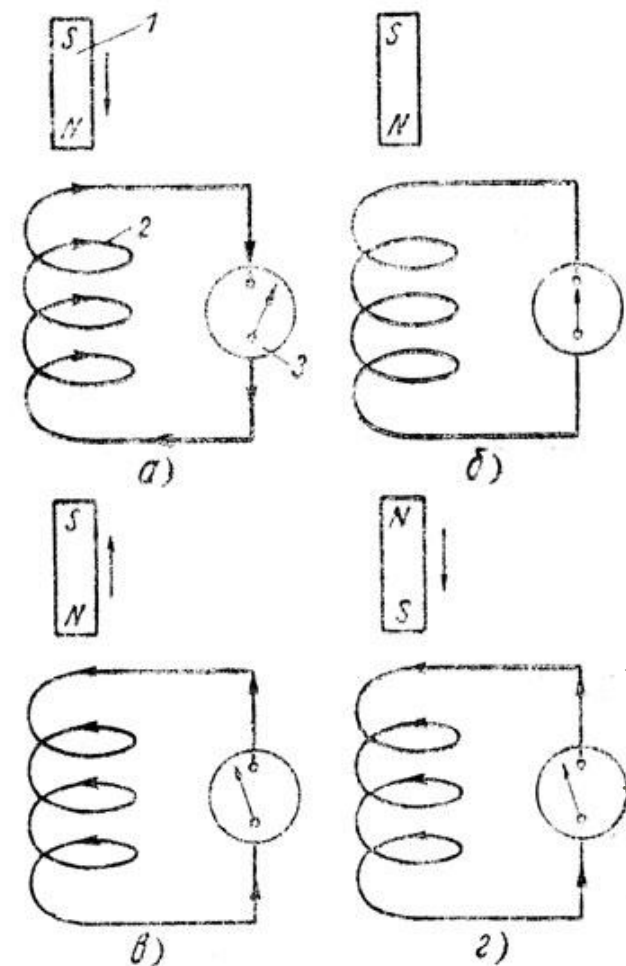


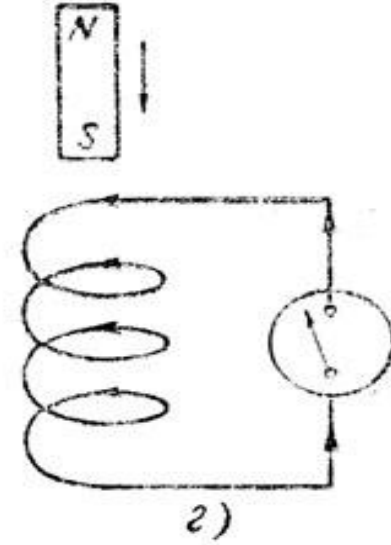
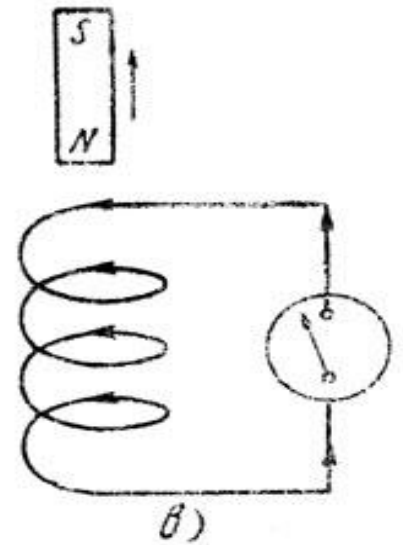
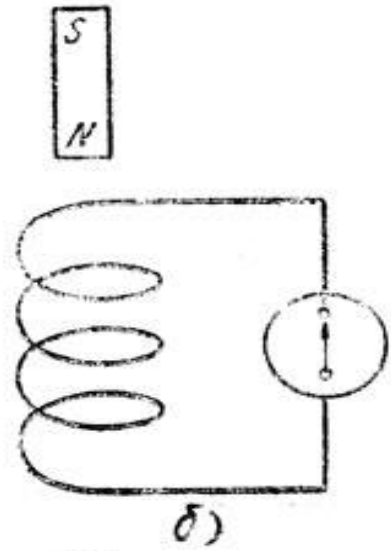
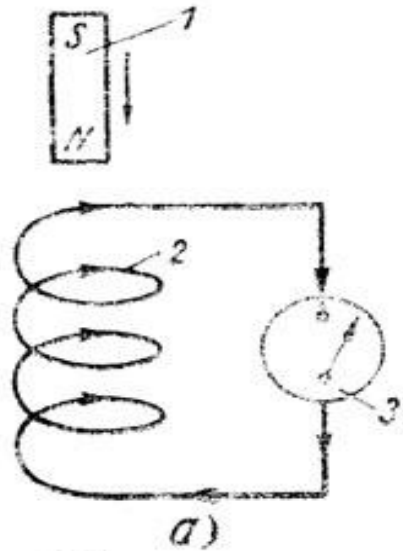
Электромагнитная индукция

Получение индуктированной электродвижущей силы (э.д.с.)

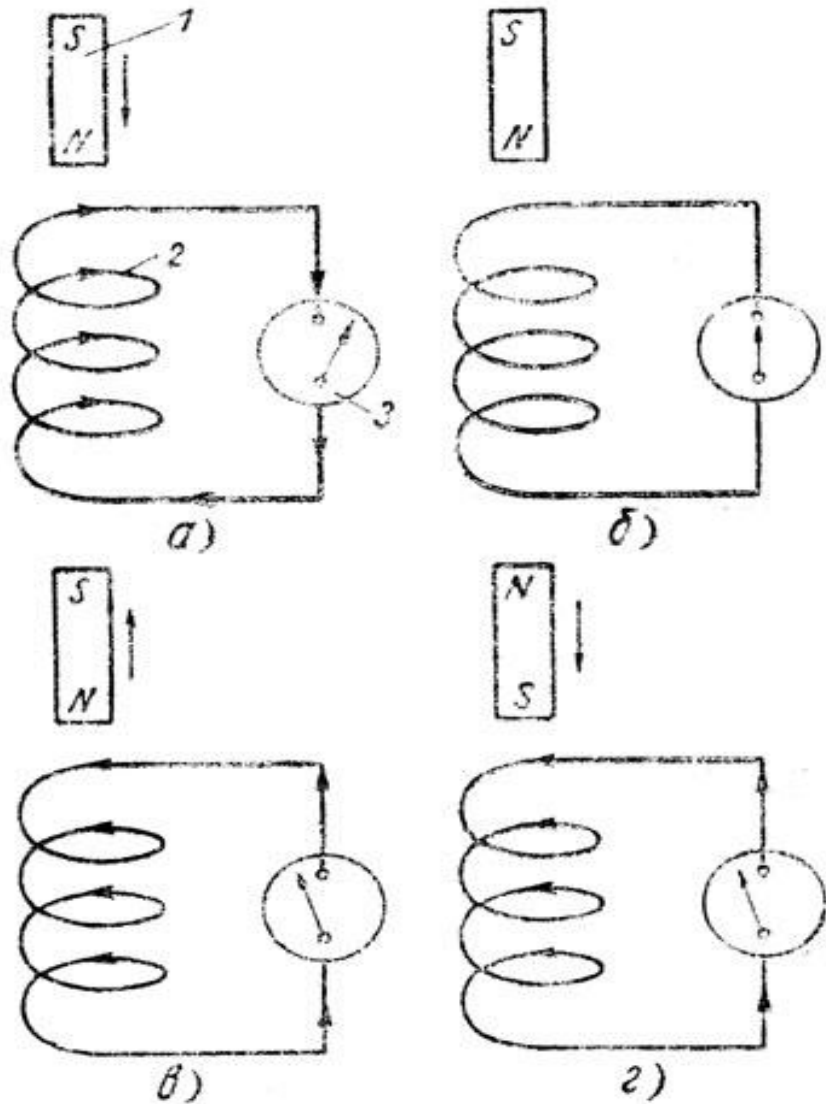


Зависимость направления индуктированной э.д.с. от направления магнитного поля и направления движения магнитного поля по отношению к проводнику

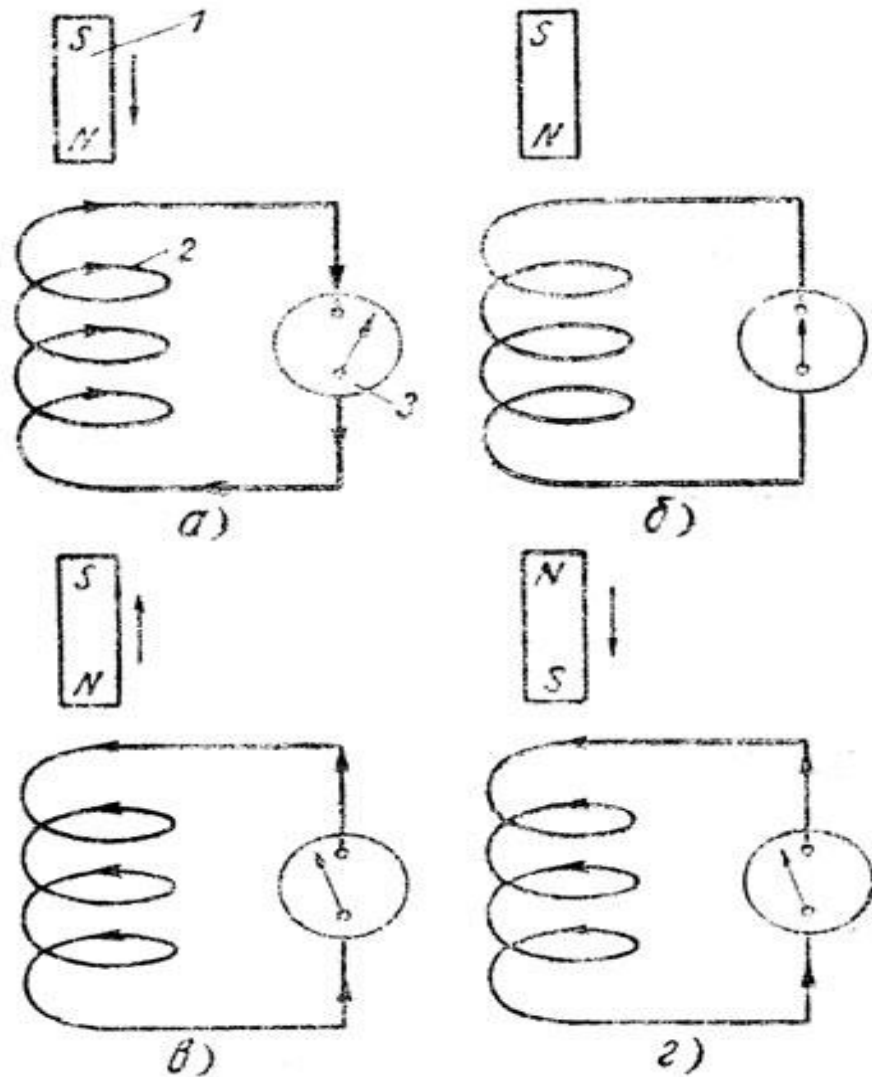
Возьмем постоянный магнит 1 (рис. а) и будем опускать его в катушку 2 (соленоид). Мы увидим, что стрелка гальванометра 3, включенного в цепь, отклонится (например, вправо). Это указывает на возникновение э.д.с. и появление тока в соленоиде.



Если прекратить движение магнита, то стрелка гальванометра вернется в нулевое положение (рис. б). Это показывает, что для появления индуктированной э.д.с. недостаточно иметь магнитное поле и проводник, нужно еще, чтобы они двигались одно относительно другого.

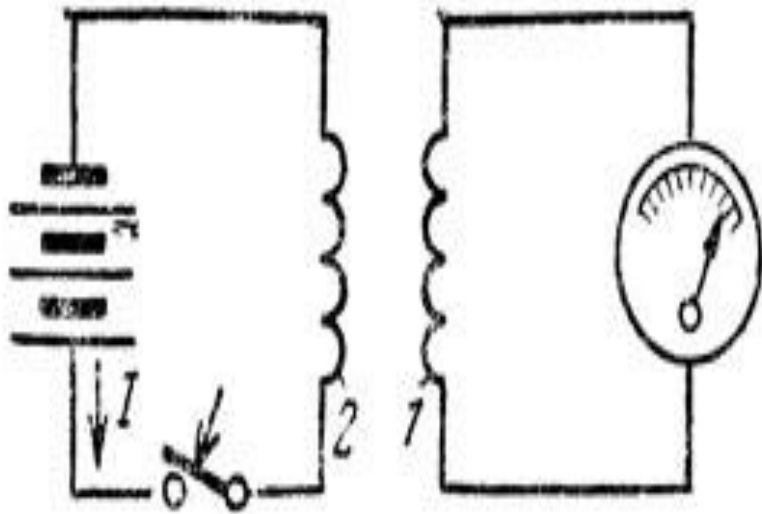


Вынимая магнит из катушки (рис. в), можно заметить, что стрелка гальванометра отклонится, но уже в другую сторону (влево). Это показывает, что направление индуцированной э.д.с. зависит от направления движения магнитного поля, пересекающего неподвижный проводник, или от направления движения проводника, пересекающего магнитное поле.



В приведенном опыте мы видели, что при опускании постоянного магнита в катушку стрелка гальванометра отклонялась вправо в том случае, когда магнит был расположен северным полюсом вниз (см. рис. а). Если повернуть магнит северным полюсом вверх и снова опускать в катушку, то стрелка гальванометра отклонится в другую сторону, т. е. влево (рис. г). Это показывает, что направление индуцированной э.д.с. зависит еще от направления магнитного поля.

Явление возникновения э.д.с. в контуре при пересечении его магнитным полем называется электромагнитной индукцией и было открыто английским физиком М. Фарадеем в 1831 г.



Если к замкнутому проводнику 1 (рис.) приближать (или удалять) проводник 2, по которому проходит электрический ток I , то в проводнике 1 будет индуцироваться э.д.с. Точно так же, если оба проводника 1 и 2 оставлять неподвижными, но изменять ток, либо разрывать или замыкать цепь, в которую входит проводник 2, то в проводнике 1 будет появляться индуцированная э.д.с. Возникновение э.д.с. во втором контуре вследствие изменения тока в первом контуре называется взаимной индукцией. Она имеет место в трансформаторах, индукционных катушках и т. д. Индуцированную э.д.с. можно получить еще следующим образом.

Известно, что проводник, по которому течет электрический ток, окружен магнитным полем. Если изменять величину или направление тока в проводнике или размыкать и замыкать электрическую цепь, питающую проводник током, то магнитное поле, окружающее этот проводник, будет изменяться. Изменяясь, магнитное поле проводника пересекает этот же самый проводник и наводит в нем э.д.с. Это явление называется самоиндукцией. Сама индуцированная э.д.с. называется э.д.с. самоиндукции.

Величина и направление индуцированной э.д.с

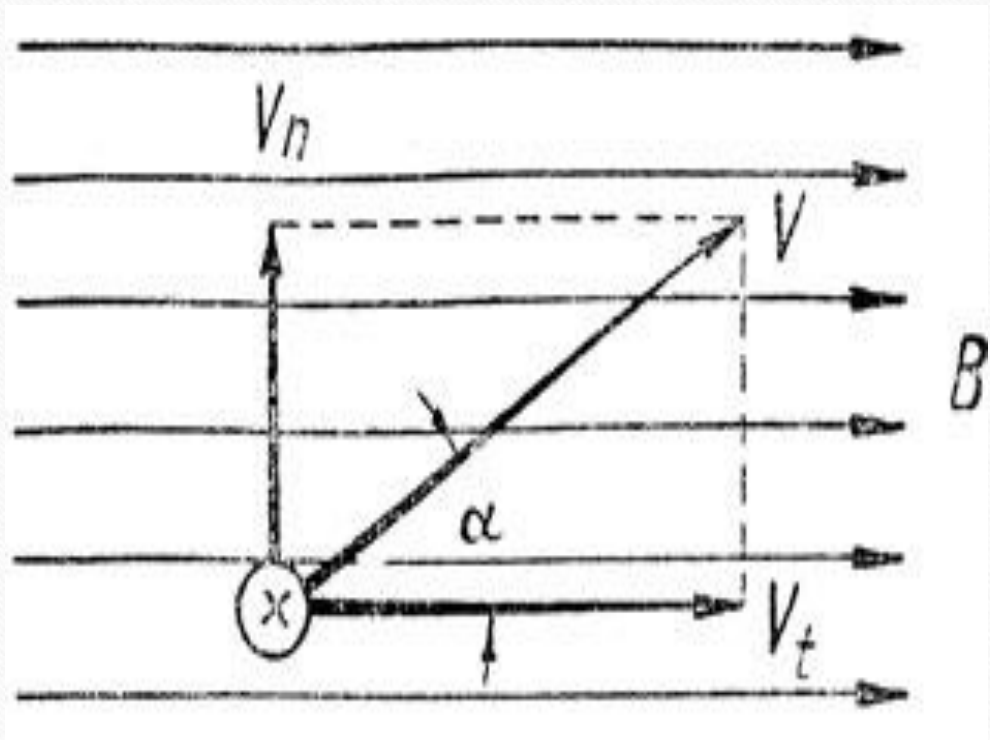
Индуктированная э.д.с. возникает в следующих трех случаях:

1. когда движущийся проводник пересекает неподвижное магнитное поле или, наоборот, перемещающееся магнитное поле пересекает неподвижный проводник; или когда проводник и магнитное поле, двигаясь в пространстве, перемещаются один относительно другого;
2. когда переменное магнитное поле одного проводника, действуя на другой проводник, индуцирует в нем э.д.с. (взаимоиндукция);
3. когда изменяющееся магнитное поле какого-либо проводника индуцирует в нем самом э.д.с. (самоиндукция).

Таким образом, всякое изменение во времени величины магнитного потока ($\Delta\Phi/\Delta t$), пронизывающего проводящий контур (виток, рамку), сопровождается появлением в этом проводниковом контуре индуктированной э.д.с. e :

$$e = \Delta\Phi/\Delta t,$$

где $\Delta\Phi$ - магнитный поток, пересеченный проводником за промежуток времени Δt .



Величина индуцированной э.д.с. в проводнике зависит: от величины индукции B магнитного поля, так как чем плотнее расположены магнитные линии, тем большее число их пересечет проводник за единицу времени (секунду); от скорости движения проводника V в магнитном поле, так как при большей скорости движения проводник может больше пересечь магнитных линий в секунду; от активной (находящейся в магнитном поле) длины проводника, так как длинный проводник может больше пересечь магнитных линий в секунду; от величины синуса угла α между направлением движения проводника и направлением магнитного поля (рис.).

Раскладываем вектор скорости движения проводника в магнитном поле на две составляющие: V_n - составляющую, нормальную к направлению поля ($V_n = V \cdot \sin \alpha$), и V_t - тангенциальную составляющую ($V_t = V \cdot \cos \alpha$), которая не принимает участия в создании э.д.с., так как при движении под воздействием тангенциальной составляющей проводник двигался бы параллельно вектору B и не пересекал бы линий магнитной индукции.

Величина индуцированной э.д.с. может быть найдена по формуле

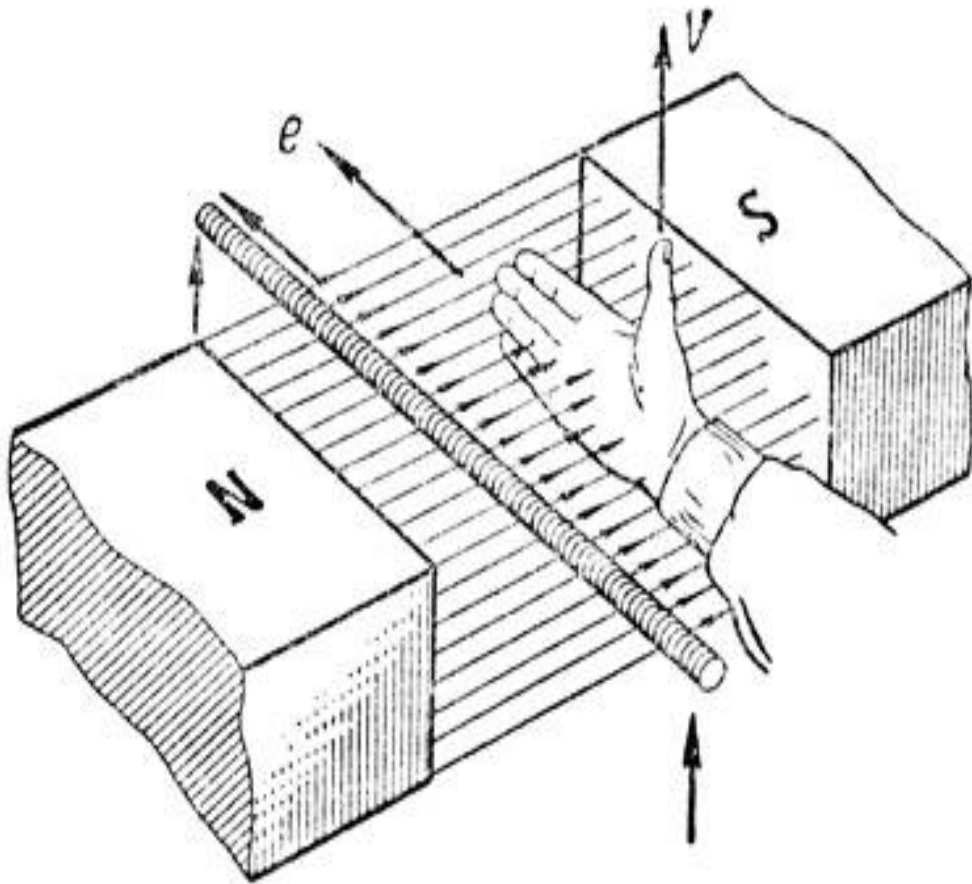
$$e = BlV \sin \alpha,$$

где B - величина магнитной индукции, тл;

l - активная длина проводника, м;

V - скорость движения проводника, м/сек;

α - угол пересечения.



Как было отмечено выше, направление индуктированной э.д.с. зависит от направления движения проводника и от направления магнитного поля.

Для определения направления индуктированной э.д.с. в проводнике, движущемся в магнитном поле, служит "правило правой руки". Оно заключается в следующем: если мысленно расположить правую руку в магнитном поле вдоль проводника так, чтобы магнитные линии, выходящие из северного полюса, входили в ладонь, а большой отогнутый палец совпадал с направлением движения проводника, то четыре вытянутых пальца будут показывать направление э.д.с., индуктированной в проводнике (рис.).

В случаях, когда проводник остается неподвижным, а магнитное поле движется, для определения направления индуктированной э.д.с. следует предположить, что поле остается неподвижным, а проводник движется в сторону, обратную движению поля, и применить также "правило правой руки".