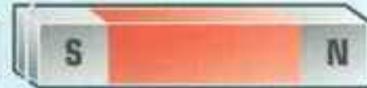
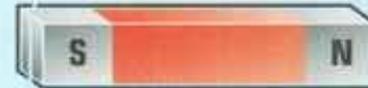
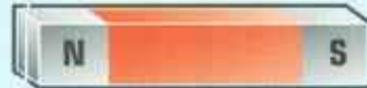
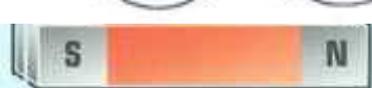
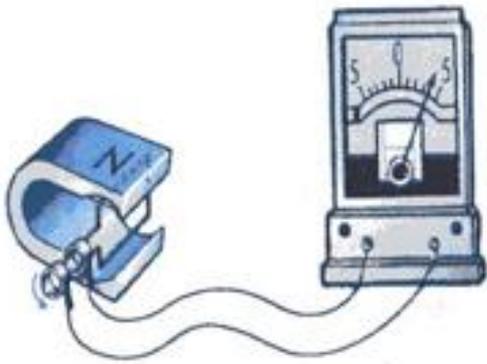




Явление электромагнитной индукции

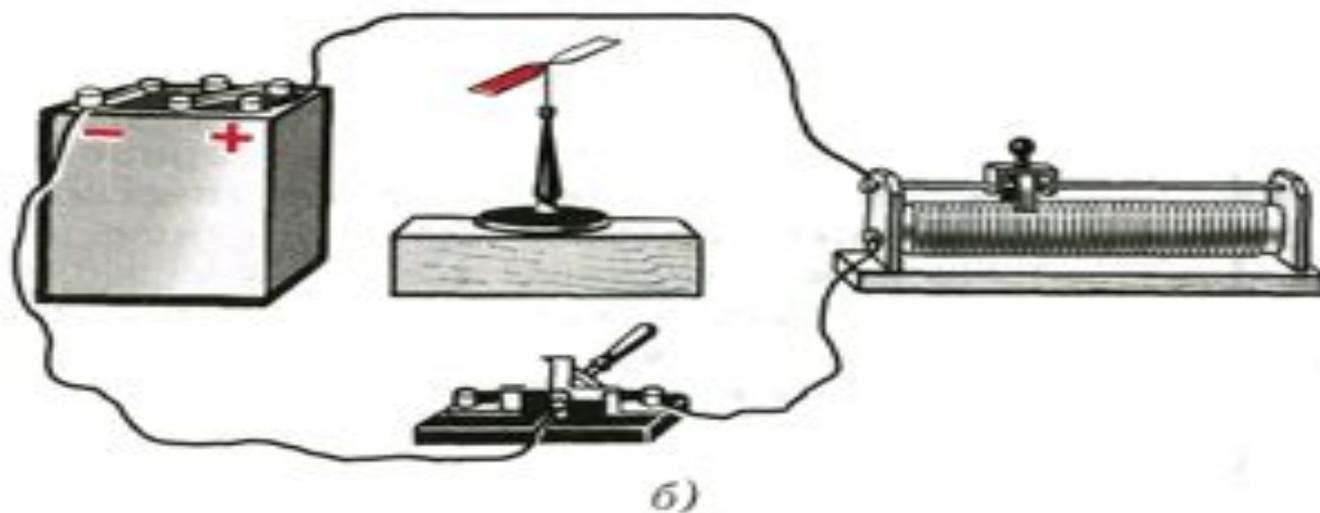
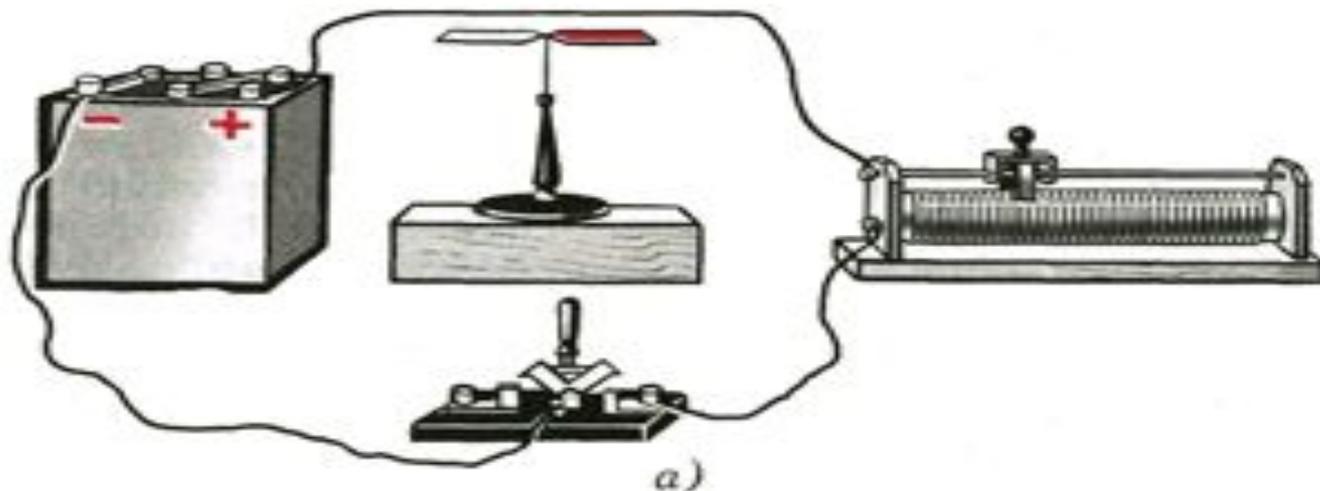


Ханс Кристиан Эрстед



14.08.1777
-09.03.1851

Опыт Эрстеда

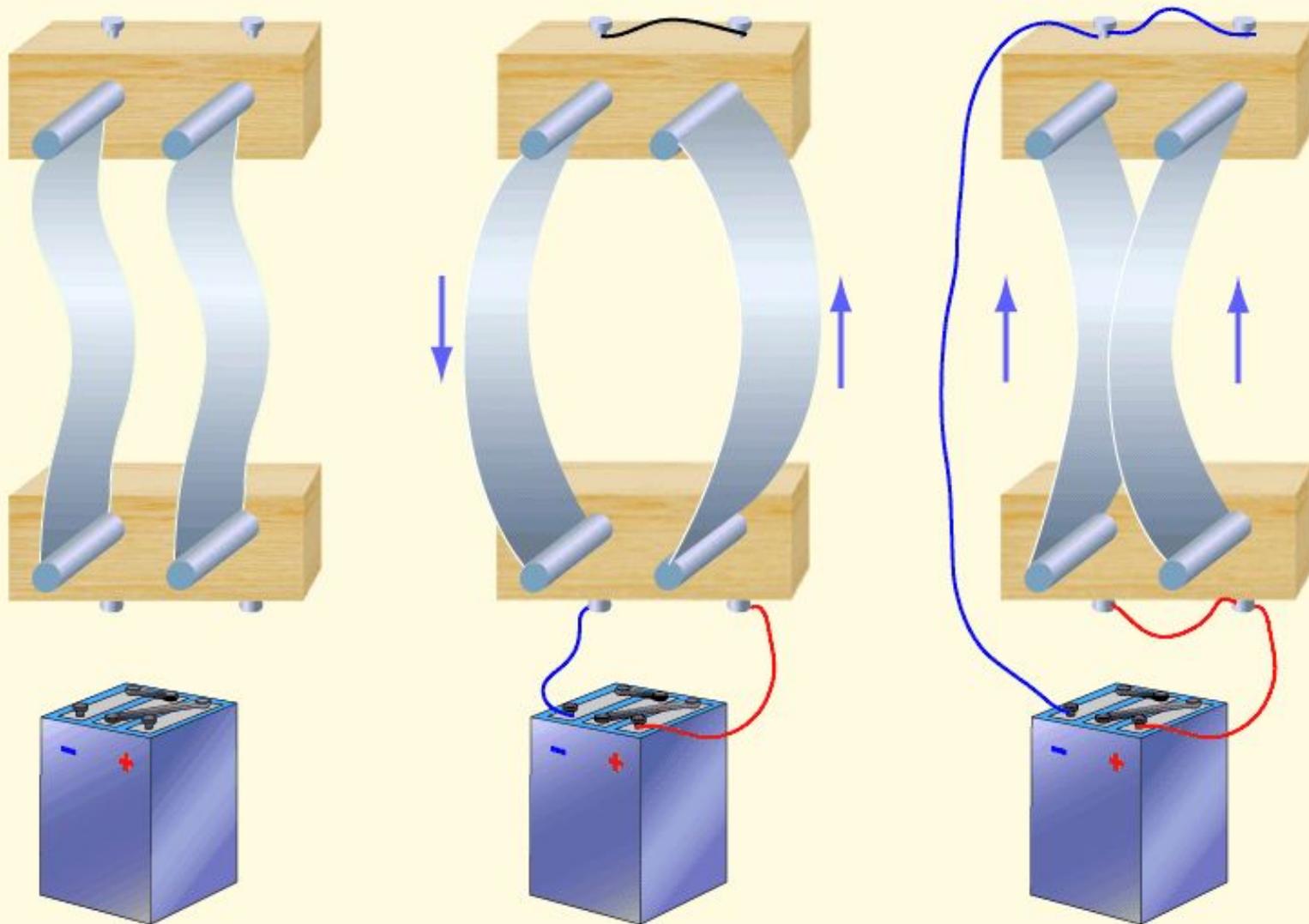


**МАГНИТНАЯ
стрелка и
проводник.**

A. Ампер



Опыт А. Ампера 1820 г.:



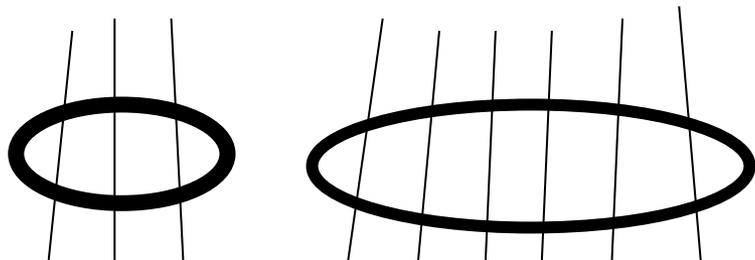
**Магнитное поле – это особая
форма материи, посредством
которого осуществляется
взаимодействие между
движущимися электрически
заряженными частицами**

Характеристики магнитного поля

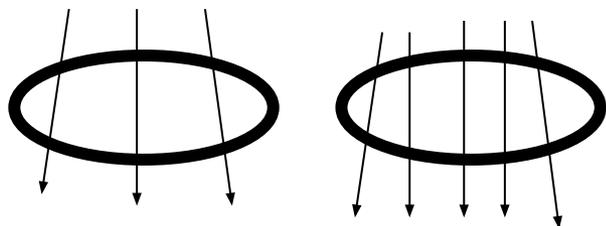
$$\mathbf{B} = \frac{\mathbf{F}}{I \cdot l}$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

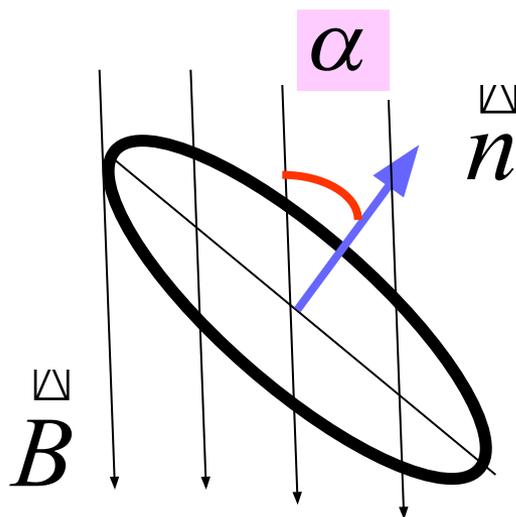
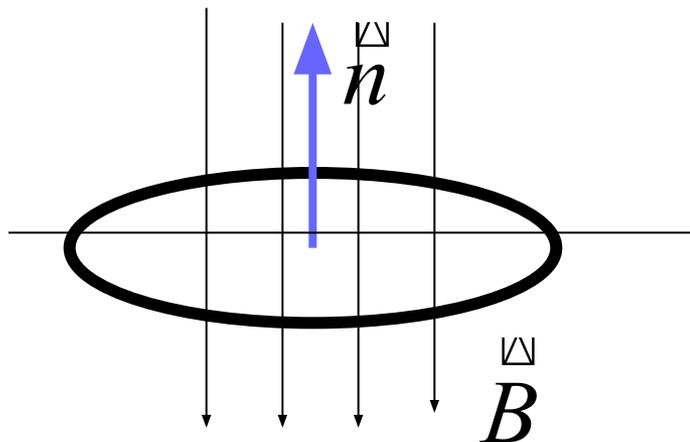
Можно ли изменить магнитный поток через площадь, ограниченную замкнутым контуром?



$$\Phi \sim S$$

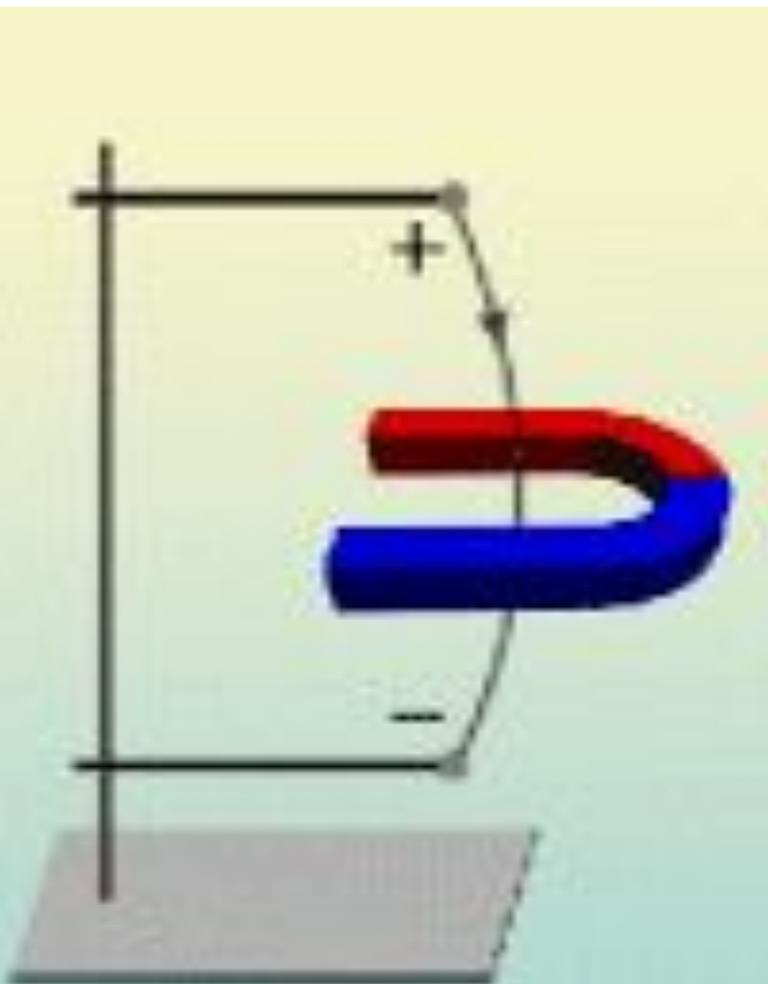


$$\Phi \sim B$$



$$\Phi \sim \cos \alpha$$

**Проводник показанный на рис.
притягивается к магниту. Почему?**



**на проводник действует
сила Ампера**

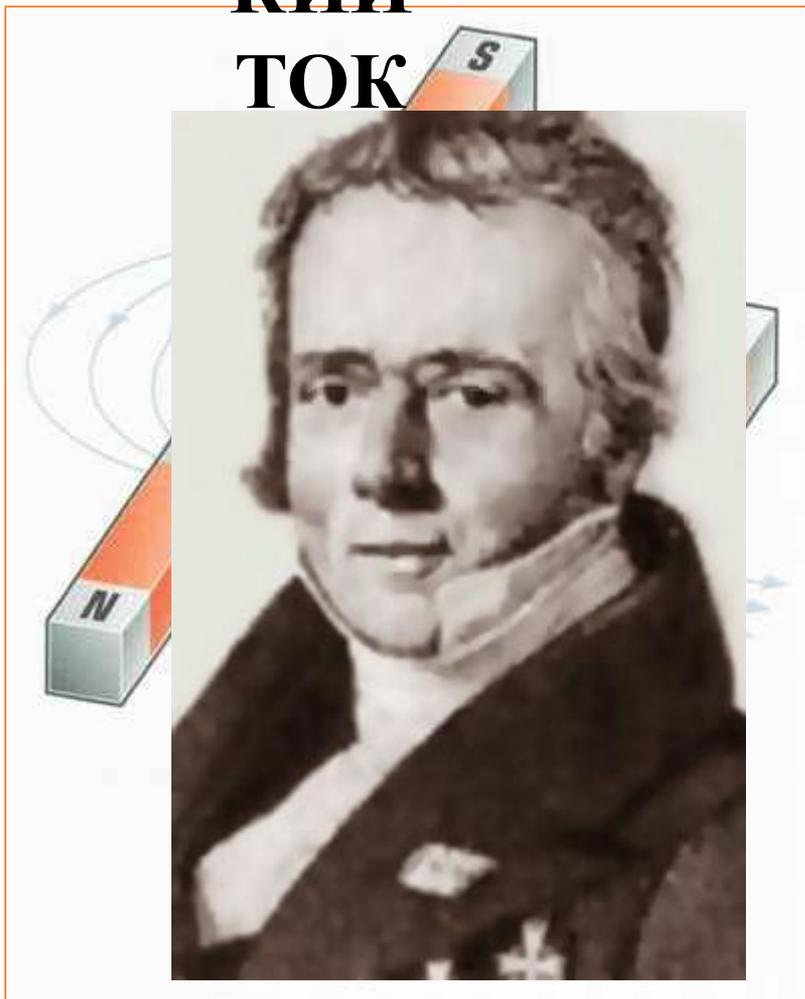


**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ
ТОК**

порождает
→
←

**МАГНИТНОЕ
ПОЛЕ**

Галилео



**Опыт Эрстеда,
1820 год**

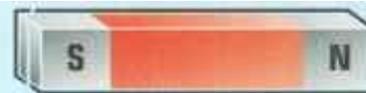
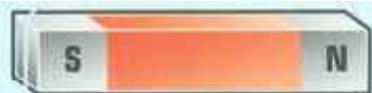
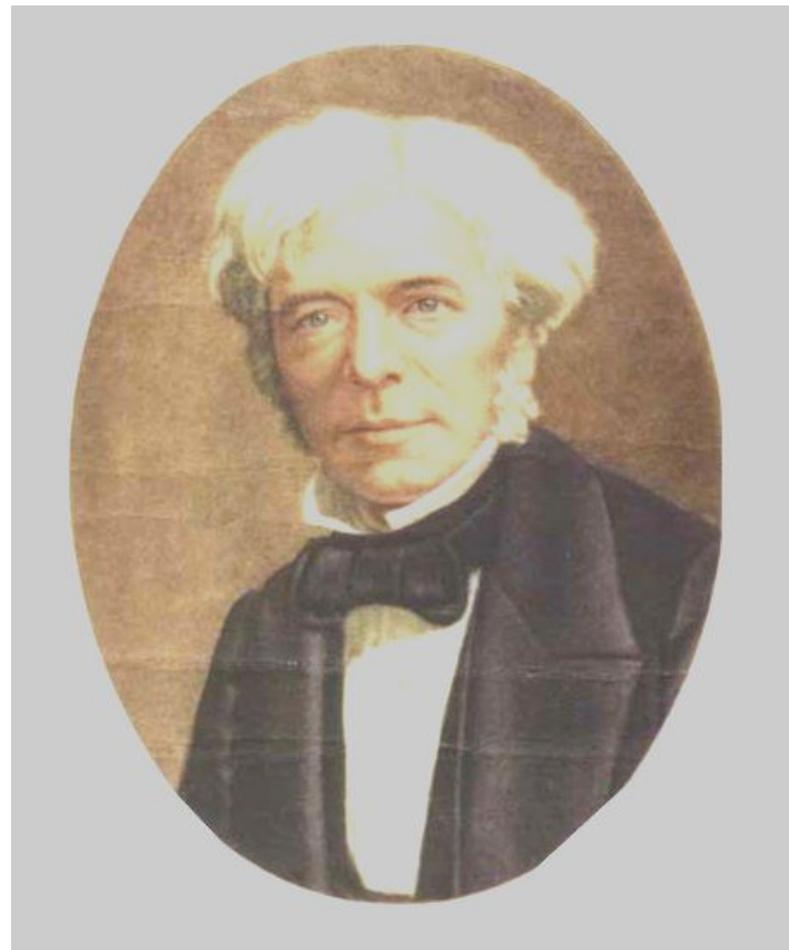


**Опыты
Фарадея,
1831**

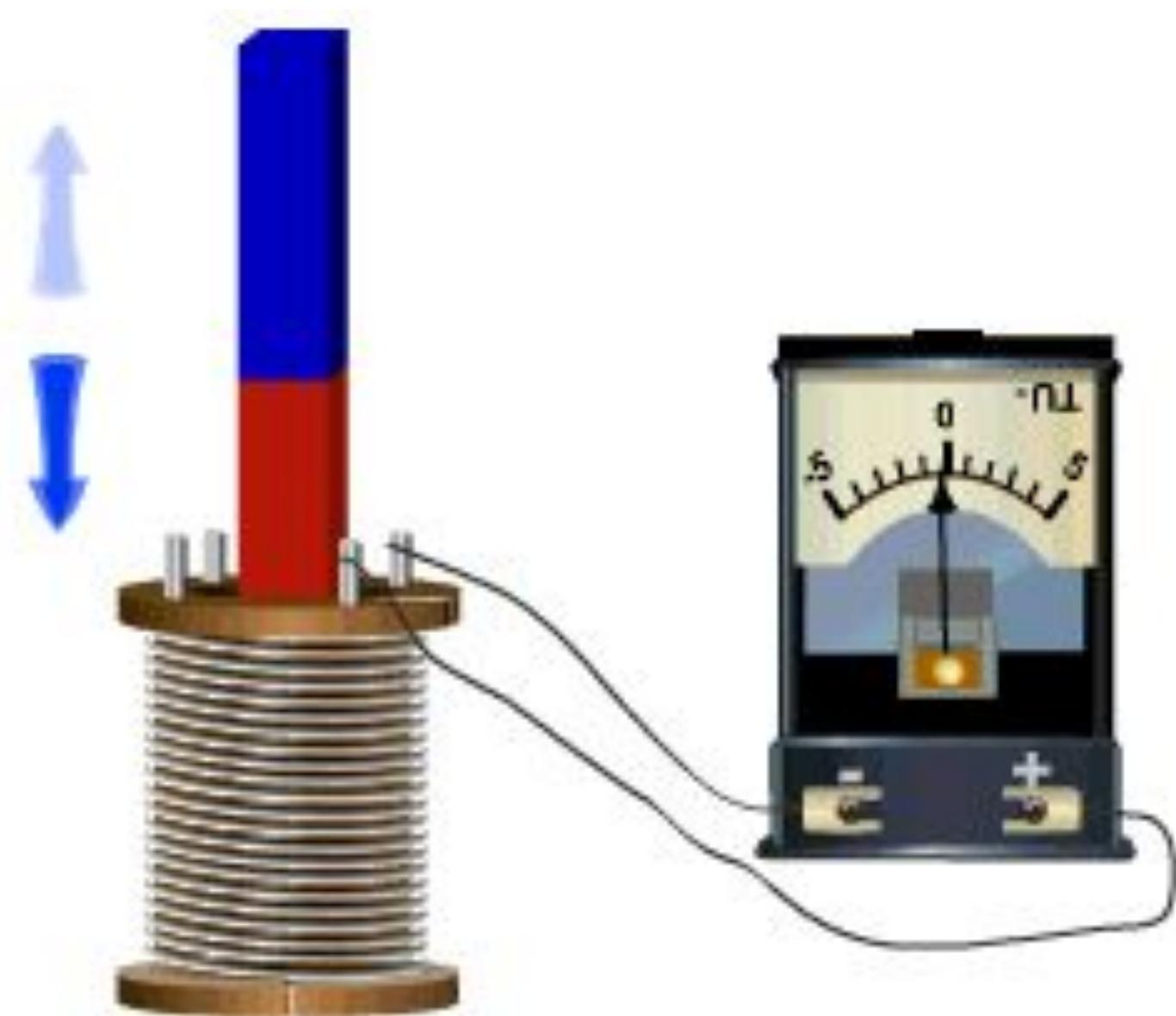
ОТКРЫТИЕ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

- 29 августа 1831 года,
Майкл Фарадей:
«Превратить магнетизм в
электричество»

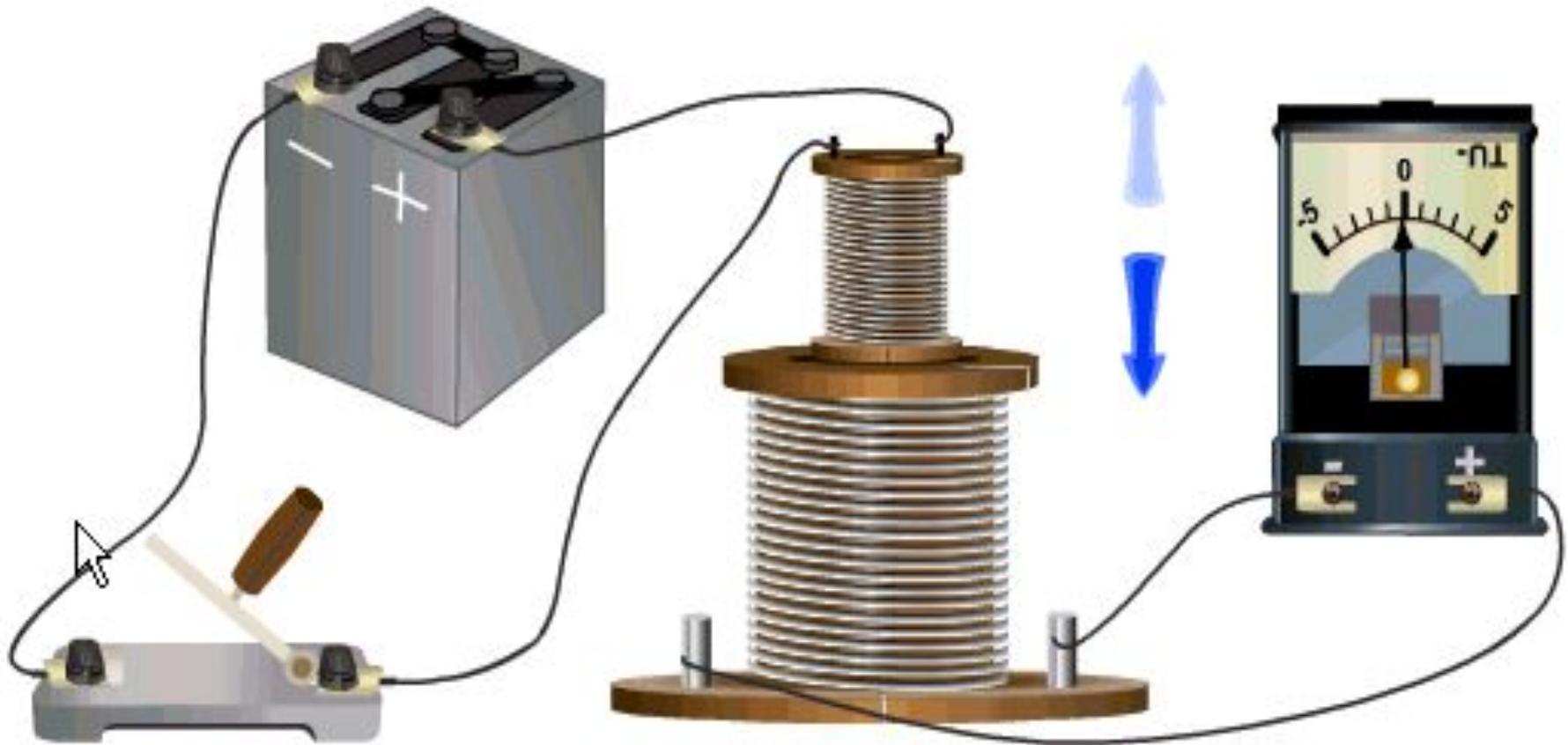
induction — возникновение



ОПЫТЫ ФАРАДЕЯ



ОПЫТЫ ФАРАДЕЯ

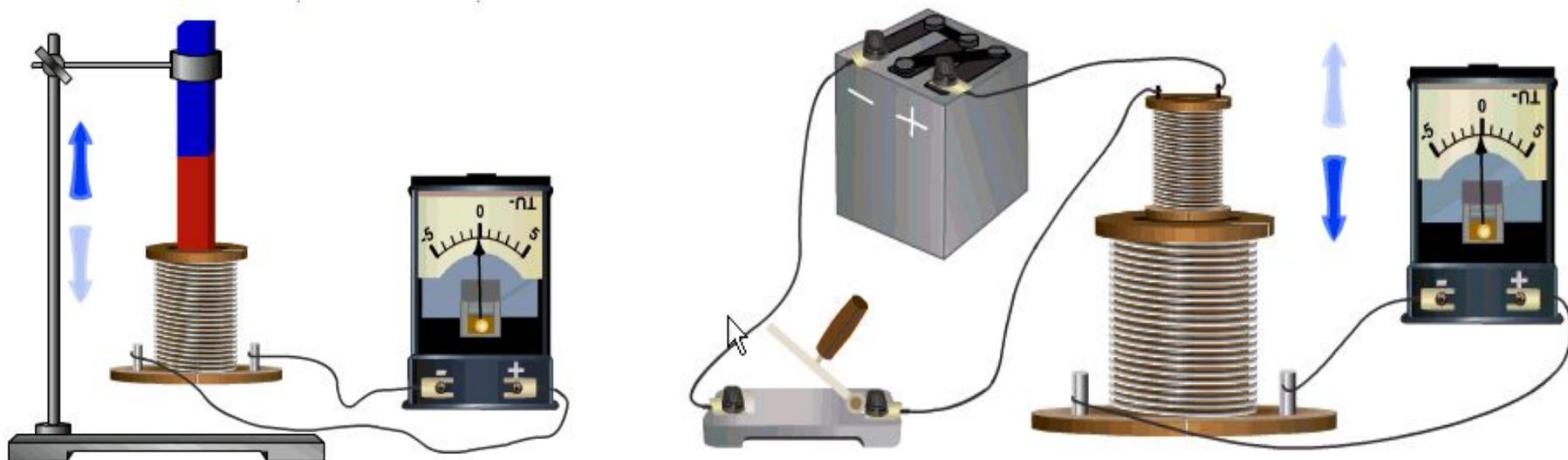


Опыты Фарадея:

1. Ввод и вывод магнита.
2. Движение катушки относительно другой катушки
3. Изменение силы тока в цепи с помощью реостата
4. Замыкание и размыкание электрической цепи другой катушки, неподвижной относительно первой.

Электромагнитная индукция -

это явление возникновения индукционного тока в катушке при любом изменении магнитного поля, пронизывающего площадь его витков.



ПРИЧИНА ВОЗНИКНОВЕНИЯ I_i

Изменение магнитного

потока \rightarrow

возникновение вихревого

электрического поля \rightarrow

возникновение ЭДС_i \rightarrow

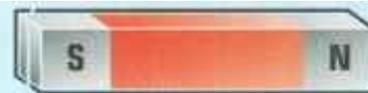
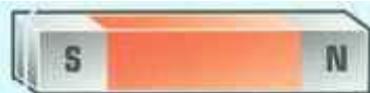
перемещение зарядов

(ИНДУКЦИОННЫЙ ТОК)



ХАРАКТЕРИСТИКИ I

1. Направление индукционного тока зависит от ориентации полюсов магнита
2. направление индукционного тока зависит от изменения магнитного потока.
3. Величина тока зависит от скорости изменения числа линий магнитной индукции, пронизывающий контур. И не зависит от способа этого изменения.





Ленц Эмилий Христианович

В 1883 г.
сформулировал
правило для
определения
направления

ИНДУКЦИОННОГО ТОКА

S

N

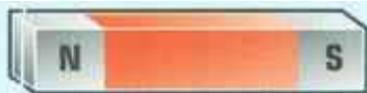
N

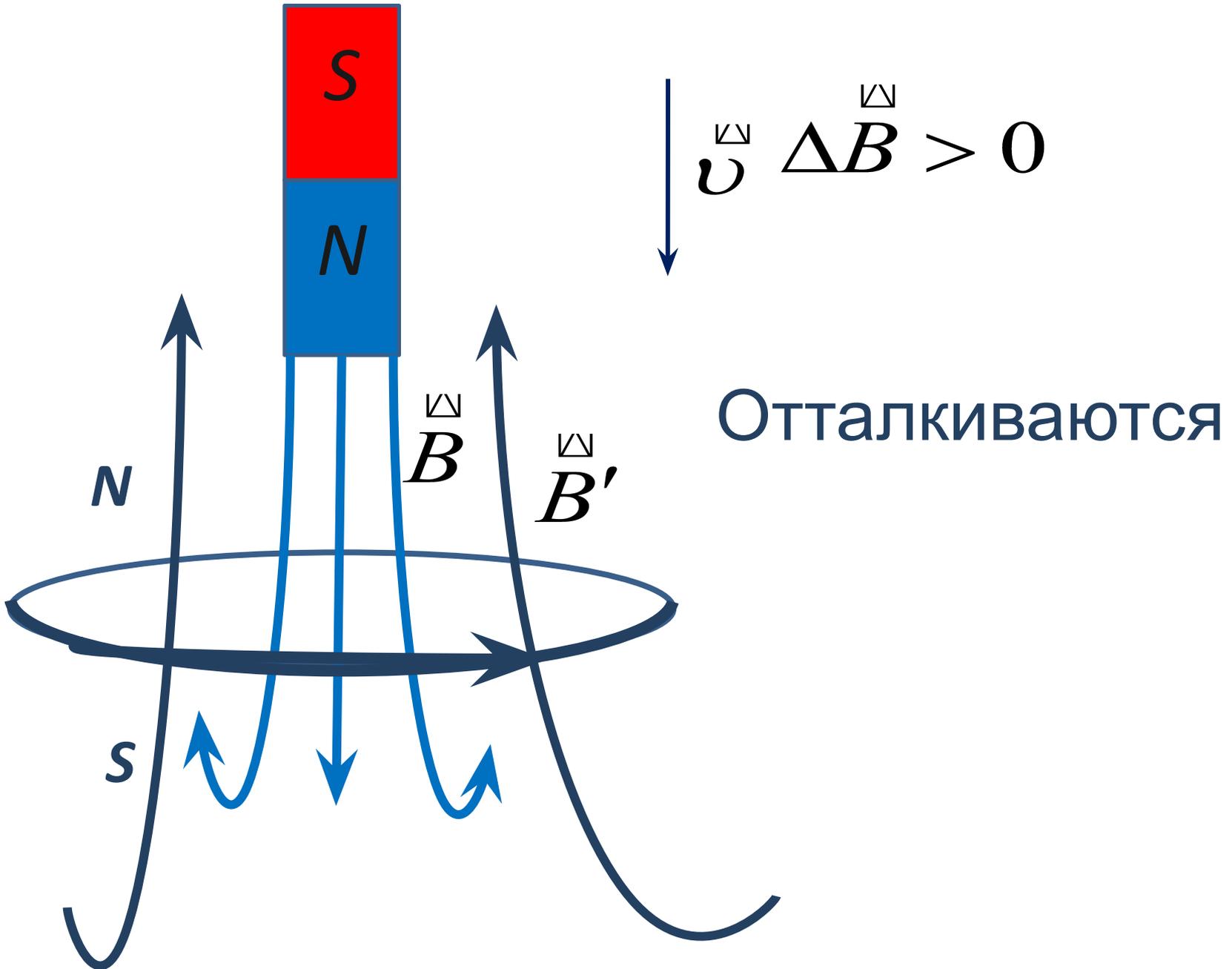
S

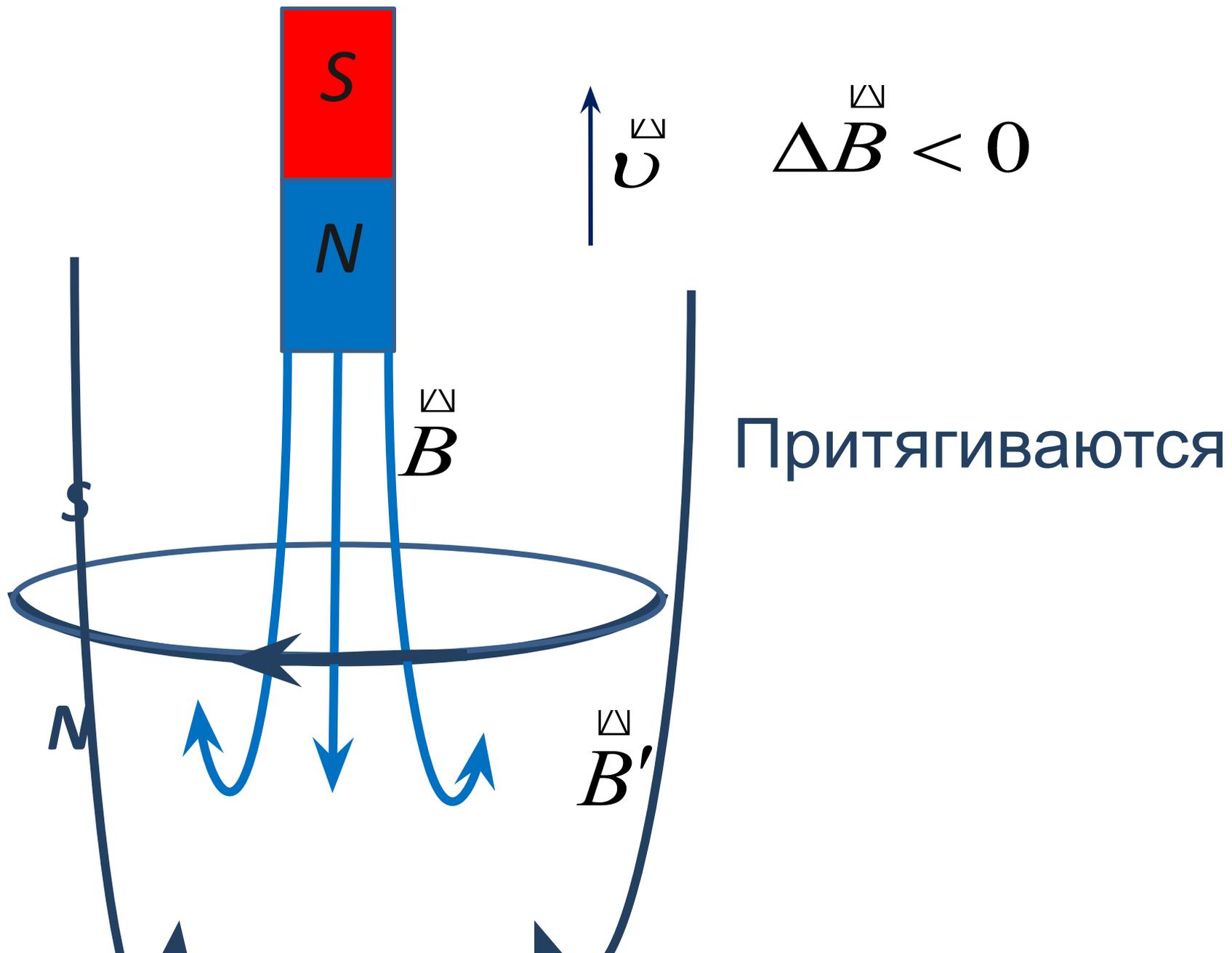
N

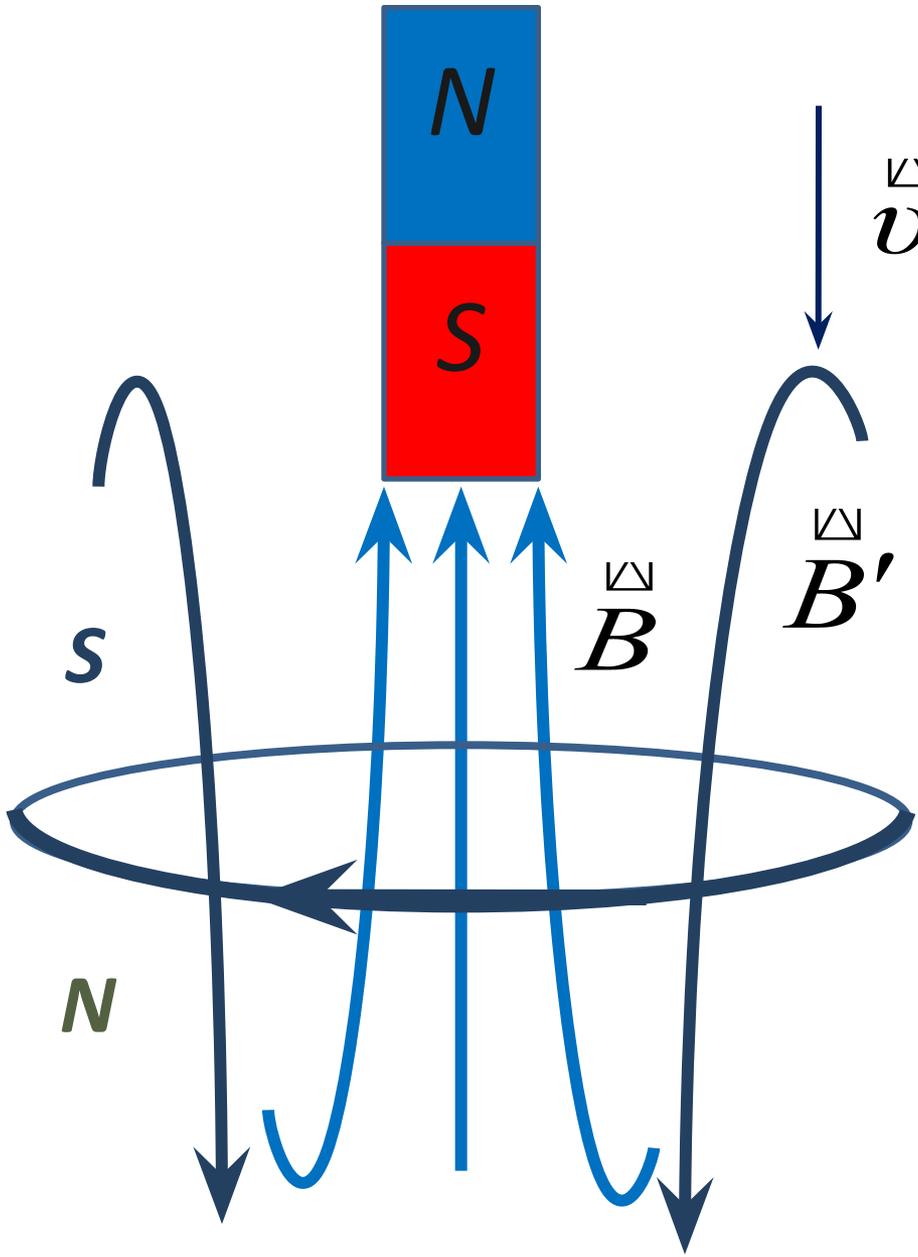
Правило Ленца: индукционный ток имеет такое направление, что созданный им магнитный поток всегда стремится скомпенсировать то изменение магнитного потока, которое вызвало данный ток.

Правило Ленца является следствием закона сохранения энергии.



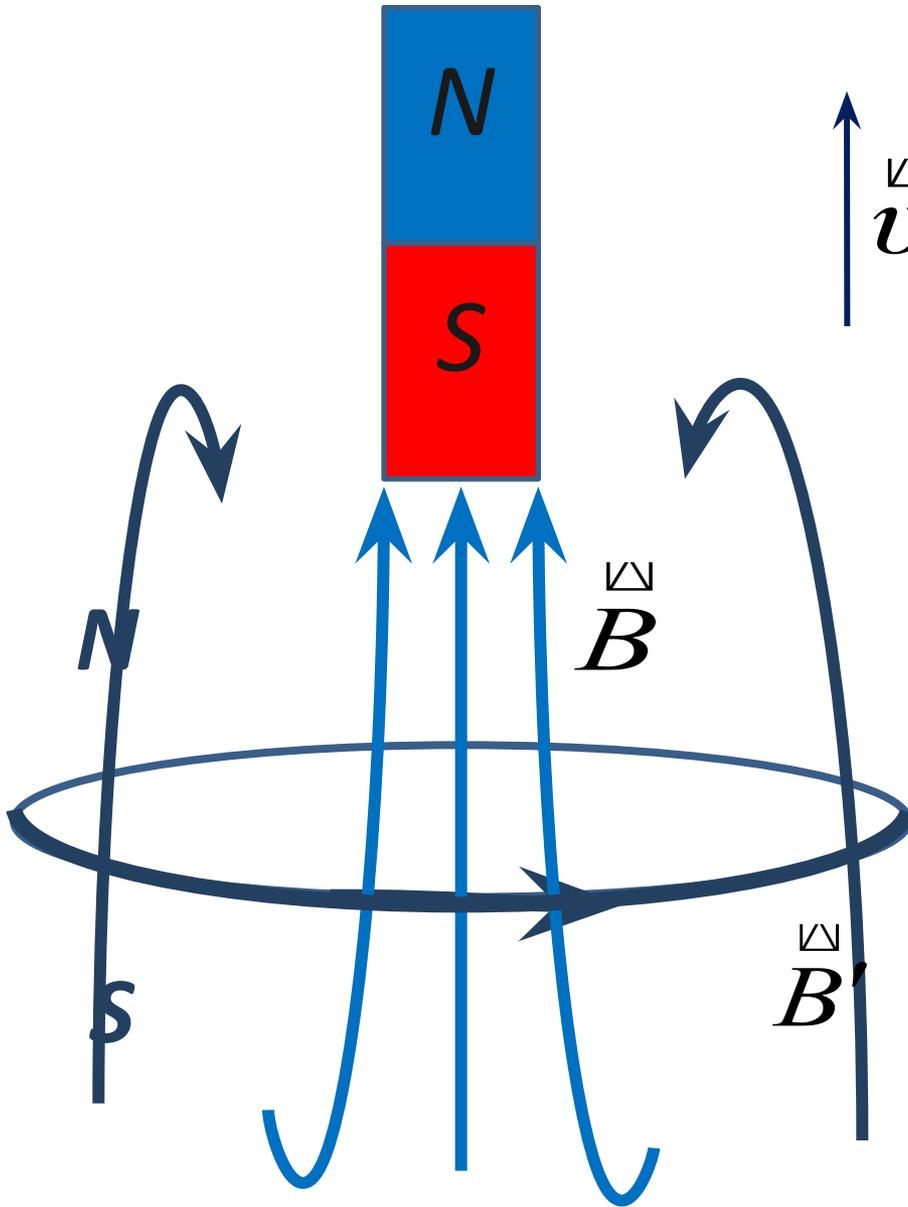






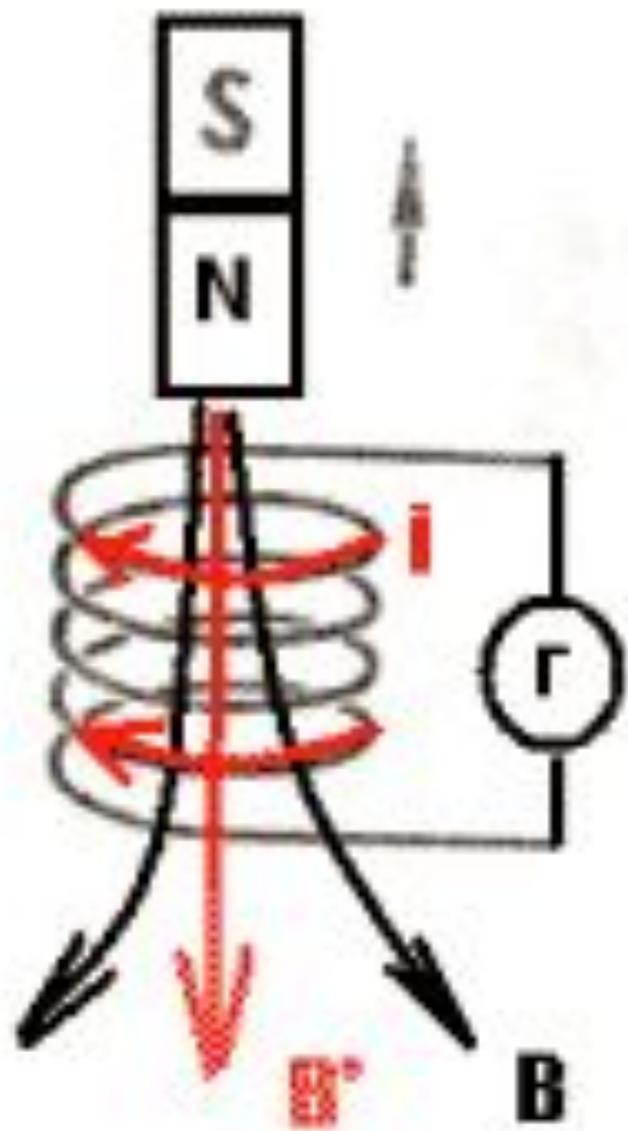
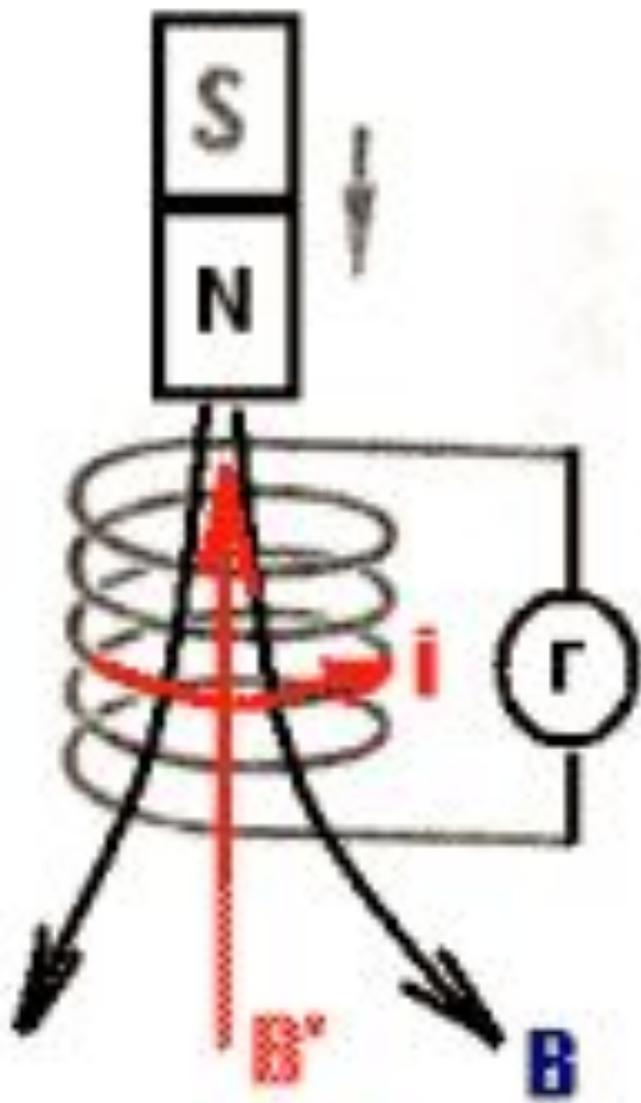
$$\Delta \vec{B} > 0$$

Отталкиваются



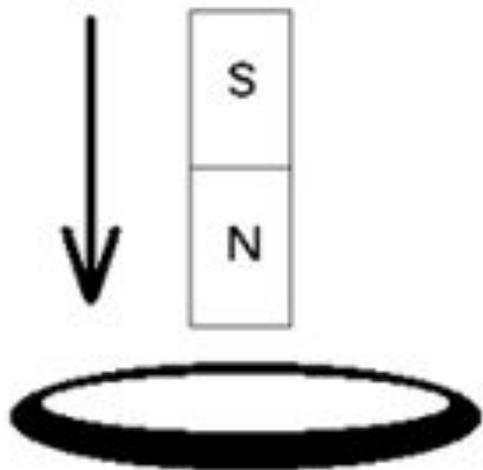
$$\Delta \vec{B} < 0$$

Притягиваются

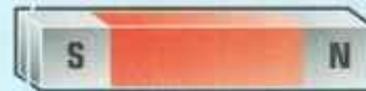
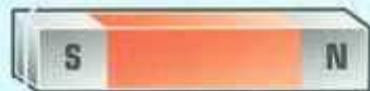
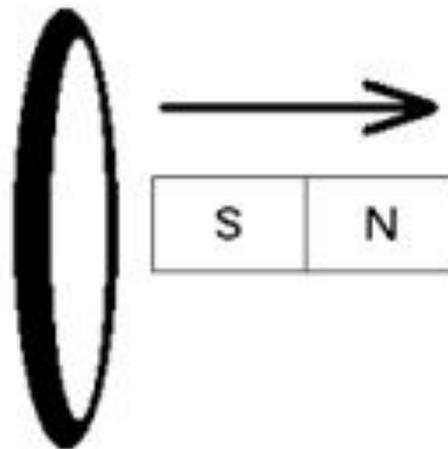


ОПРЕДЕЛИТЬ НАПРАВЛЕНИЕ ИНДУКЦИОННОГО ТОКА В ЗАМКНУТОМ КОНТУРЕ.

1.



2.



ПЛАН РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ на правило ЛЕНЦА

1. Определить направление вектора \mathbf{B} внешнего магнитного поля

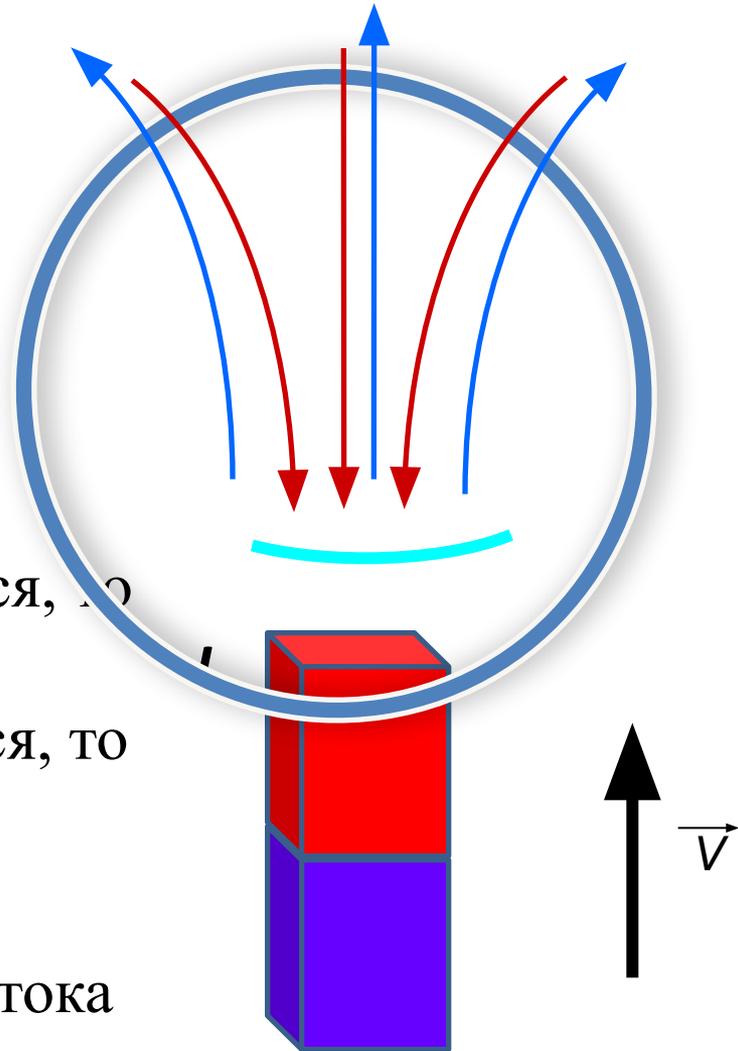
2. Определить, как изменяется магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром

3. Определить направление вектора \mathbf{B}_i поля индукционного тока:

а) если магнитный поток уменьшается, то векторы сонаправлены

б) если магнитный поток увеличивается, то векторы противоположно направлены.

4. Пользуясь правилом буравчика, определить направление индукционного тока в контуре.

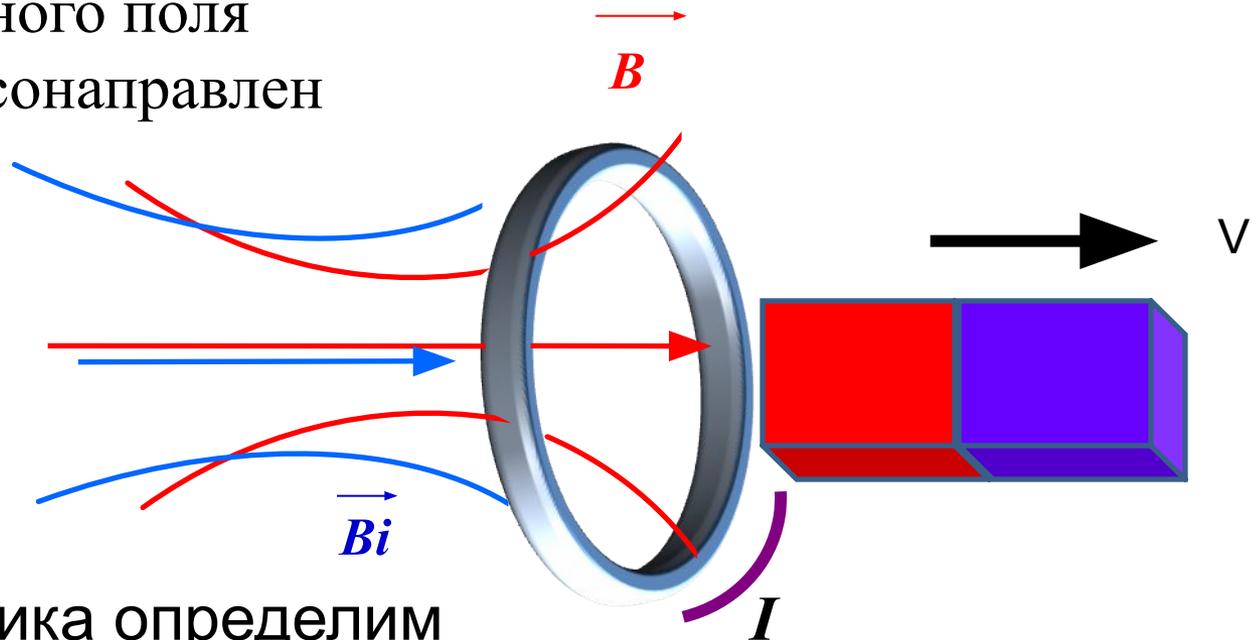


РЕШИМ ЗАДАЧУ

Определим направление вектора B внешнего поля (входит в южный полюс)

Магнит удаляется от кольца (т.е. магнитный поток уменьшается)

Значит вектор магнитного поля индукционного тока сонаправлен с вектором B



По правилу буравчика определим направление индукционного тока

Применение электромагнитной индукции

Видеомагнитофон.



Детектор
полицейского.

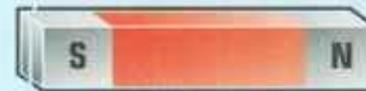
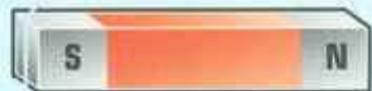
Жесткий диск
компьютера.



Поезд на магнитной
подушке

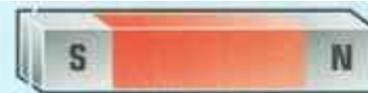
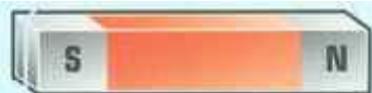


Детектор металла в
аэропортах



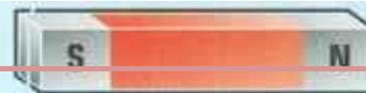
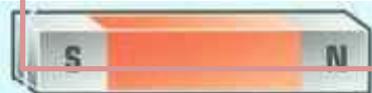
ЗАКРЕПЛЕНИЕ

1. Можно ли изменить магнитный поток через площадь, ограниченную замкнутым контуром?
2. В чём заключается явление ЭМИ?
3. Причина возникновения I_i .
4. Описать серии опытов Фарадея по исследованию явления ЭМИ.
5. Характеристики I_i .



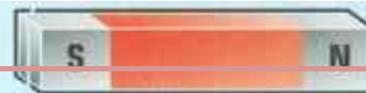
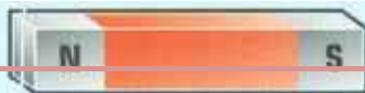
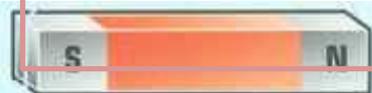
ЭКСПРЕСС - ОПРОС

«Электромагнитная ИНДУКЦИЯ»



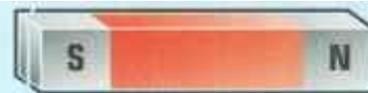
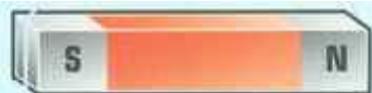
**1. Один раз полосовой магнит падает
сквозь неподвижное металлическое
кольцо южным полюсом вниз, а
второй раз – северным полюсом вниз.
Ток в кольце**

- а) возникает в обоих случаях
- б) не возникает ни в одном из случаев
- в) возникает только в первом случае
- г) возникает только во втором случае



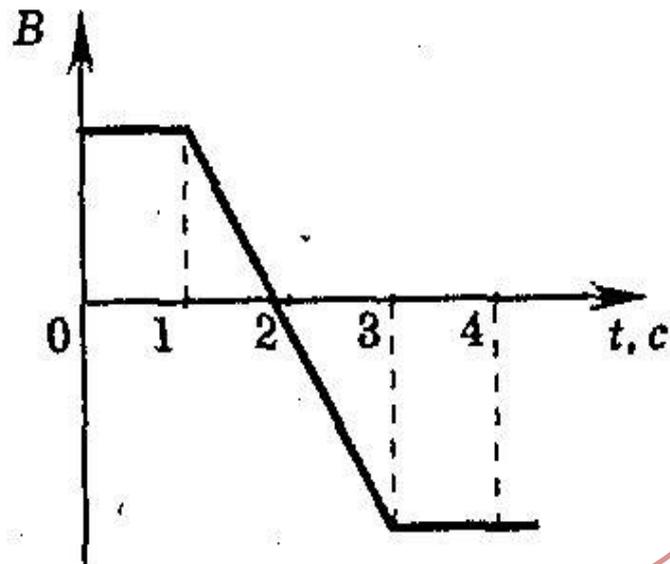
2. Какой процесс объясняется явлением электромагнитной индукции?

- а) отклонение магнитной стрелки вблизи проводника с током
- б) взаимодействие двух проводников с током
- в) появление тока в замкнутой катушке при опускании в нее постоянного магнита
- г) возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле



3. Виток провода, подключенный к гальванометру, находится в магнитном поле. Магнитная индукция поля меняется с течением времени согласно графику. В какой промежуток времени гальванометр покажет наличие тока в витке?

- а) от 0 до 1 с
- б) от 1с до 3 с
- в) от 3с до 4 с
- г) от 0 до 4 с

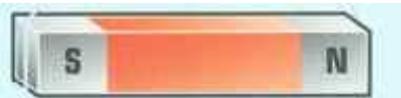
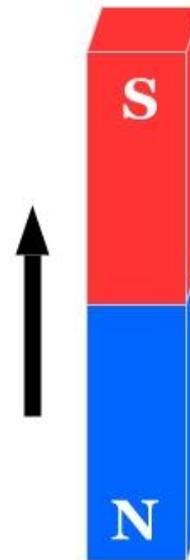
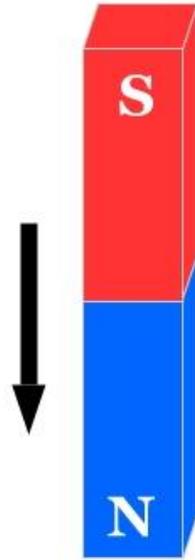


4. От чего зависит направление индукционного тока в катушке?

- а) от скорости движения магнита
- б) от количества витков в катушке
- в) от полюса магнита
- г) от силы магнита



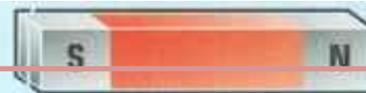
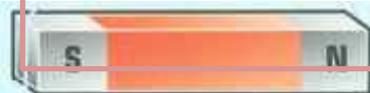
5 Определить направление индукционного тока



ИТОГИ УРОКА

1. Обнаружили наличие электрического тока в катушке при взаимодействии ее с магнитом
2. Установили, от каких параметров зависит величина этого тока
3. Установили, от чего зависит направление этого тока
4. Сформулировали закон электромагнитной индукции

Превратили магнетизм в электричество





Ленц Эмилий Христианович

В 1883 г.
сформулировал
правило для
определения
направления

ИНДУКЦИОННОГО ТОКА

S

N

N

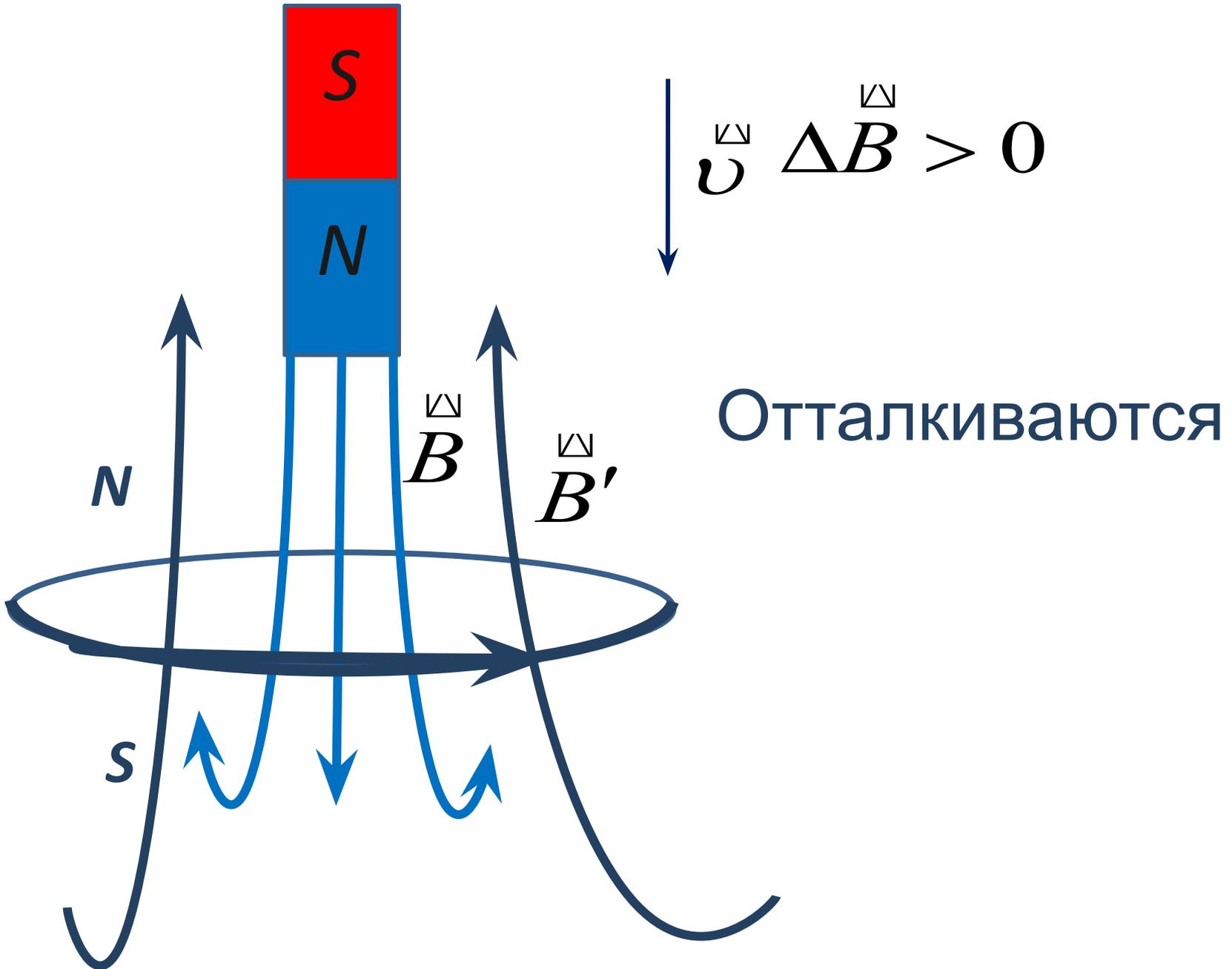
S

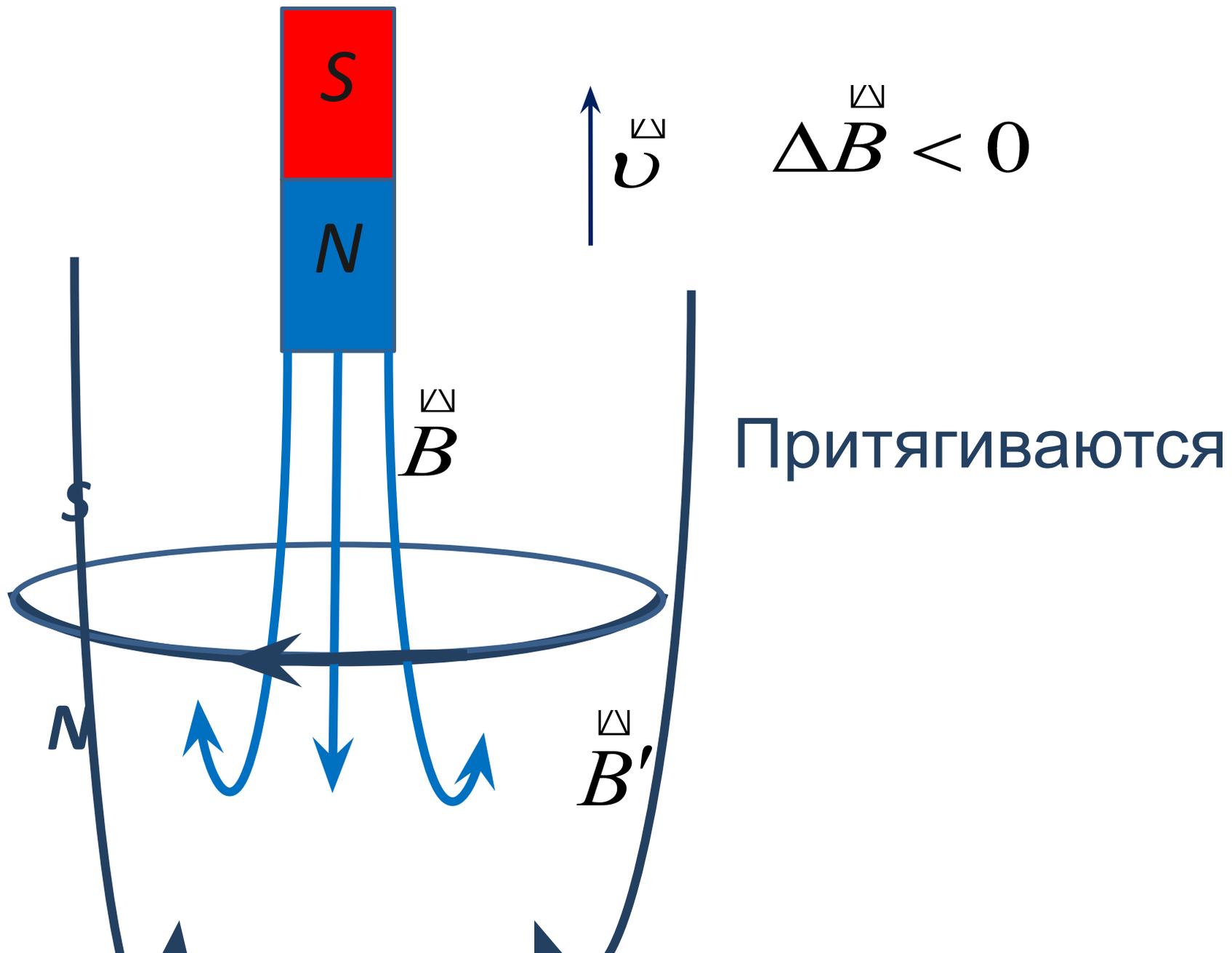
N

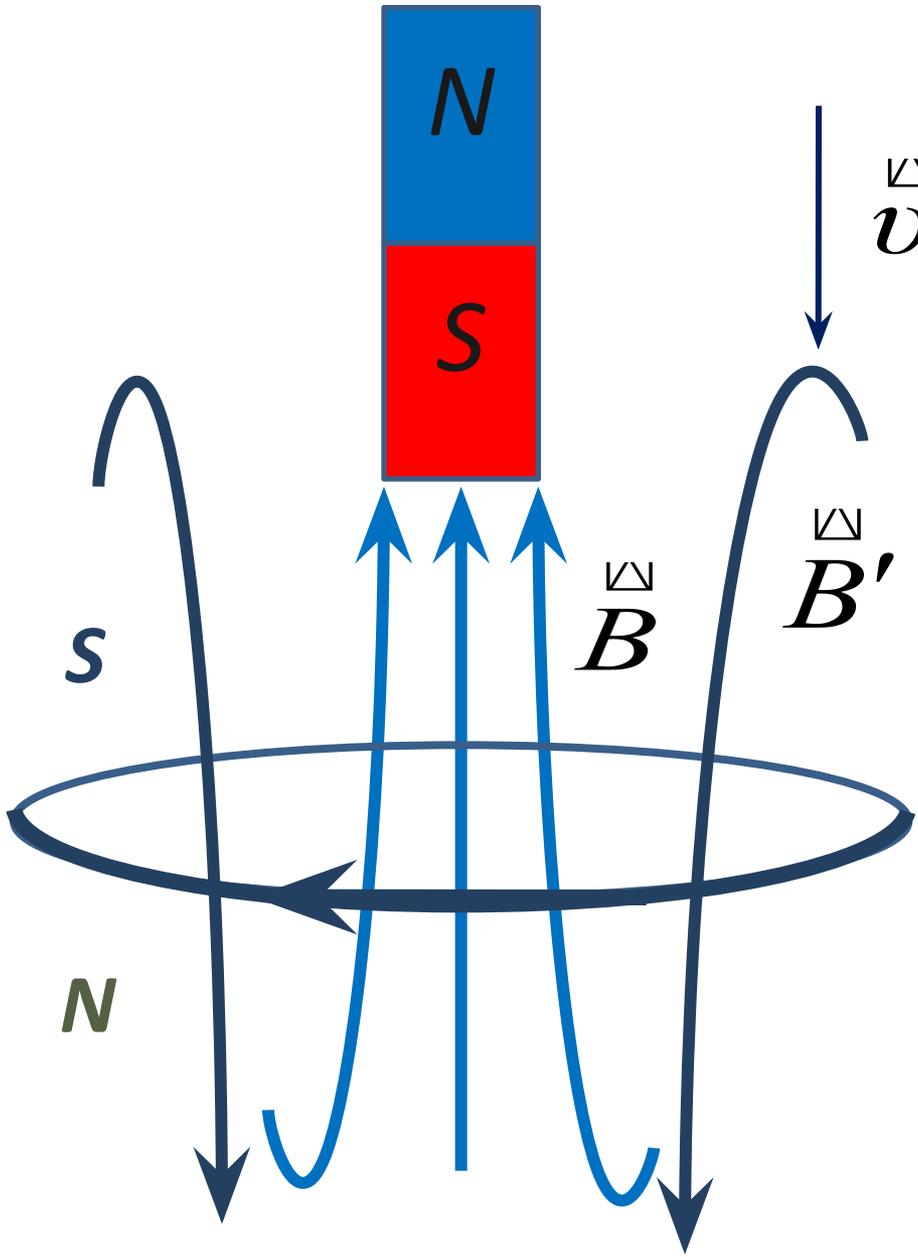
Правило Ленца: индукционный ток имеет такое направление, что созданный им магнитный поток всегда стремится скомпенсировать то изменение магнитного потока, которое вызвало данный ток.

Правило Ленца является следствием закона сохранения энергии.



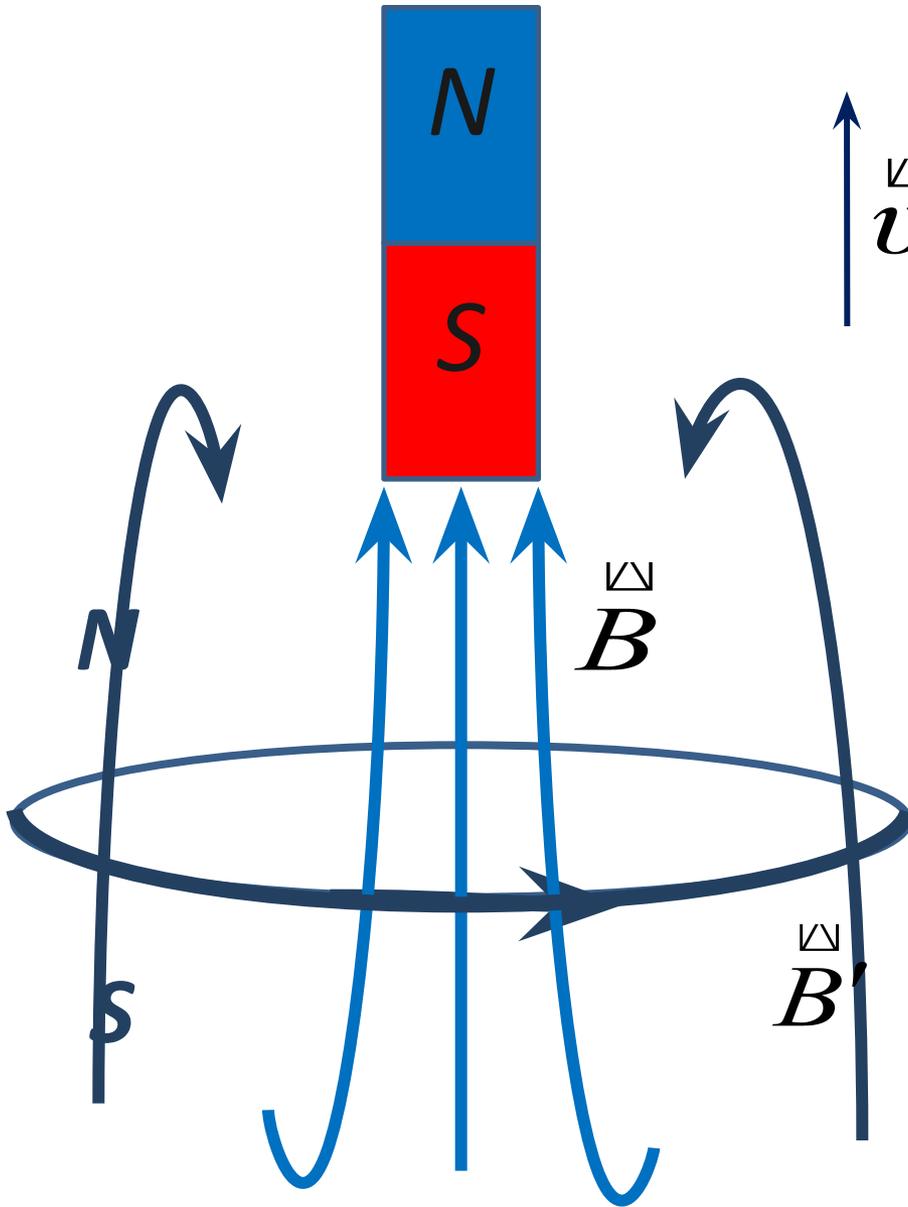






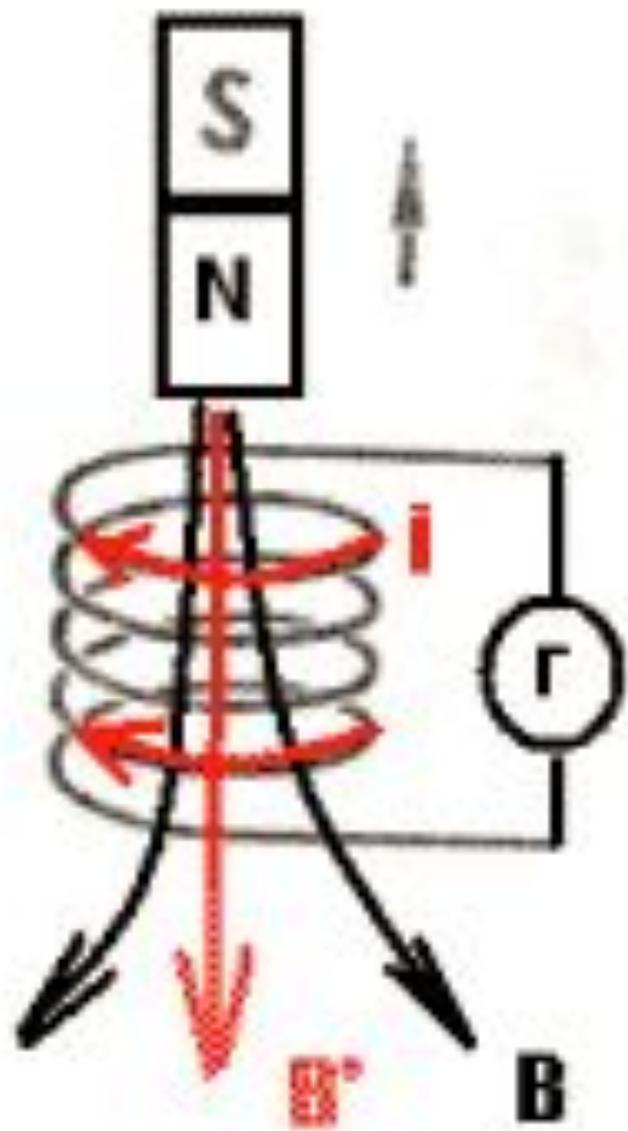
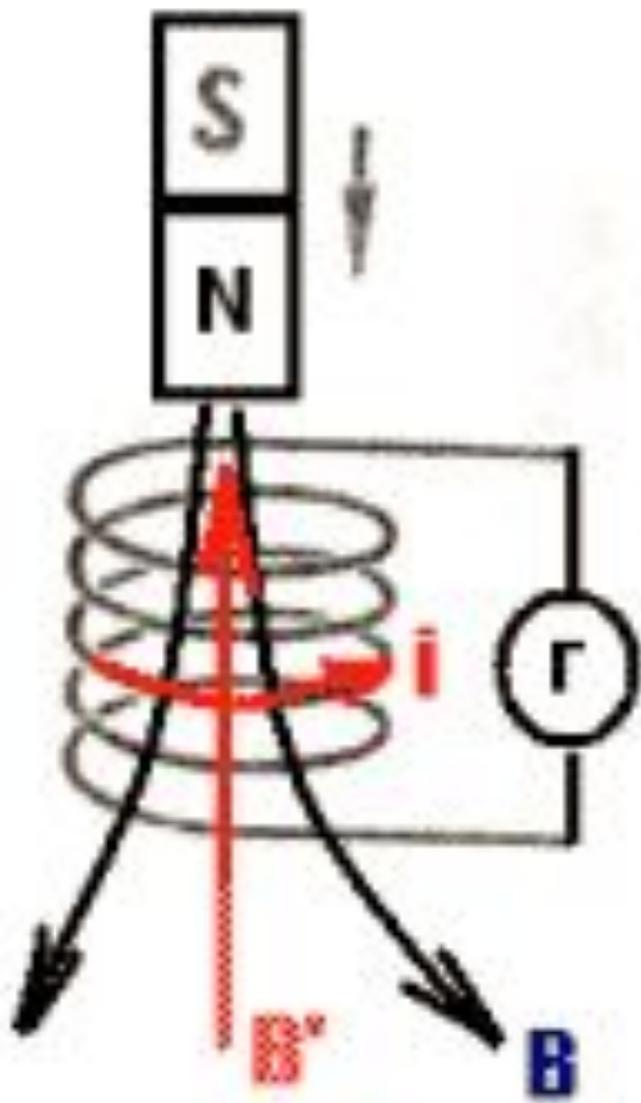
$$\Delta \vec{B} > 0$$

Отталкиваются



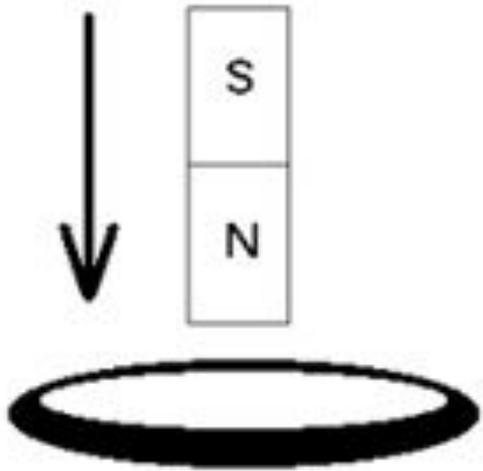
$$\Delta \vec{B} < 0$$

Притягиваются

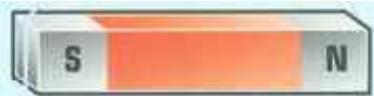
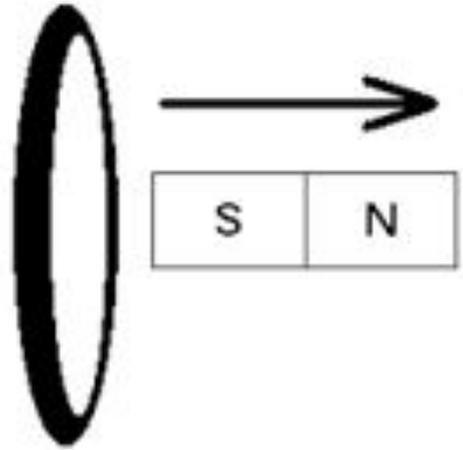


ОПРЕДЕЛИТЬ НАПРАВЛЕНИЕ ИНДУКЦИОННОГО ТОКА В ЗАМКНУТОМ КОНТУРЕ

1.



2.



Закономерности явления ЭМИ

Опытные факты

- $I_i \sim N$ витков в катушке

- $I_i \sim N$ ВНОСИМЫХ
(ВЫНОСИМЫХ)

магнитов
$$\Phi = BScos\alpha$$

- $I_i \sim$ скорости внесения
(вынесения) магнитов

Анализ формулы

- N витков в контуре
меняет его S

- N ВНОСИМЫХ
(ВЫНОСИМЫХ)
магнитов меняет
численное значение B

- Скорость внесения
(вынесения)
магнитов в контур

влияет на **быстроту**

изменения Φ

Сила индукционного тока

зависит от скорости изменения магнитного

потока

ПРИЧИНА

ВОЗНИКНОВЕНИЯ I_i

Изменение магнитного

потока \rightarrow

возникновение вихревого

электрического поля \rightarrow

возникновение ЭДС, \rightarrow

перемещение зарядов

(ИНДУКЦИОННЫЙ ТОК)

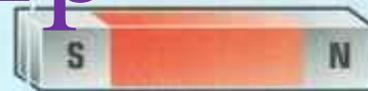
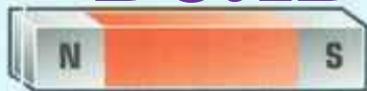
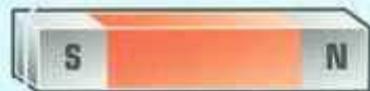


ЭДС ИНДУКЦИИ (\mathcal{E}_I)-ЭТО...

*Работа сил вихревого
электрического поля при
перемещении единичного
положительного заряда вдоль
замкнутого контура*

$[\mathcal{E}_i] = \text{ВОЛЬТ (В)},$

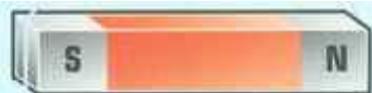
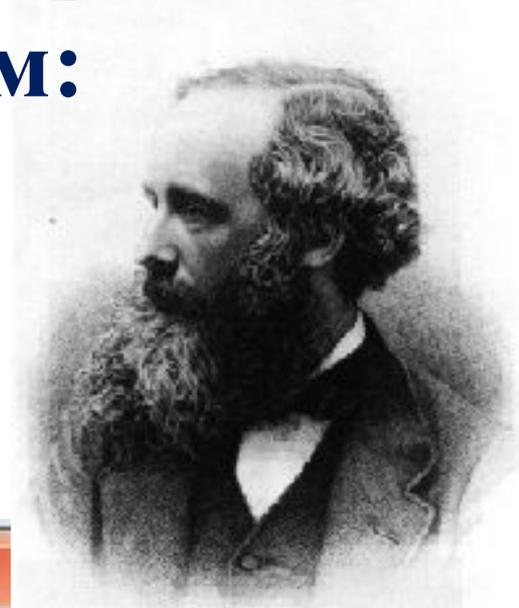
ВОЛЬТМЕТР



ЗАКОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ МАКСВЕЛЛ, 1855 Г.

ЭДС индукции в замкнутом контуре
равна по модулю скорости изменения
магнитного потока через поверхность,
ограниченную этим контуром:

$$\varepsilon = - \Delta \Phi / \Delta t$$



Закон электромагнитной ИНДУКЦИИ

– сила индукционного тока зависит от
скорости:

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{t} \cdot N$$

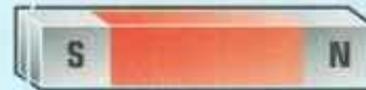
*...изменения магнитного
потока*

$$\mathcal{E}_i = -L \frac{\Delta I}{t}$$

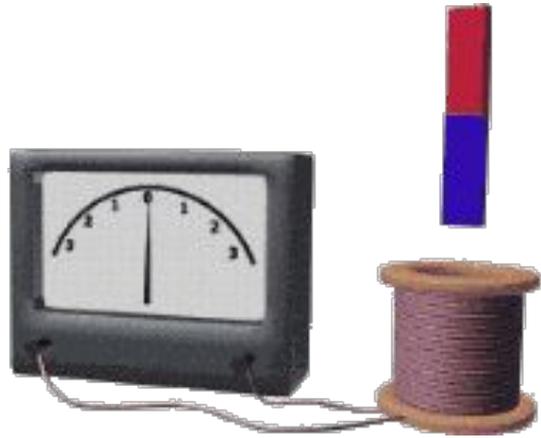
*...изменения
силы тока*

$$\mathcal{E}_i = Bv\ell \sin\beta$$

...движения проводника



Способы получения индукционного тока (магнитное поле создано постоянным магнитом)



$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\Phi = BS\cos\alpha$$

$$\Delta\Phi = \Delta BS\cos\alpha$$

Вносить и выносить магнит в контур

$$\Delta\Phi = B\Delta S\cos\alpha$$

Деформировать весь контур

$$S = NS_1$$

$$\Delta S = \Delta NS_1$$

Менять число витков в контуре

$$\Delta S = N\Delta S_1$$

Деформировать один виток контура

$$\Delta\Phi = BS\Delta(\cos\alpha)$$

Поворачивать магнит или контур относительно оси контура

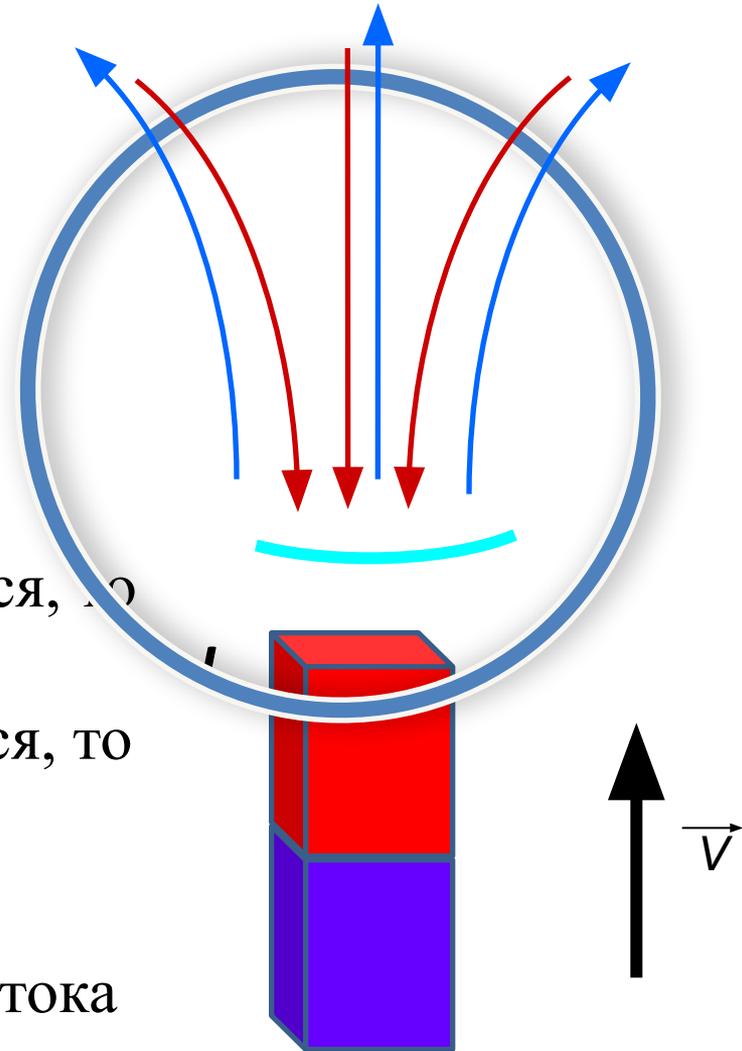
ПРИМЕР №1

Круговой проволочный виток площадью $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ находится в однородном магнитном поле, индукция которого изменяется на $0,1 \text{ Тл}$ за $0,4 \text{ с}$. Плоскость витка перпендикулярна линиям индукции. Чему равна ЭДС, возникающая в витке?



ПЛАН РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ на правило ЛЕНЦА

1. Определить направление вектора \mathbf{B} внешнего магнитного поля
2. Определить, как изменяется магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром
3. Определить направление вектора \mathbf{B}_i поля индукционного тока:
 - а) если магнитный поток уменьшается, то векторы сонаправлены
 - б) если магнитный поток увеличивается, то векторы противоположно направлены.
4. Пользуясь правилом буравчика, определить направление индукционного тока в контуре.

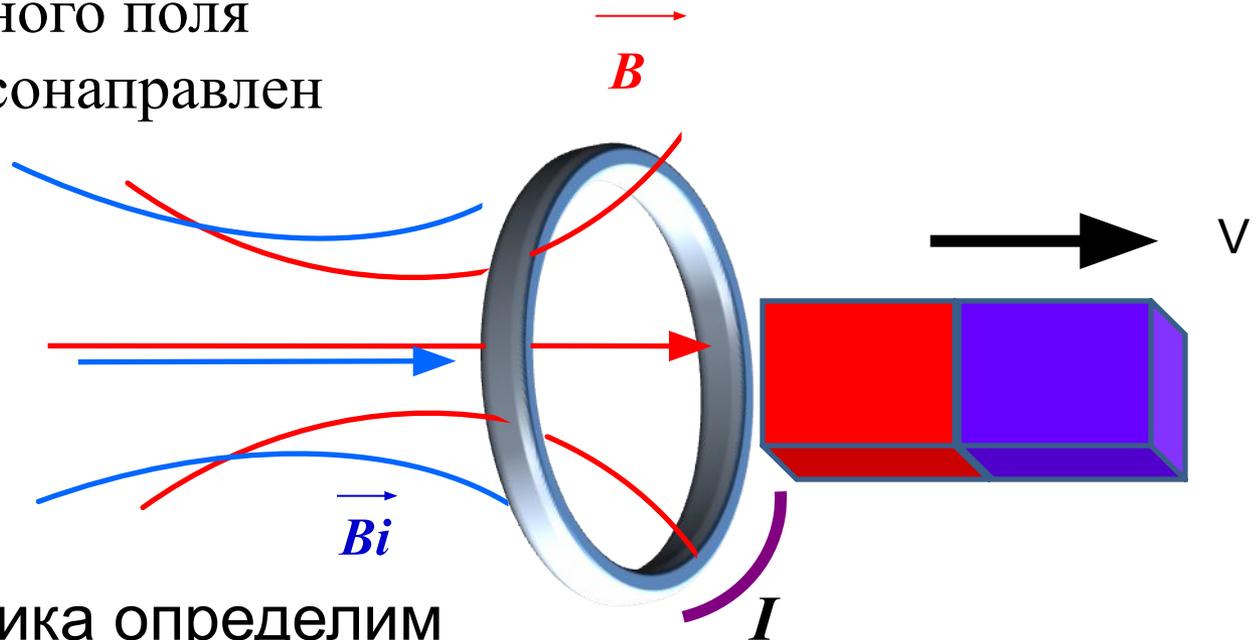


РЕШИМ ЗАДАЧУ

Определим направление вектора B внешнего поля (входит в южный полюс)

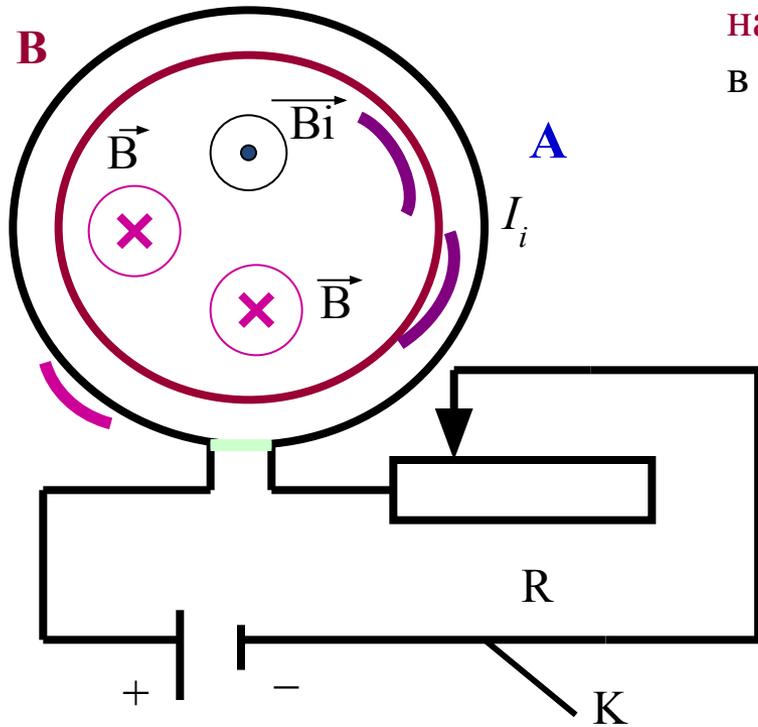
Магнит удаляется от кольца (т.е. магнитный поток уменьшается)

Значит вектор магнитного поля индукционного тока сонаправлен с вектором B



По правилу буравчика определим направление индукционного тока

Пользуясь правилом Ленца, определите направление индукционного тока в кольце В в следующих случаях:



1. При замыкании ключа в цепи кольца А
против часовой стрелки
2. При размыкании ключа в цепи кольца А
(выполнить дома)
3. При замкнутом ключе скользящий
контакт реостата передвигают вправо
по часовой стрелке
4. При замкнутом ключе скользящий контакт реостата передвигают влево
(выполнить дома)

Дома: п.10, задачи по рисунку.

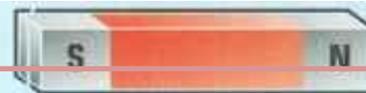
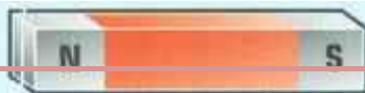
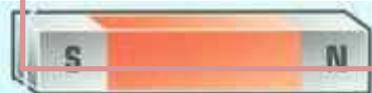
ТЕСТ

«Электромагнитная ИНДУКЦИЯ»



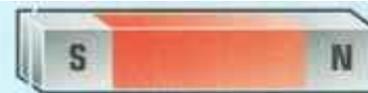
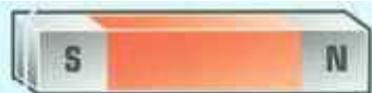
1. Один раз полосовой магнит падает сквозь неподвижное металлическое кольцо южным полюсом вниз, а второй раз – северным полюсом вниз. Ток в кольце

- а) возникает в обоих случаях
- б) не возникает ни в одном из случаев
- в) возникает только в первом случае
- г) возникает только во втором случае



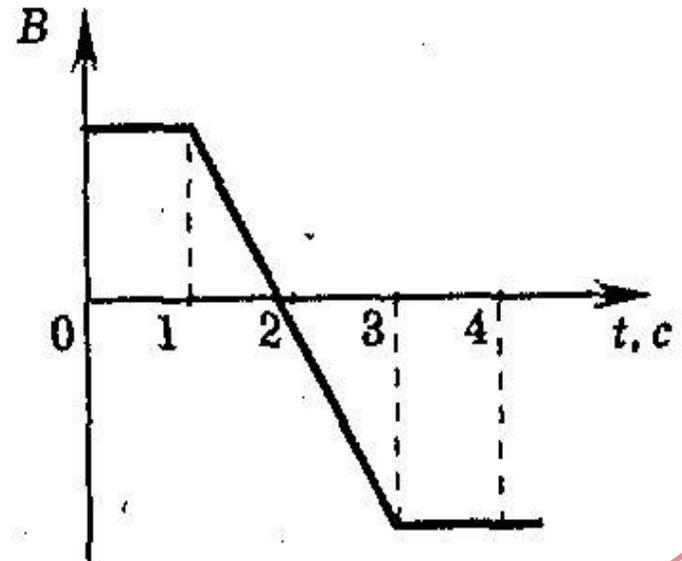
2. Какой процесс объясняется явлением электромагнитной индукции?

- а) отклонение магнитной стрелки вблизи проводника с током
- б) взаимодействие двух проводников с током
- в) появление тока в замкнутой катушке при опускании в нее постоянного магнита
- г) возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле



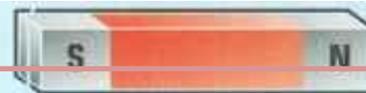
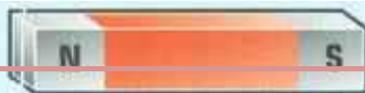
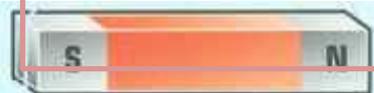
3. Виток провода, подключенный к гальванометру, находится в магнитном поле. Магнитная индукция поля меняется с течением времени согласно графику. В какой промежуток времени гальванометр покажет наличие тока в витке?

- а) от 0 до 1 с
- б) от 1с до 3 с
- в) от 3с до 4 с
- г) от 0 до 4 с



4. Как математически записывается закон электромагнитной индукции?

- а) $\varepsilon = - \frac{\Phi}{t}$
- б) $\varepsilon = \frac{\Phi}{t}$
- в) $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
- г) $\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

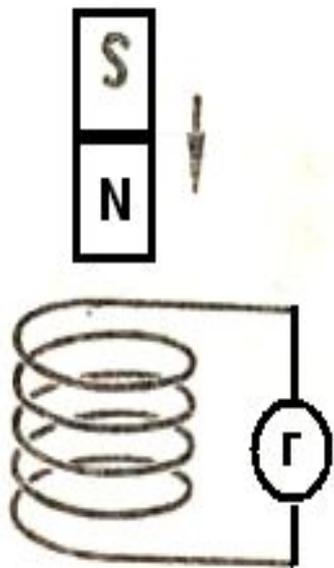


5. От чего зависит направление индукционного тока в катушке?

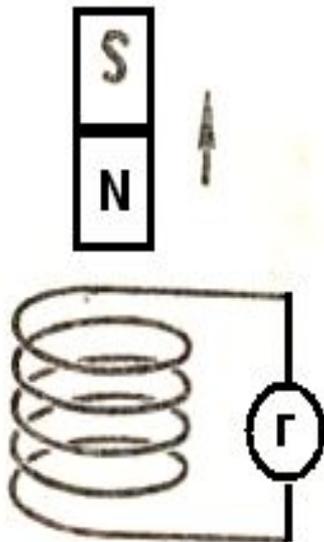
- а) от скорости движения магнита
- б) от количества витков в катушке



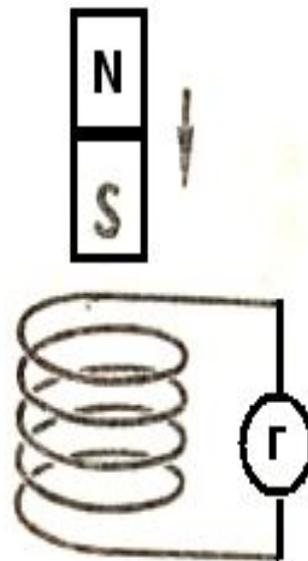
6. ПРИМЕНИМ ПРАВИЛО ЛЕНЦА ДЛЯ СЛЕДУЮЩИХ СЛУЧАЕВ:



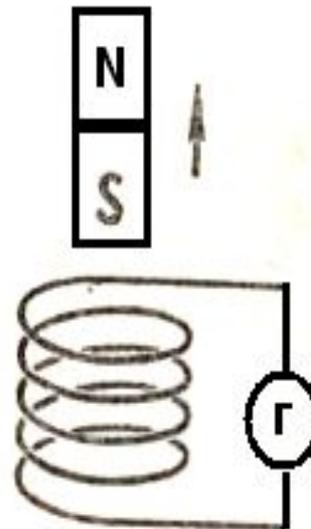
1



2



3



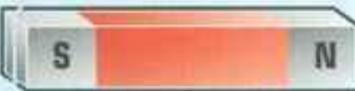
4



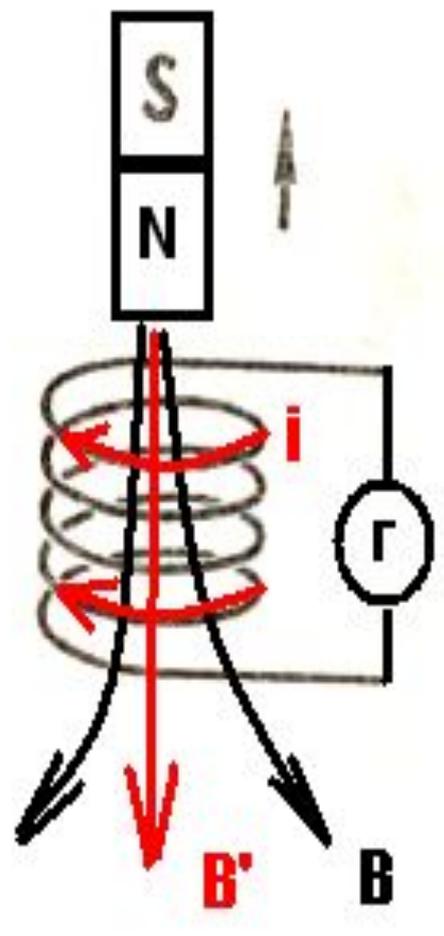
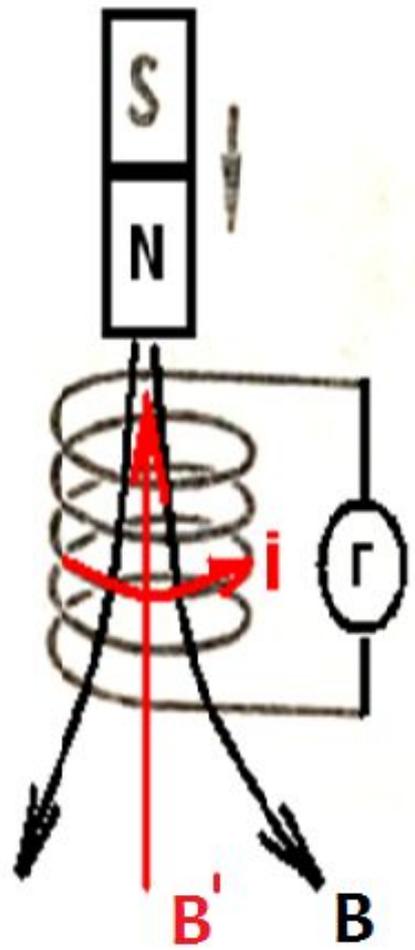
[Ответ 1 и 2](#)



[Ответ 3 и 4](#)

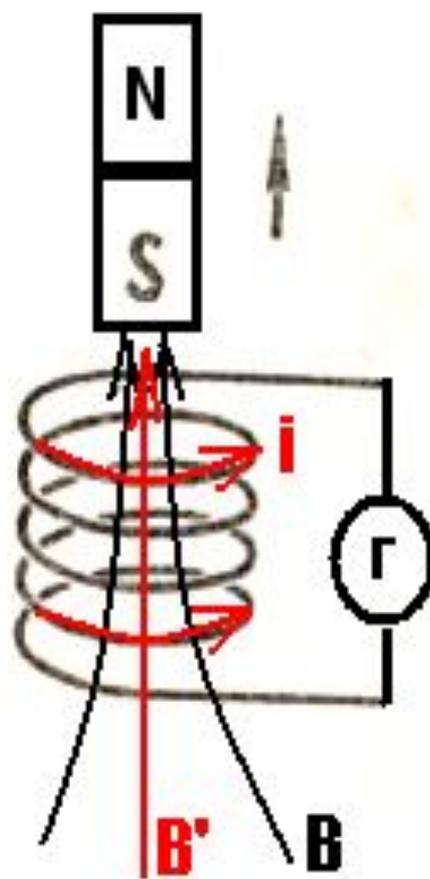
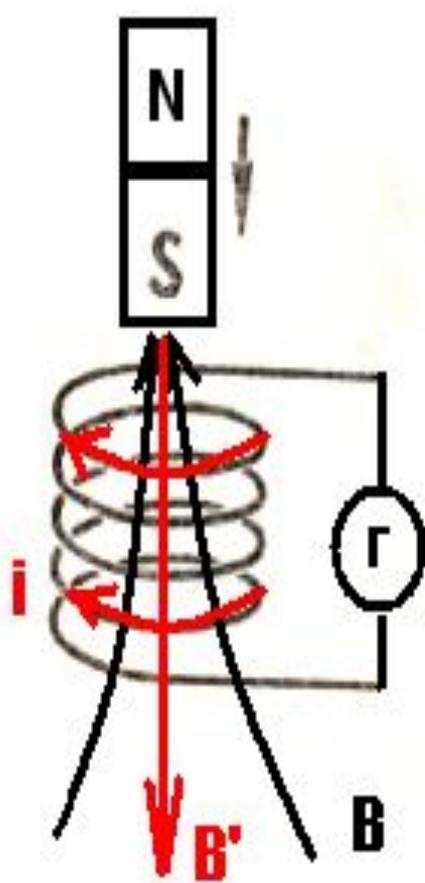


ОТВЕТ 1 И 2

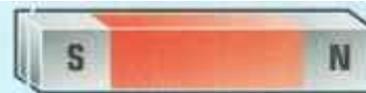


[назад](#)

ОТВЕТ 3 И 4



[назад](#)



Применение электромагнитной индукции

Видеомагнитофон.



Детектор
полицейского.

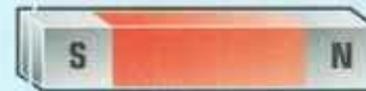
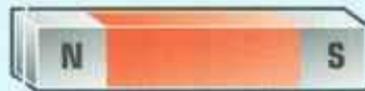
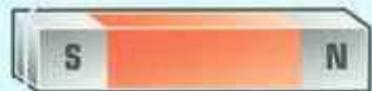
Жесткий диск
компьютера.

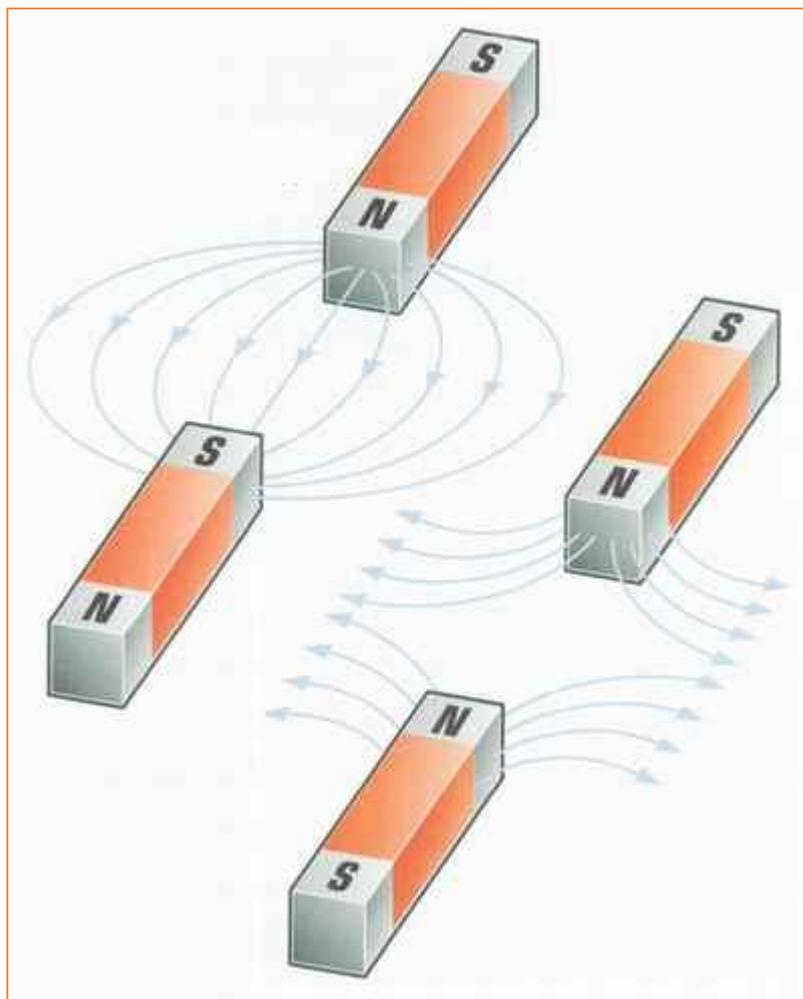


Поезд на магнитной
подушке



Детектор металла в
аэропортах





Частные случаи ЭМИ

Д/З §§9, 11, с/р №9
(с/у №1, д/у №1)

ЭДС индукции

в движущихся проводниках

Механизм явления: пересечение движущимся проводником магнитных линий \square возникновение силы Лоренца \square перемещение зарядов \square возникновение ЭДС



СИЛА ЛОРЕНЦА

$$F_L = |q|vB \sin\alpha$$

F_L – модуль силы Лоренца

$|q|$ – модуль заряда частицы

v – скорость частицы

B – магнитная индукция поля

α – угол между вектором магнитной индукции
и вектором скорости заряженной частицы

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

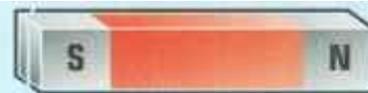
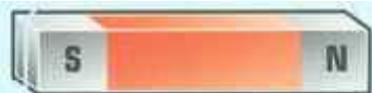
$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

ЭДС индукции

В движущихся проводниках

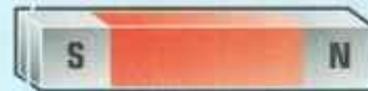
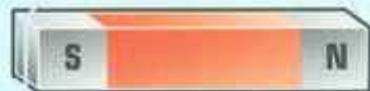
$$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Blv \sin \alpha$$



НАПРАВЛЕНИЕ ИНДУКЦИОННОГО ТОКА В ДВИЖУЩЕМСЯ ПРОВОДНИКЕ

ПРАВИЛО правой руки

Если правой руку расположить так, чтобы линии магнитной индукции (B) входили в ладонь, а отогнутый большой палец показывал направление движения проводника, то четыре вытянутых пальца укажут направление индукционного тока в проводнике.



2) Явление самоиндукции

Самоиндукция - явление возникновения ЭДС индукции в электрической цепи в результате изменения силы тока.



Самоиндукция

Явление

открыто в

1832 г.

американским

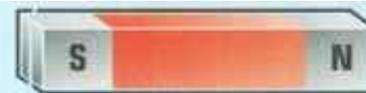
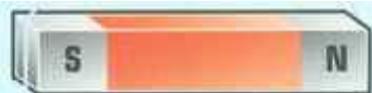
физиком

Д. Генри

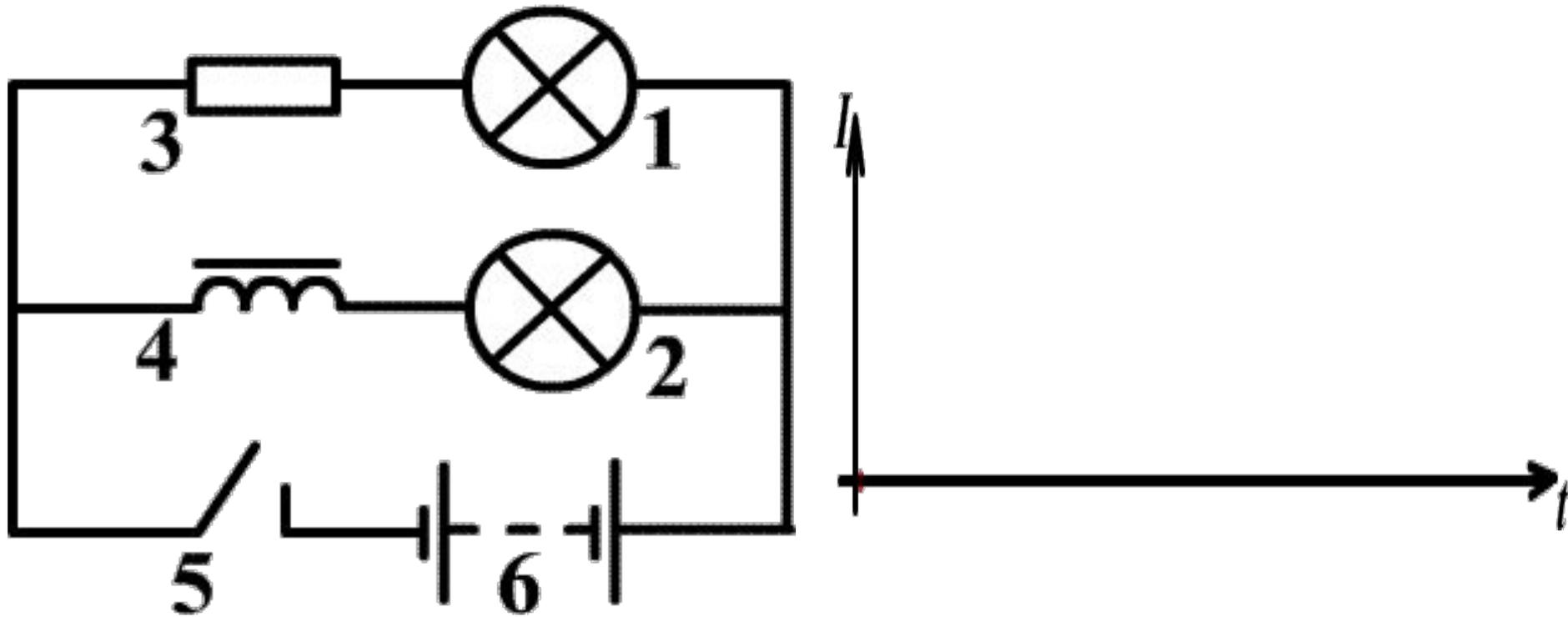


(1797 – 1878)

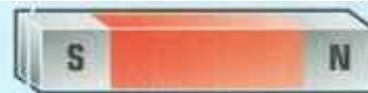
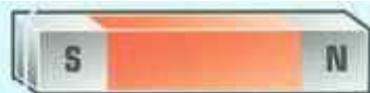
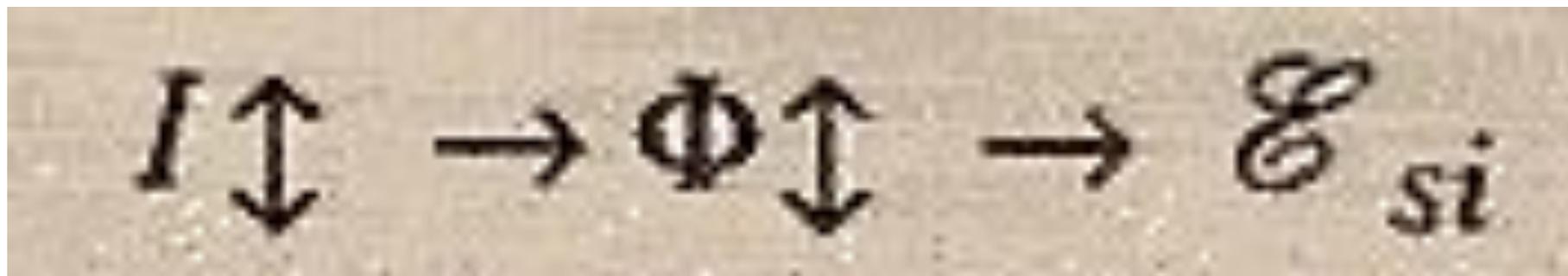
УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯВЛЕНИЯ САМОИНДУКЦИИ



Опыт

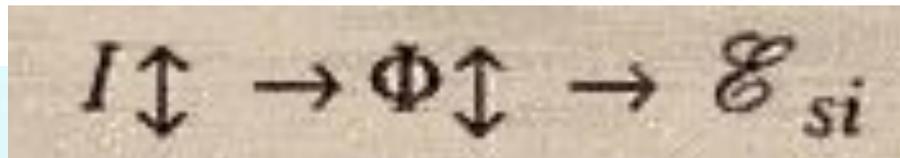
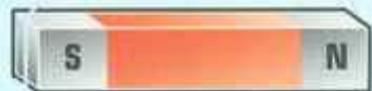


МЕХАНИЗМ САМОИНДУКЦИИ



Механизм самоиндукции

Изменяется сила тока в
проводнике \square изменяется
магнитный поток \square происходит
возникновение вихревого
электрического поля \rightarrow который
порождает ЭДС_{*i*} \rightarrow в результате
происходит перемещение зарядов
(индукционный ток)



МАГНИТНЫЙ ПОТОК САМОИНДУКЦИИ КОНТУРА

$$\Phi \sim B \sim I$$

$$\Phi = L \cdot I$$

*где L – индуктивность контура или
коэффициент самоиндукции*

*(L зависит от размеров и формы проводника, от
магнитных свойств среды)*

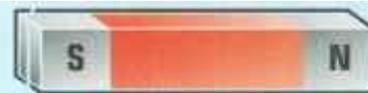
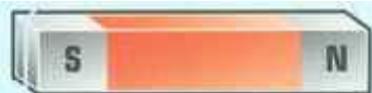


ЭДС САМОИНДУКЦИИ

$$\mathcal{E}_{si} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\Phi = L \cdot I$$

$$\mathcal{E}_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

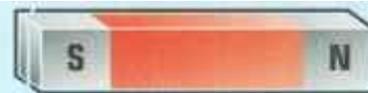
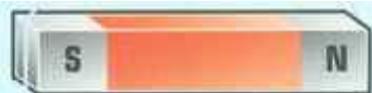


ИНДУКТИВНОСТЬ

Индуктивность – это физическая величина, характеризующая способность проводника в **с током** создавать магнитное поле

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

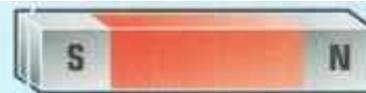
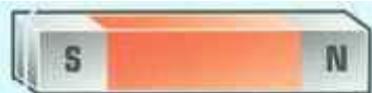
Единица измерения: $[L] = 1 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{А}} = 1 \text{ Гн}$



ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ИНДУКТИВНОСТИ:

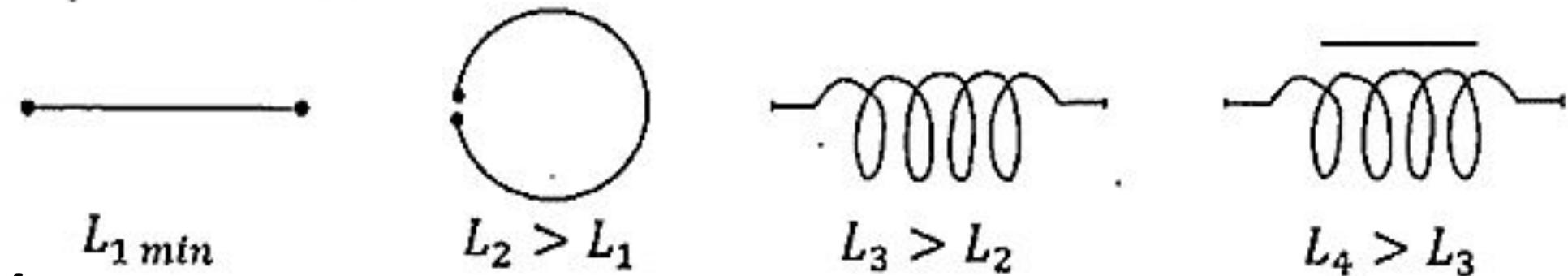
Индуктивность проводника равна 1 Гн, если в нем при равномерном изменении силы тока на 1 А за 1 с возникает ЭДС самоиндукции 1 В:

$$[L] = 1 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{А}} = 1 \text{ Гн}$$

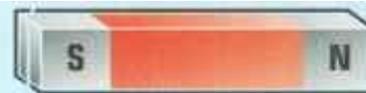
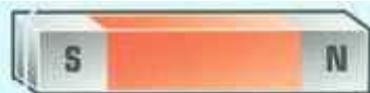


Характеристики индуктивности

1. Все проводники в переменном электромагнитном поле обладают индуктивностью.
2. Чем больше L проводника, тем медленнее происходит изменение силы тока в проводнике
3. Индуктивность проводника зависит от его формы и конструкции:

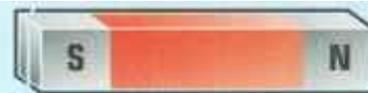
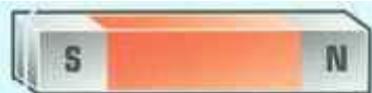


4. у соленоида индуктивность зависит от числа витков, чем больше n , тем больше L .



ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

$$W_M = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi^2}{2L} = \frac{\Phi I}{2}$$

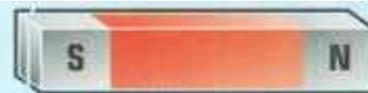
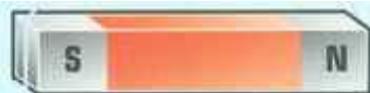


ПРИМЕНЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ САМОИНДУКЦИИ

1. Работа ламп дневного света
2. Электрические колебания в колебательном контуре

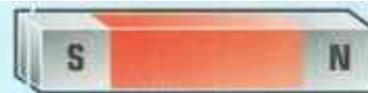
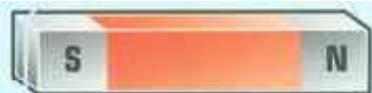
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

1. Найти ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 25 см, перемещающемся в однородном магнитном поле индукцией 8 мТл со скоростью 5 м/с под углом 30° к вектору магнитной индукции.



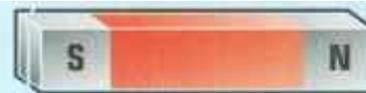
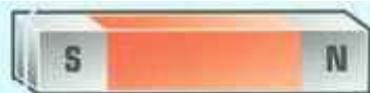
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

2. С какой скоростью надо перемещать проводник, длина активной части которого 1 м, под углом 60° к линиям индукции магнитного поля, чтобы в проводнике возбуждалась ЭДС индукции 1 В? Индукция магнитного поля равна 0,2 Тл.



ЗАДАЧА №3

- Какова индуктивность
проволочной рамки, если при
силе тока 3 А в рамке возникает
магнитный поток, равный 6 Вб?



ЗАДАЧА №4

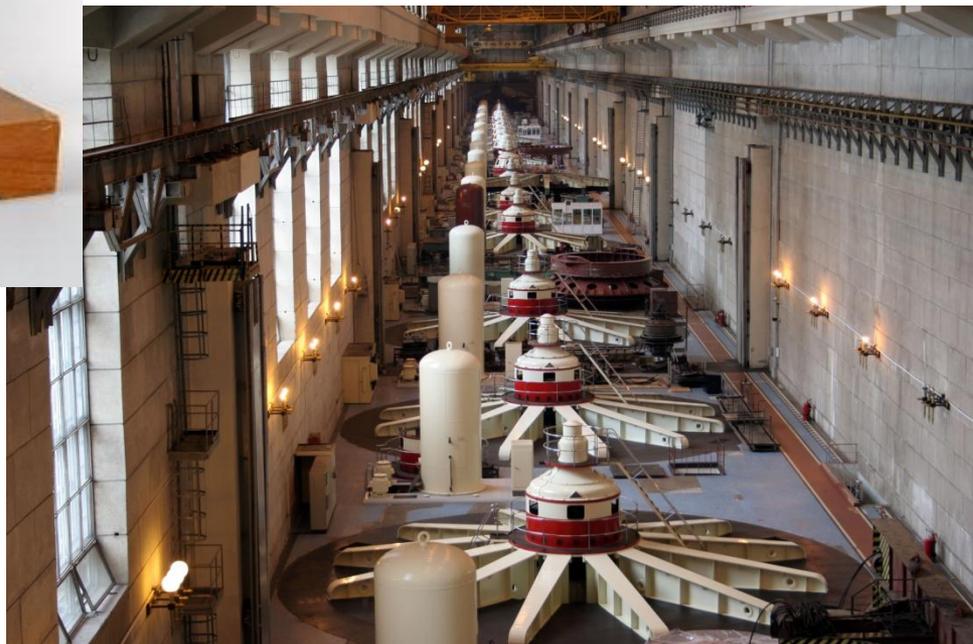
На два одинаковых сердечника намотаны катушки: в первой катушке 100 витков; во второй – 200. Сравните индуктивность L_1 и L_2 .



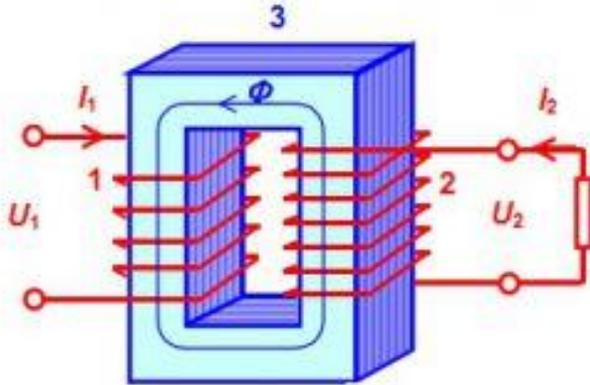
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ



Электрогенераторы



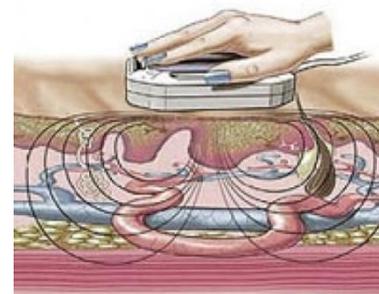
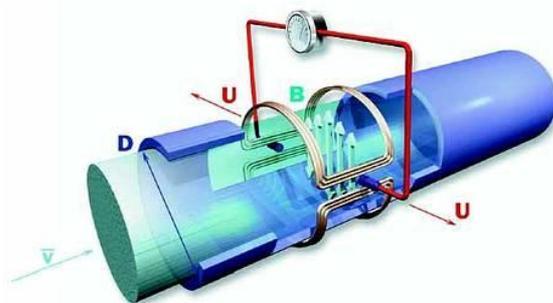
Трансформаторы



Металлоискатели



Другие применения



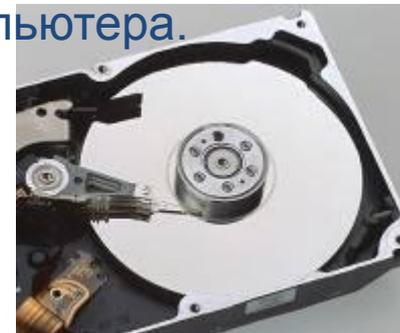
Электромагнитная индукция в современном мире

Видеомагнитофон.



Детектор полицейского.

Жесткий диск компьютера.

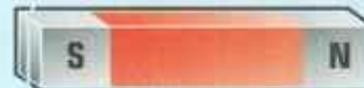


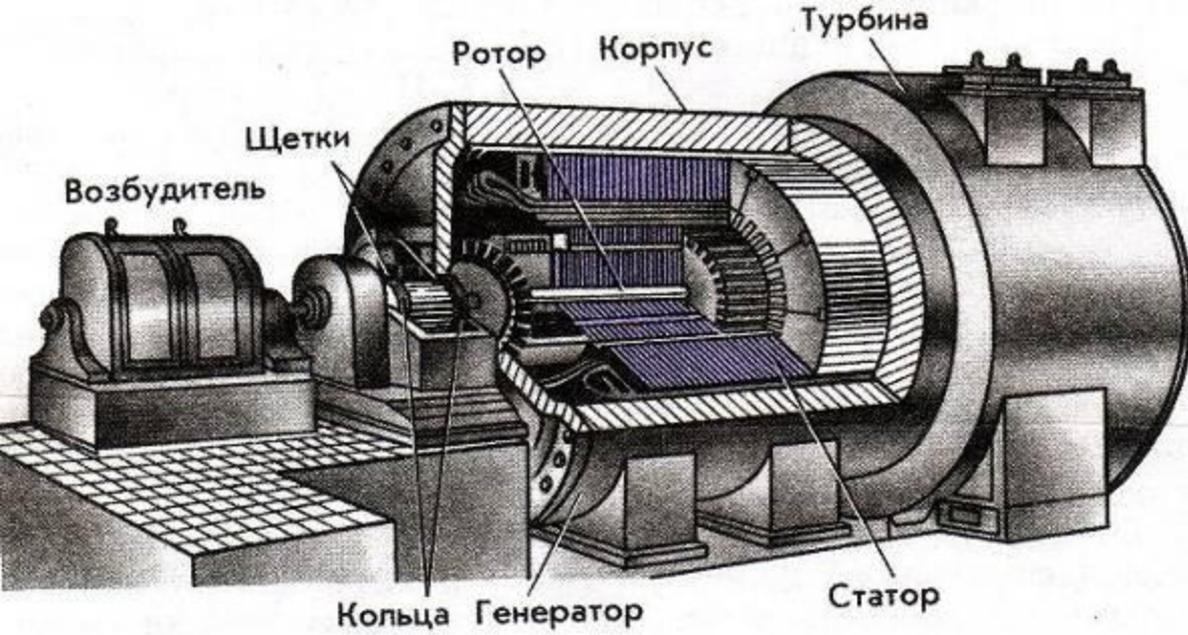
Поезд на магнитной подушке



Маглев

Детектор металла в аэропортах







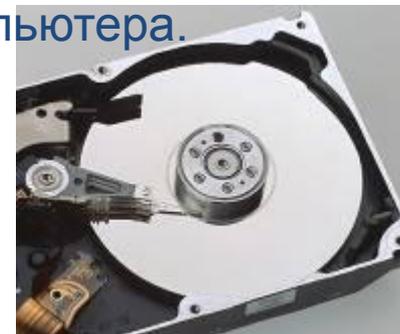
Электромагнитная индукция в современном мире

Видеомагнитофон.



Детектор полицейского.

Жесткий диск компьютера.

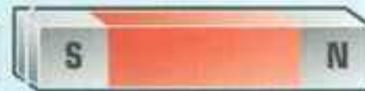
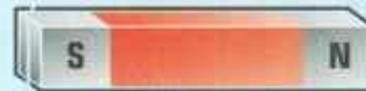


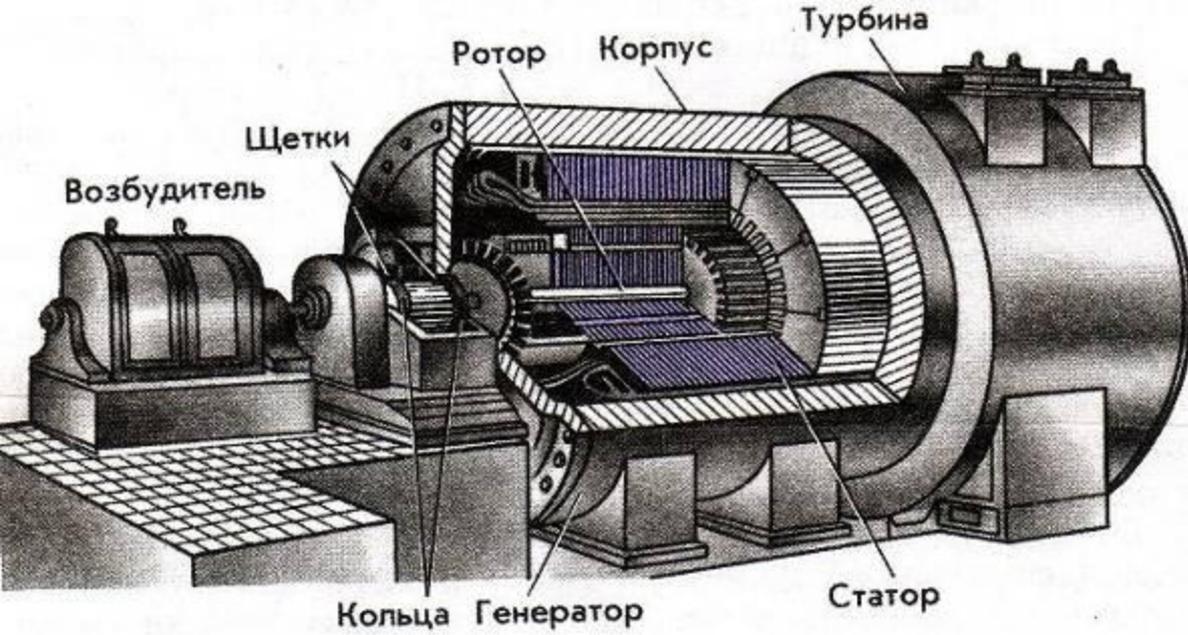
Поезд на магнитной подушке

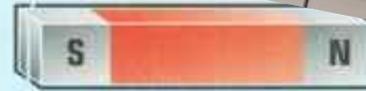


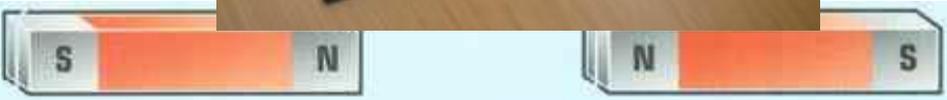
Маглев

Детектор металла в аэропортах









Вариант 1

1. Прямолинейный проводник движется со скоростью 25 м/с в поле с индукцией 0,0038 Тл перпендикулярно силовым линиям. Чему равна длина проводника, если на его концах имеется напряжение 0,028 В?
2. Виток площадью 100 см² находится в магнитном поле с индукцией 1 Тл. Плоскость витка перпендикулярна линиям поля. Определите среднее значение ЭДС индукции при выключении поля за 0,01с

Вариант 2

1. Прямолинейный проводник длиной 120 см движется в однородном магнитном поле под углом 90° к силовым линиям со скоростью 15 м/с. Определите индукцию поля, если в проводнике создается ЭДС индукции 0,12 В.
2. Найдите индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на 2 А в течение 0,25 с возбуждает ЭДС самоиндукции 20 мВ.

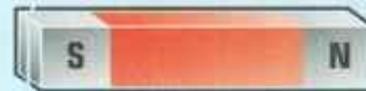
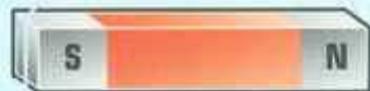
Вариант 3

1. Самолет летит горизонтально со скоростью 900 км/ч. Найдите разность потенциалов, возникающую между концами крыльев самолета, если вертикальная составляющая земного магнитного поля равна 50 мкТл и размах крыльев 12 м.
2. Сколько витков должна иметь катушка, чтобы при изменении магнитного потока внутри нее от 0,024 Вб до 0,056 Вб за промежуток времени 0,32с в катушке возникла средняя ЭДС индукции 10 В?

	I вариант	II вариант	III вариант
1	0,029 м	6,67 мТл	0,15 В
2	1 В	2,5 мГн	100



**Спасибо
за работу и внимание!**



МОДУЛЬ ВЕКТОРА МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

$$B = \frac{F_{max}}{I \Delta l}$$

- B – модуль вектора магнитной индукции поля
 F_{max} – максимальная сила, действующая
на отрезок проводника со стороны поля
 I – сила тока в проводнике
 Δl – длина прямолинейного отрезка

$$F_A = BI \Delta l \sin \alpha$$

F_A – модуль силы Ампера

B – магнитная индукция поля

I – сила тока в проводнике

Δl – длина прямолинейного отрезка проводника

α – угол между вектором магнитной индукции и направлением тока в проводнике

СИЛА ЛОРЕНЦА

$$F_L = |q| v B \sin \alpha$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

F_L – модуль силы Лоренца

$|q|$ – модуль заряда частицы

v – скорость частицы

B – магнитная индукция поля

α – угол между вектором магнитной индукции и вектором скорости заряженной частицы

$$R = \frac{m v}{B q}$$

$$T = \frac{2 \pi R}{v}$$

$$T = \frac{2 \pi m}{B q}$$