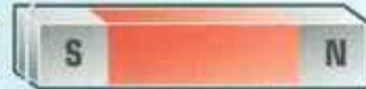
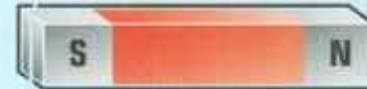




# Явление электромагнитной индукции

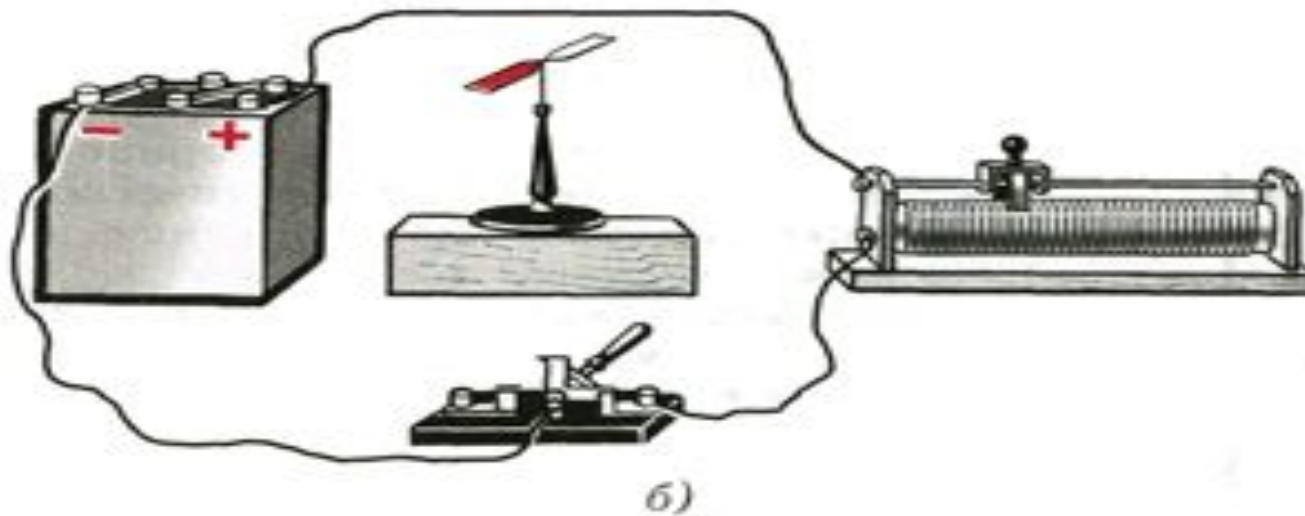
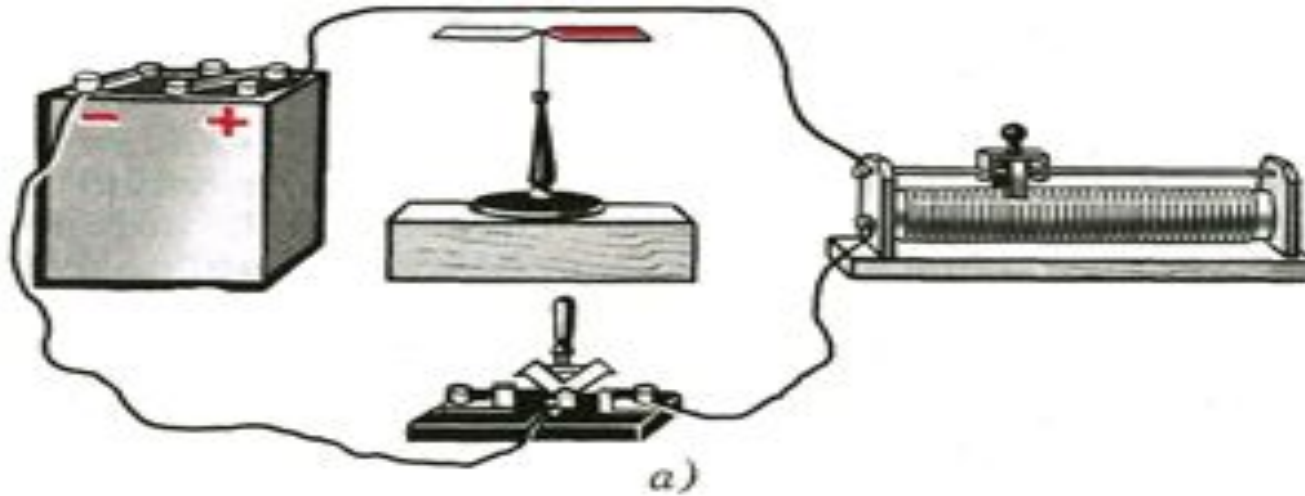


# Ханс Кристиан Эрстед



**14.08.1777**  
**-09.03.1851**

# Опыт Эрстеда

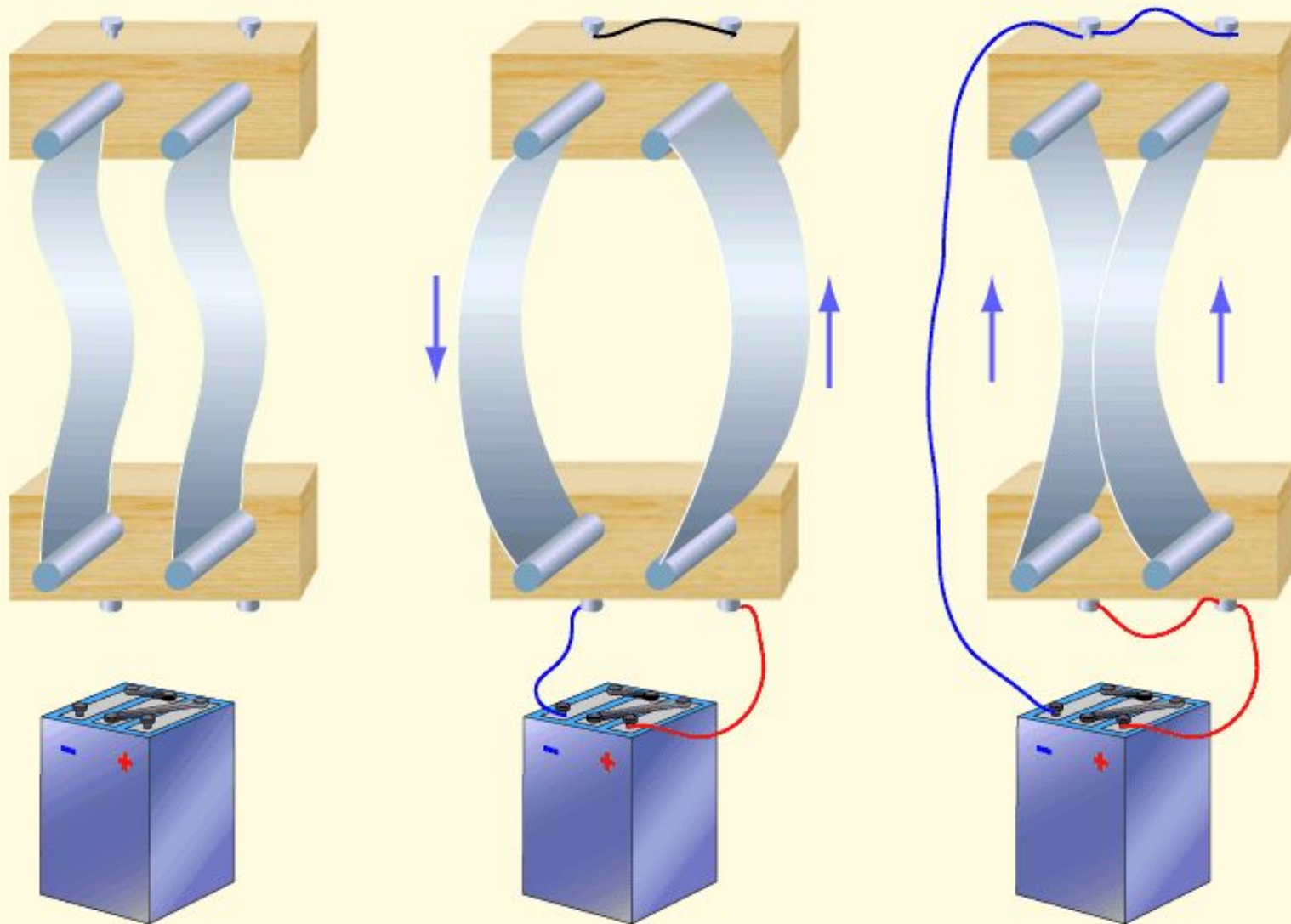


**МАГНИТНАЯ  
стрелка и  
проводник.**

# *A. Ампер*



# Опыт А. Ампера 1820 г.:



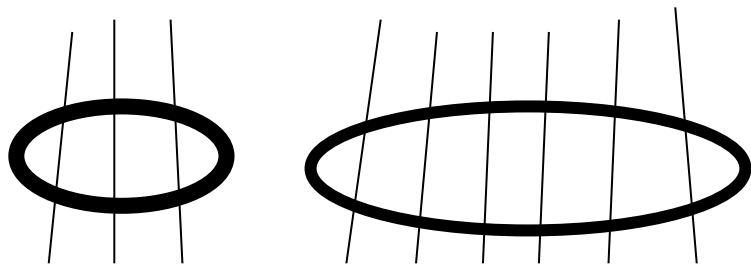
**Магнитное поле – это особая  
форма материи, посредством  
которого осуществляется  
взаимодействие между  
движущимися электрически  
заряженными частицами**

# Характеристики магнитного поля

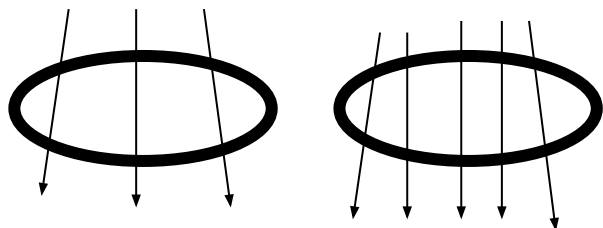
$$\mathbf{B} = \frac{\mathbf{F}}{I \cdot l}$$

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

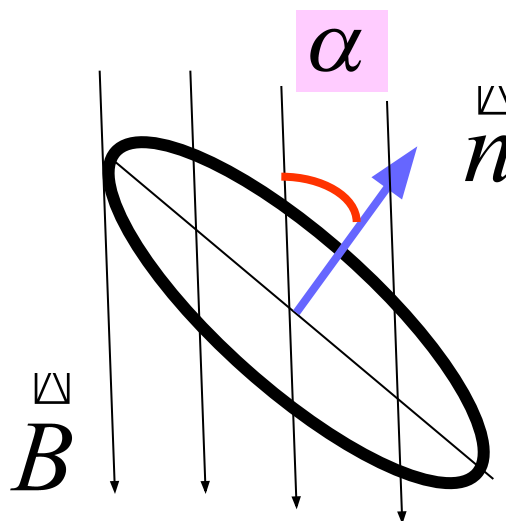
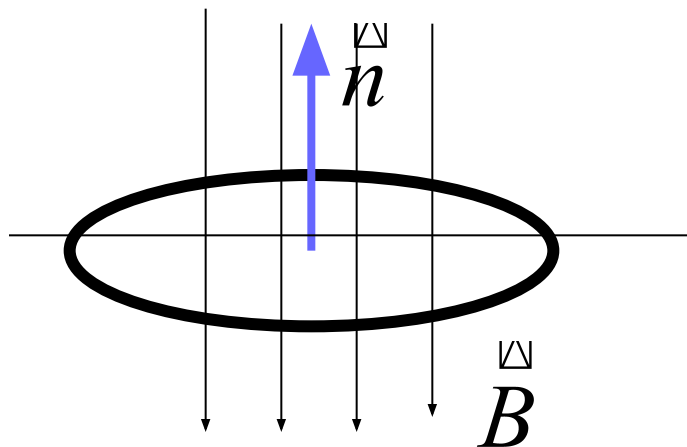
# Можно ли изменить магнитный поток через площадь, ограниченную замкнутым контуром?



$$\Phi \sim S$$



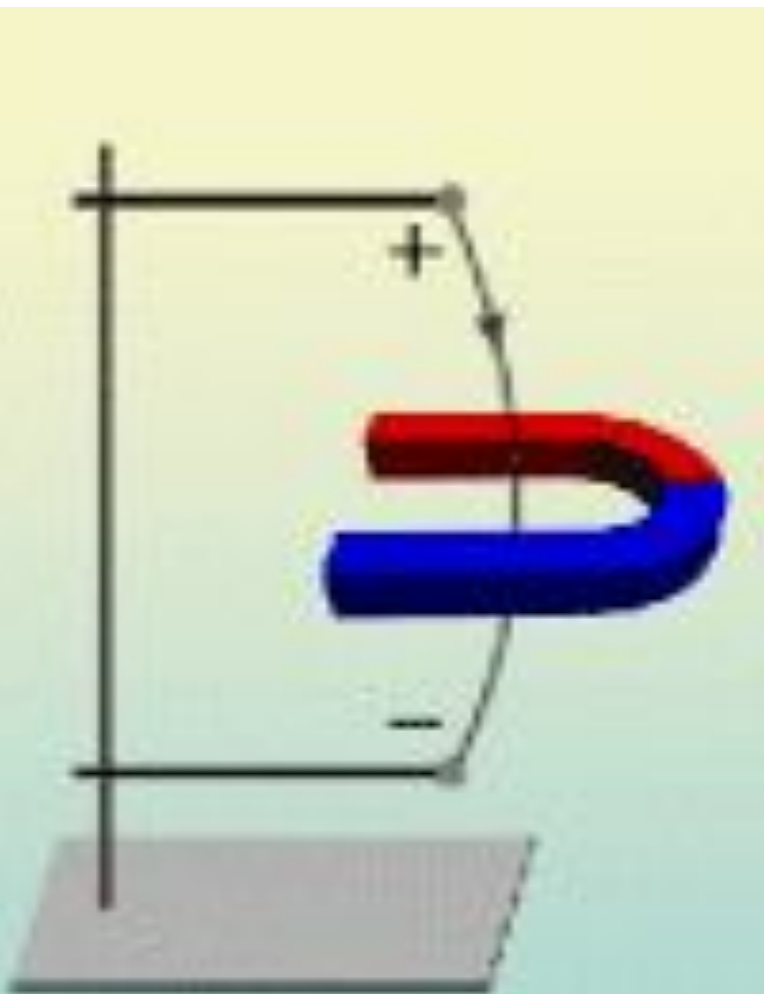
$$\Phi \sim B$$



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



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



**на проводник действует  
сила Ампера**

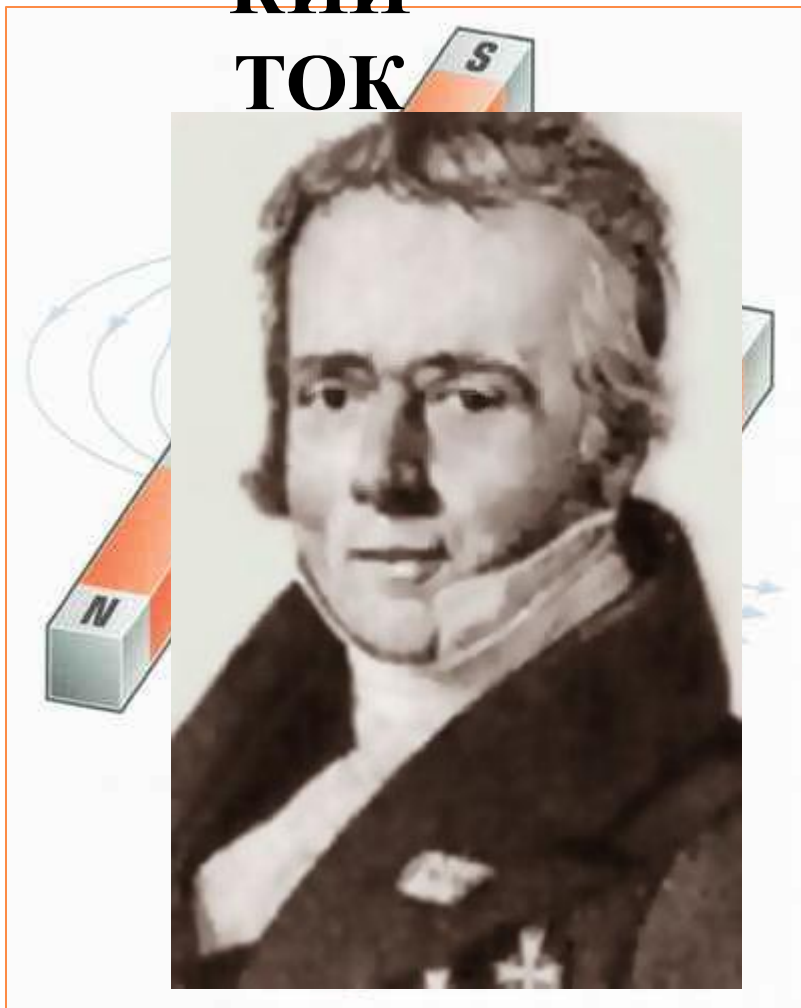


**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ  
ТОК**

**порождает**  
→  
←

**МАГНИТНОЕ  
ПОЛЕ**

Галилео



**Опыт Эрстеда,  
1820 год**

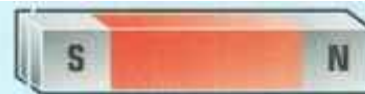
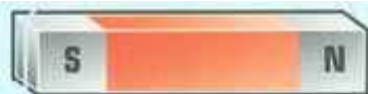
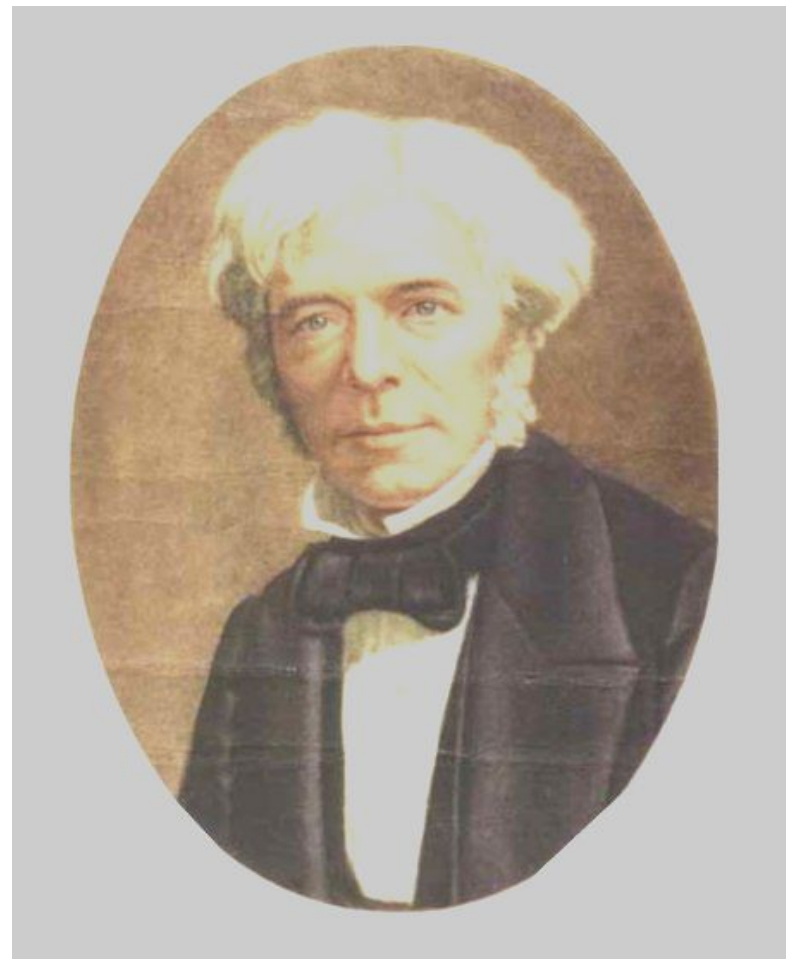


**Опыты  
Фарадея,  
1831**

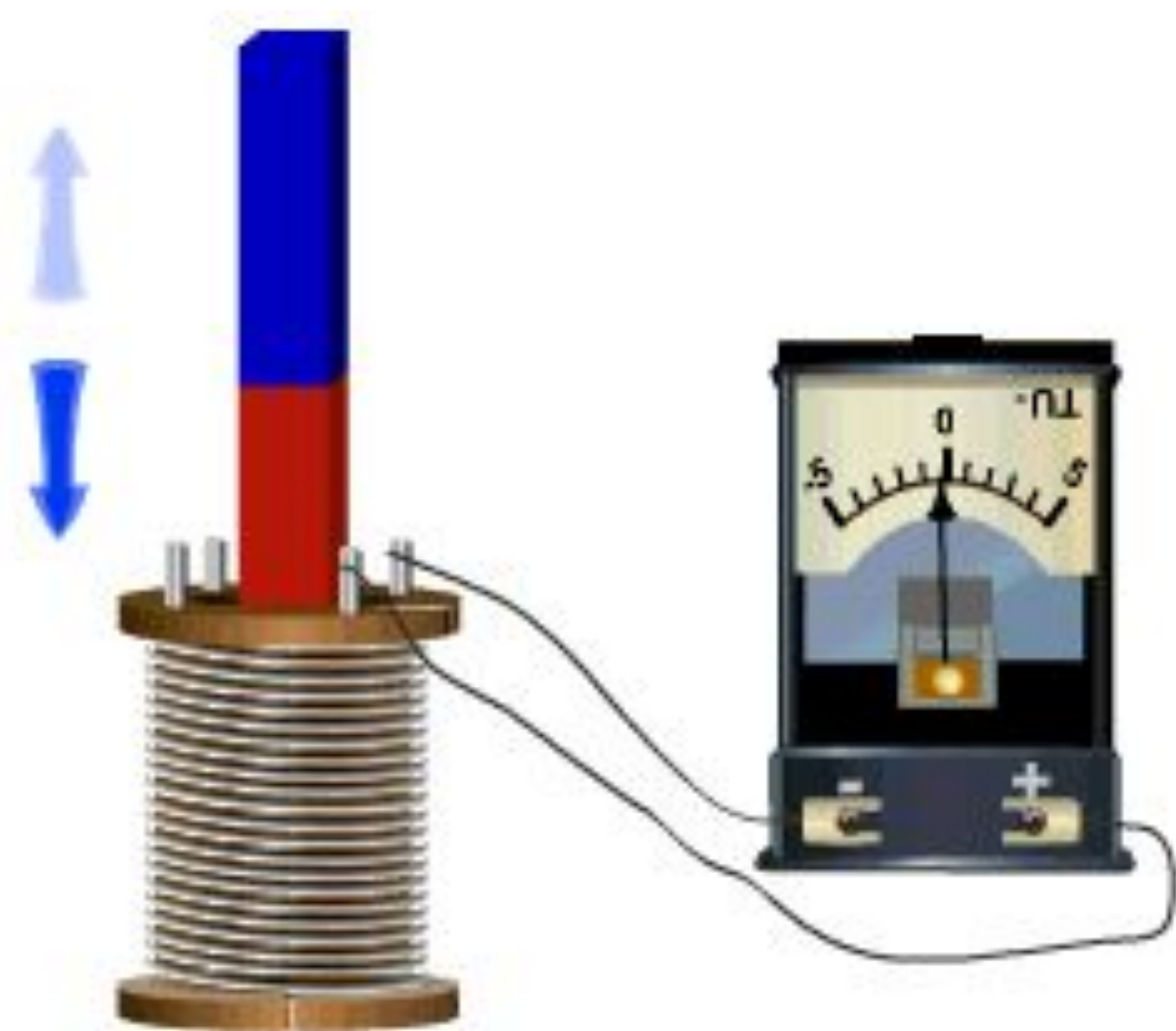
# ОТКРЫТИЕ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

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

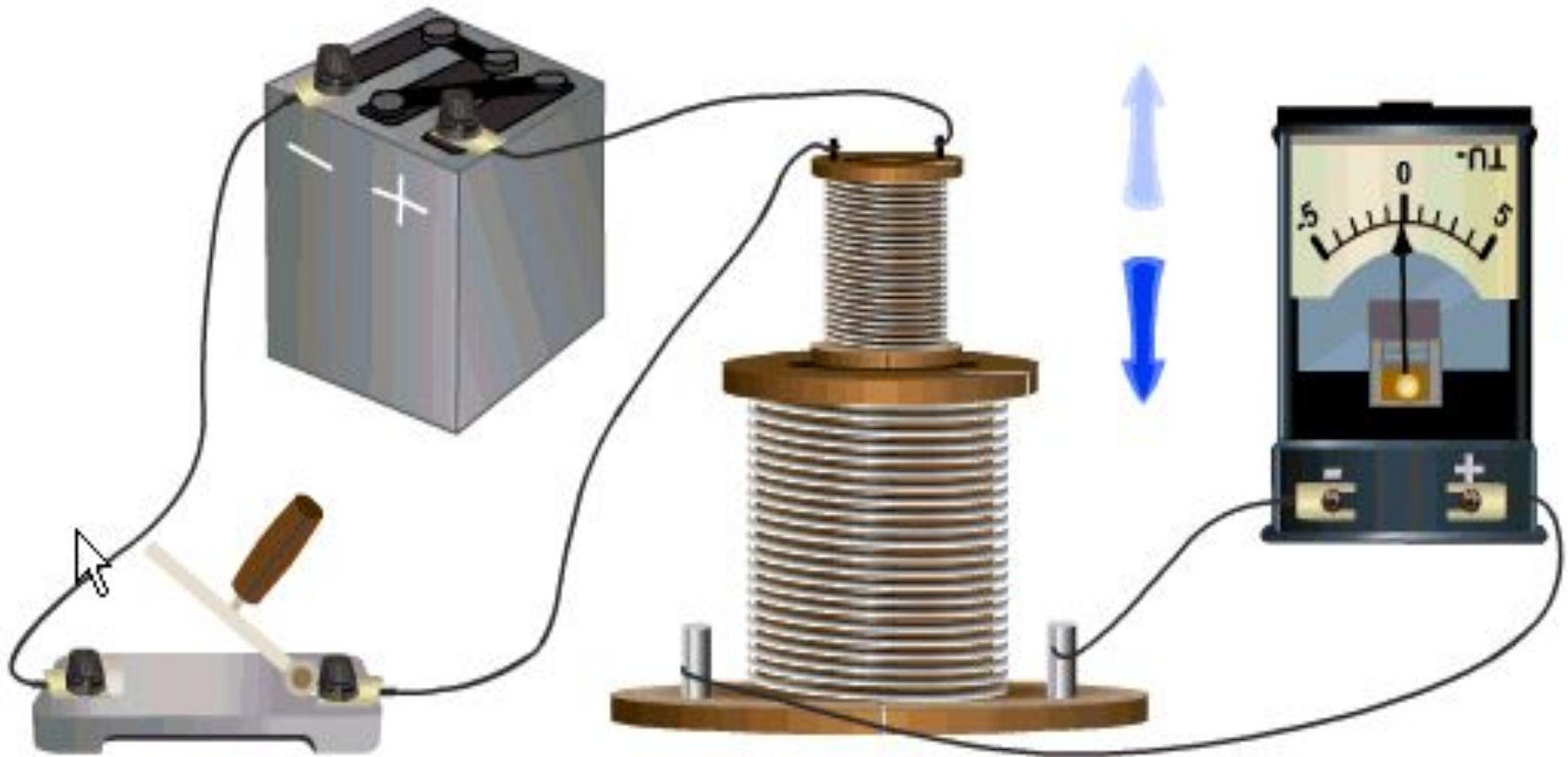
*induction* — возникновение



# ОПЫТЫ ФАРАДЕЯ



# ОПЫТЫ ФАРАДЕЯ

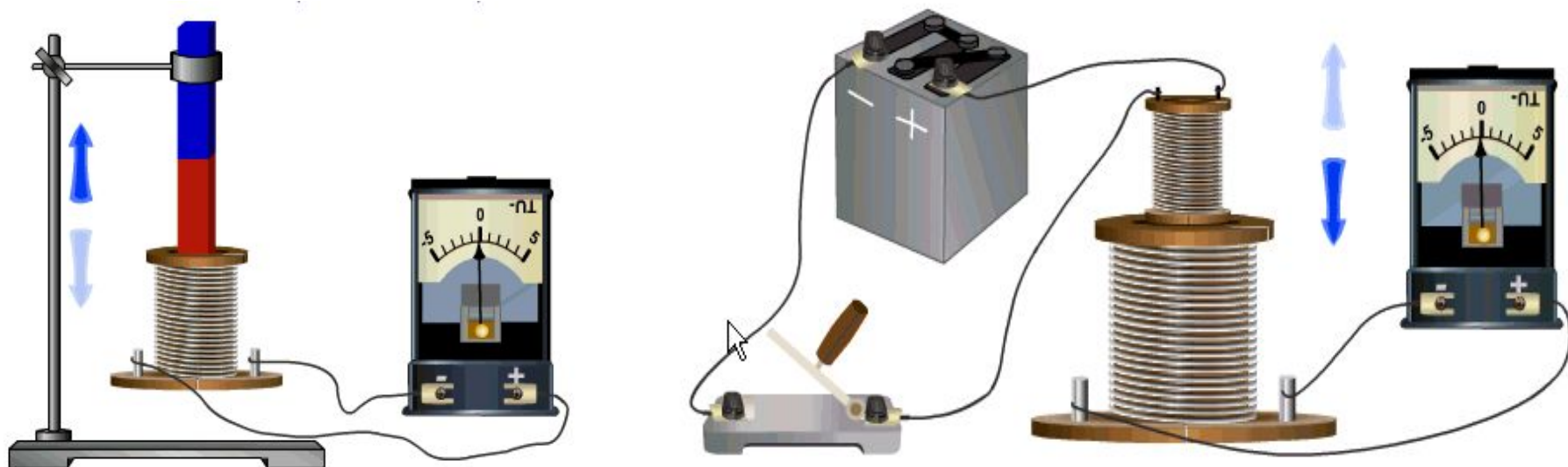


## Опыты Фарадея:

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<sub>i</sub>  $\rightarrow$

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

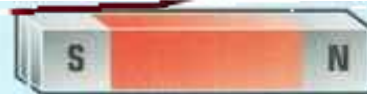
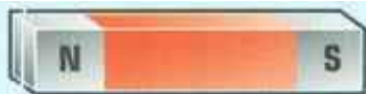
N

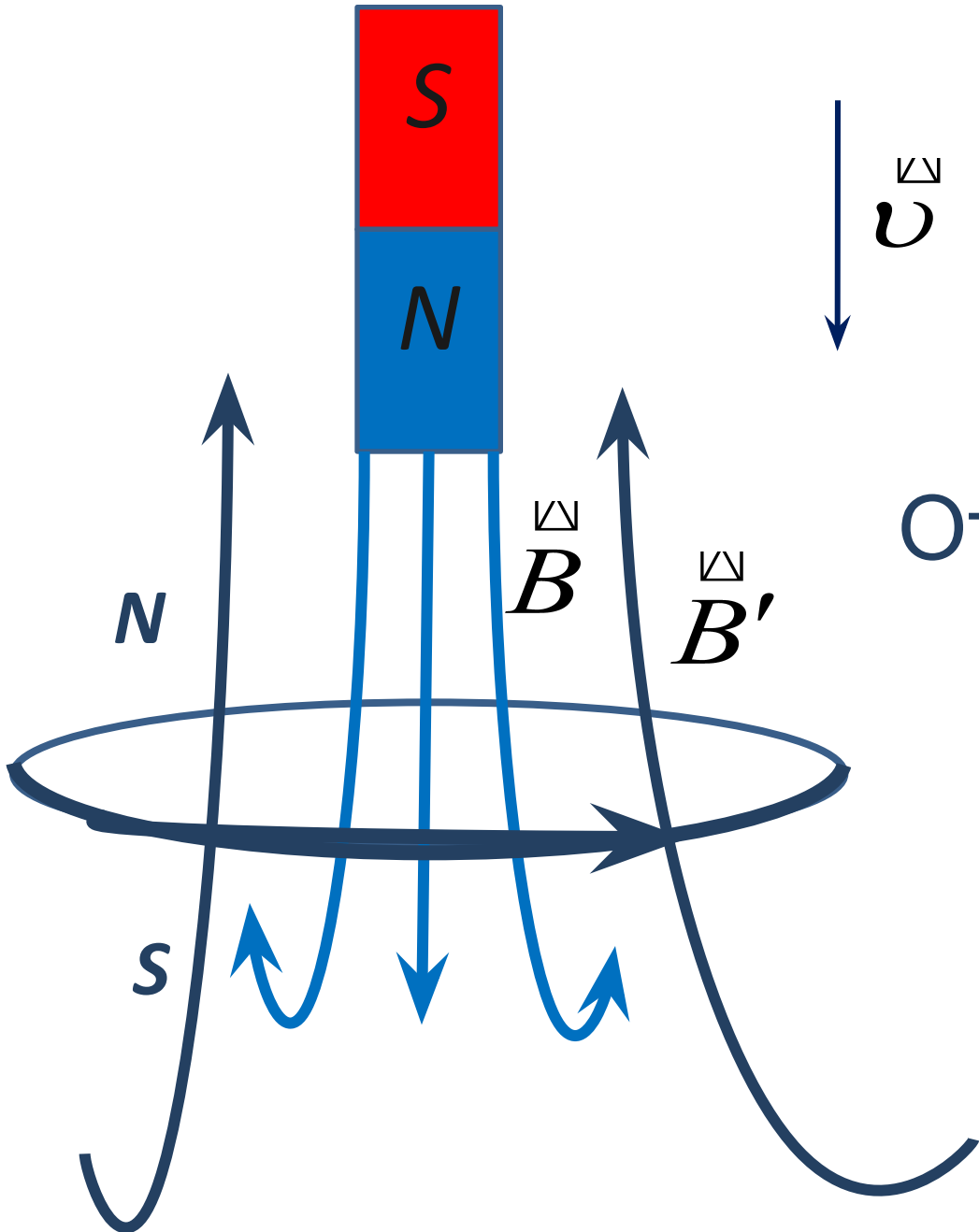
S

N

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

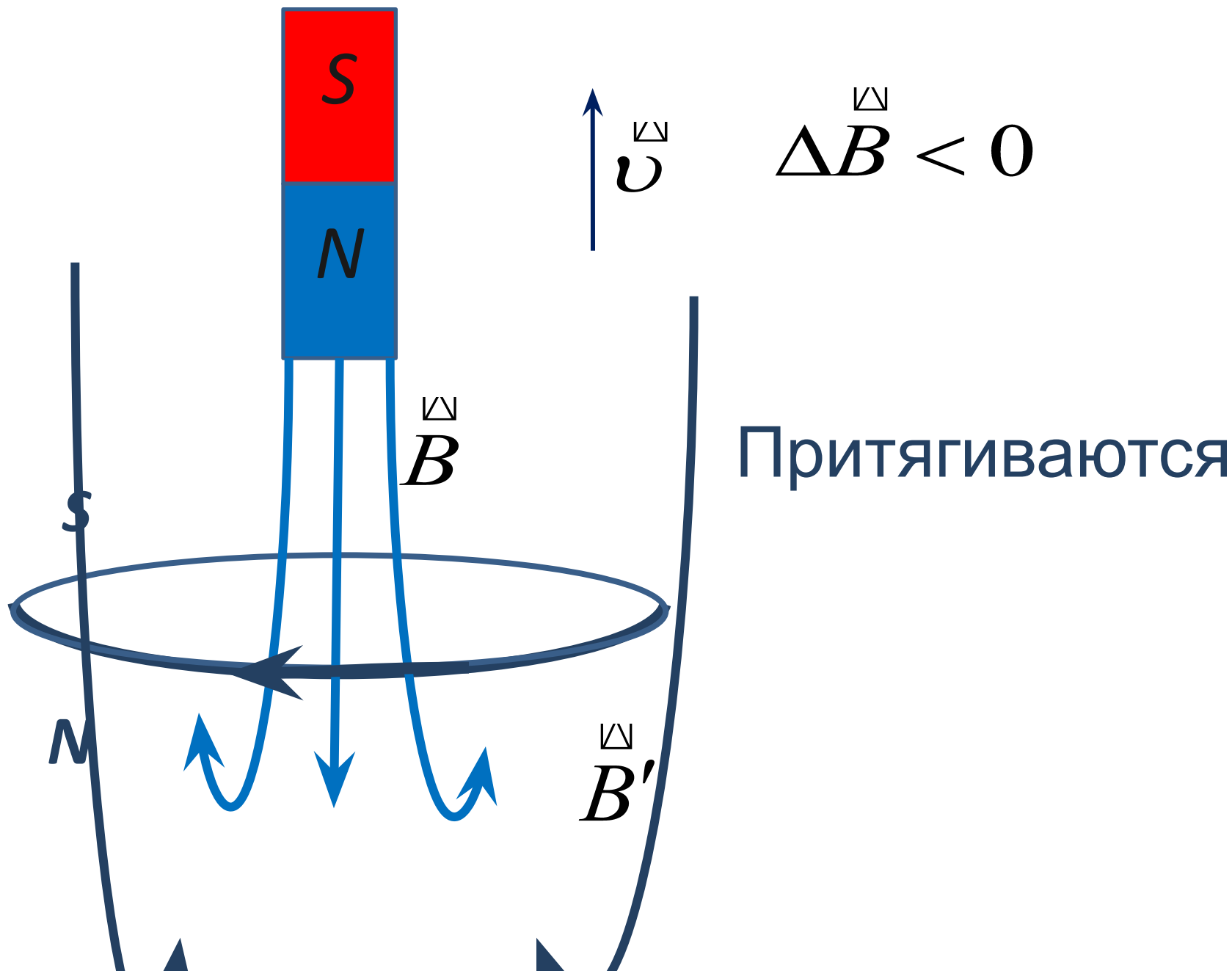
Правило Ленца является следствием закона сохранения энергии.

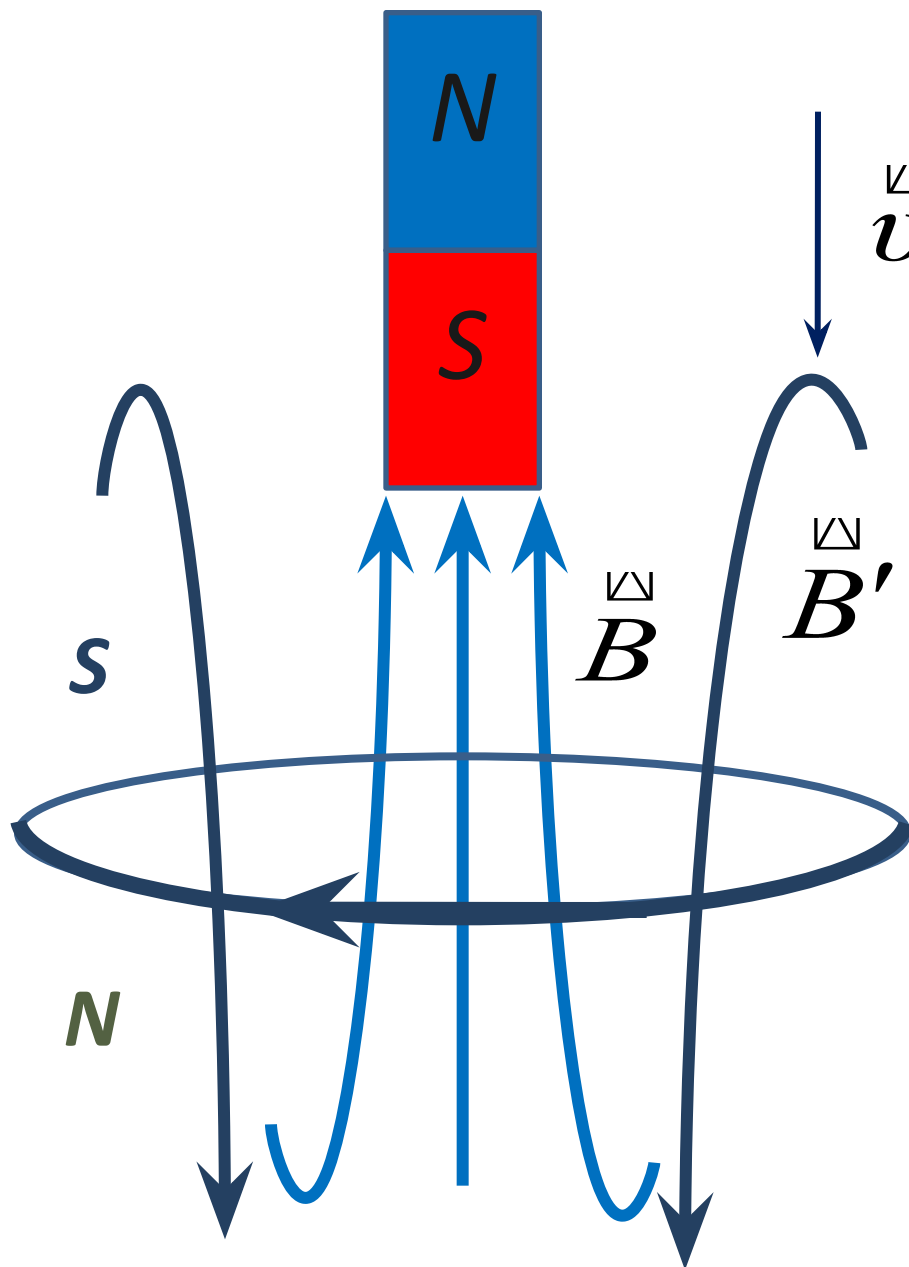




$\vec{v} \Delta \vec{B} > 0$

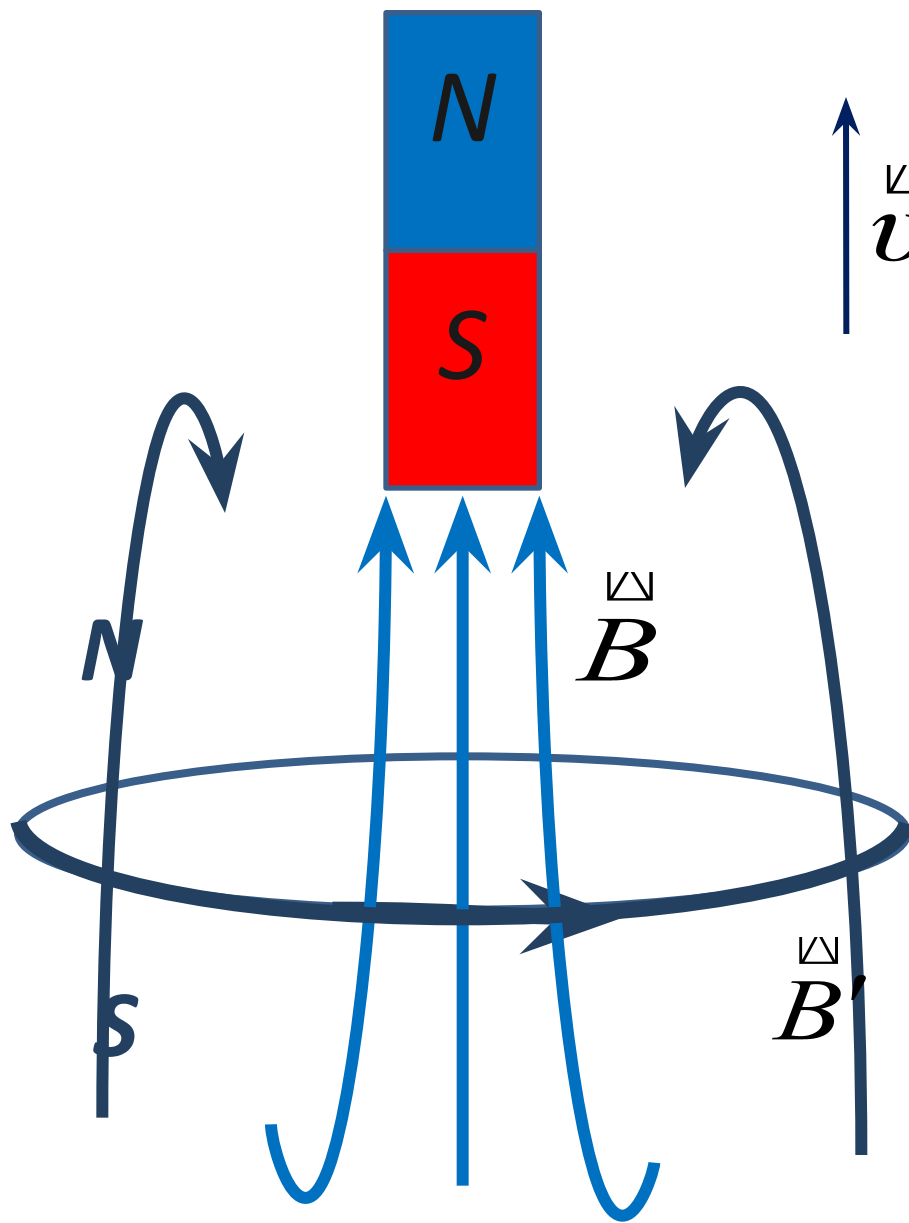
Отталкиваются





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

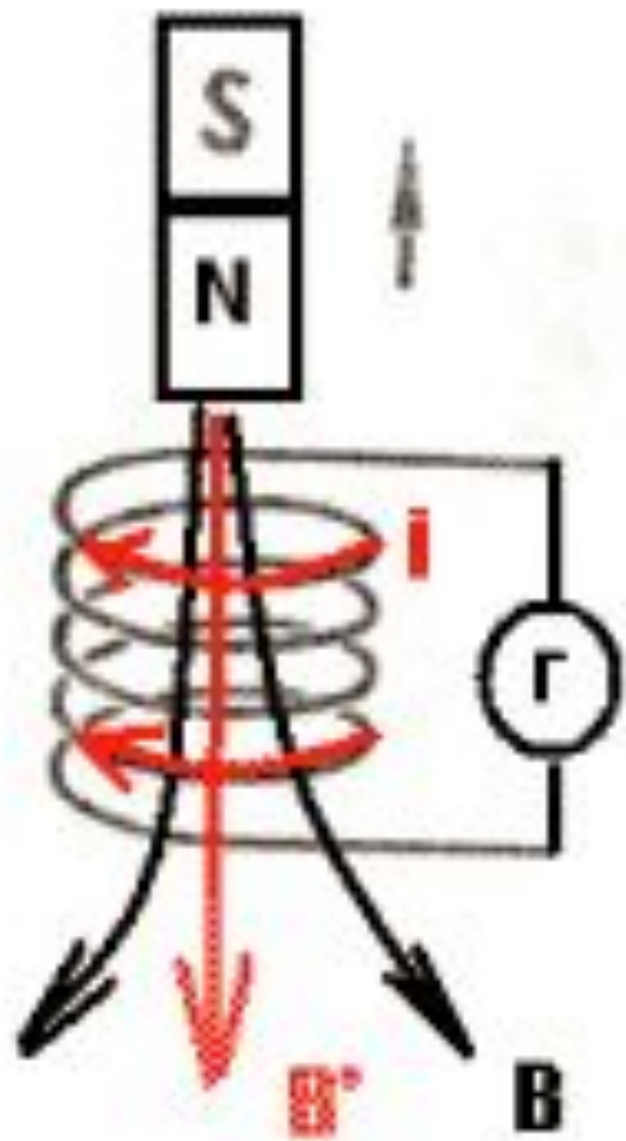
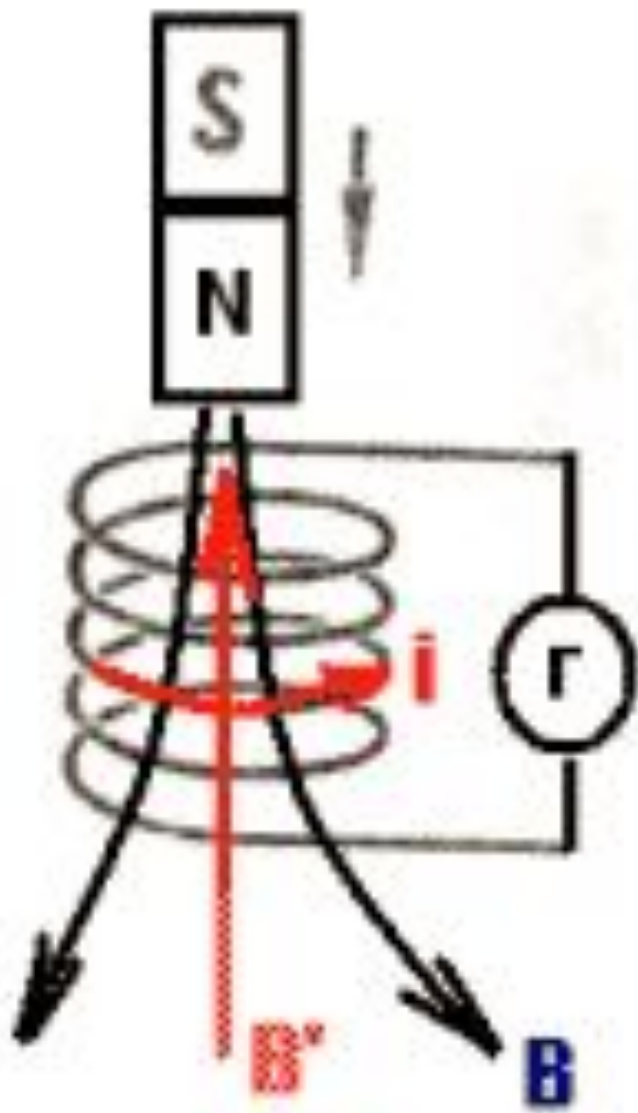
Отталкиваются



$\vec{v}$

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

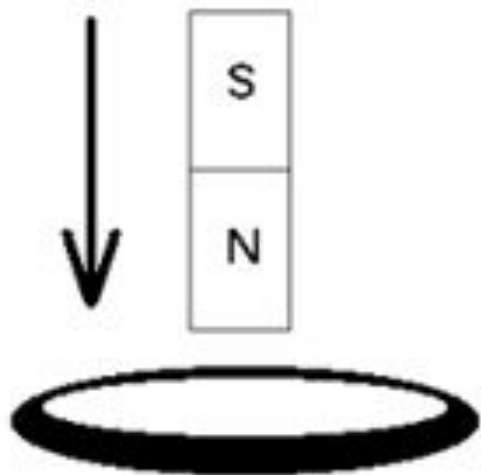
Притягиваются



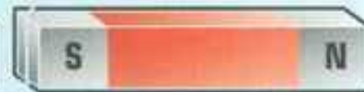
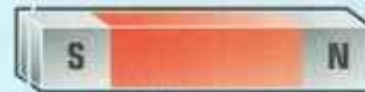
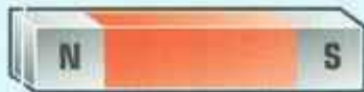
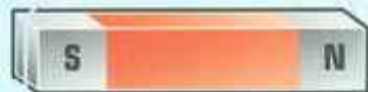
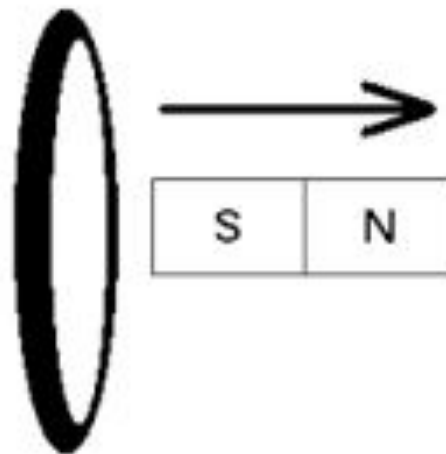


# ОПРЕДЕЛИТЬ НАПРАВЛЕНИЕ ИНДУКЦИОННОГО ТОКА В ЗАМКНУТОМ КОНТУРЕ.

1.



2.



# ПЛАН РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ на правило ЛЕНЦА

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

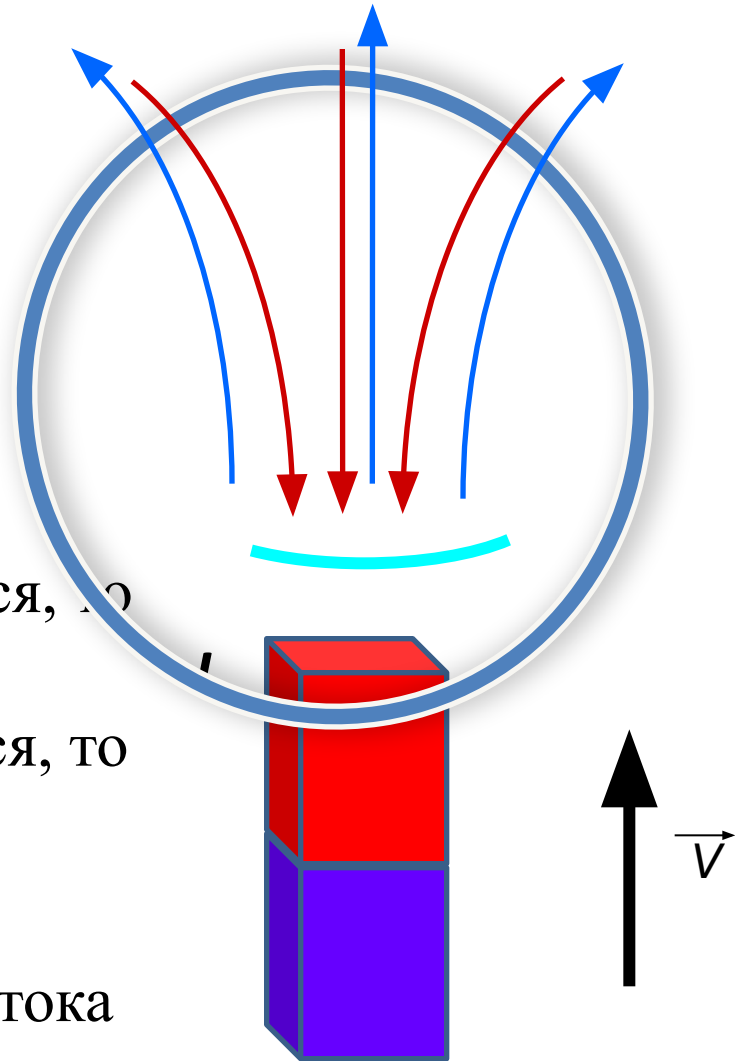
2. Определить, как изменяется магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром

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.

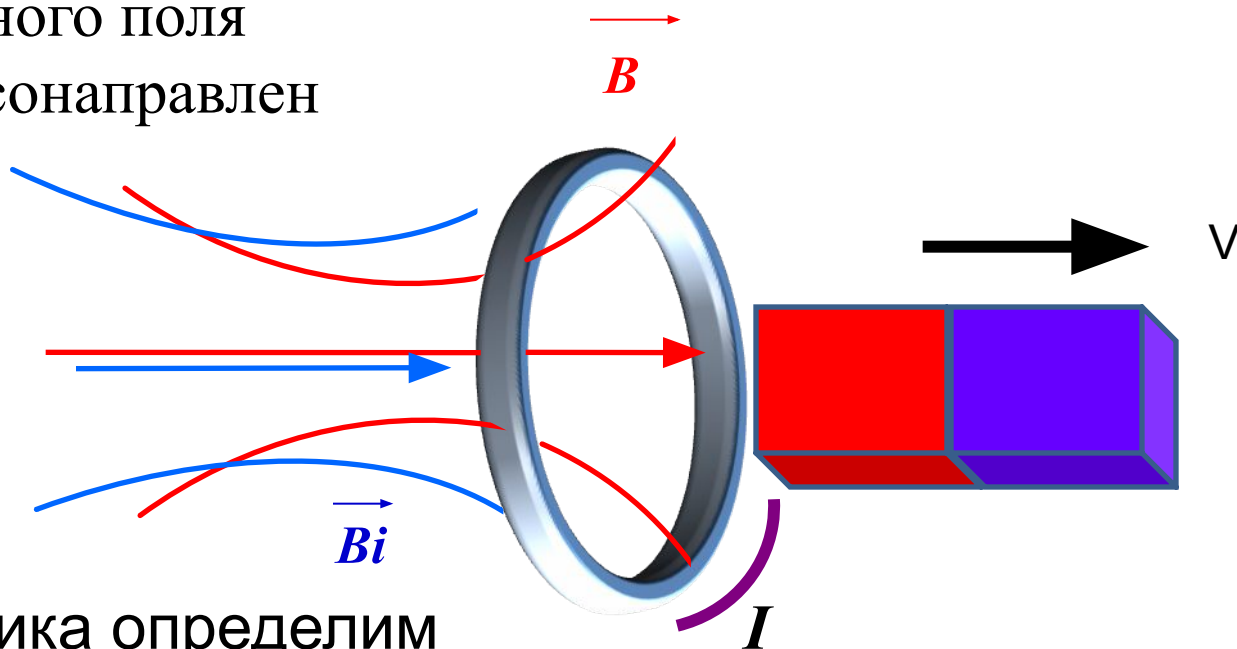


# РЕШИМ ЗАДАЧУ

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

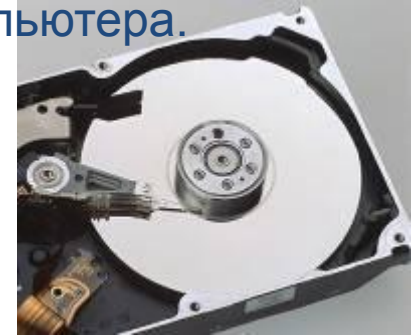
# Применение электромагнитной индукции

Видеомагнитофон.



Детектор  
полицейского.

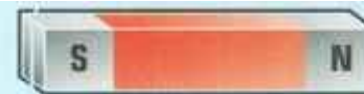
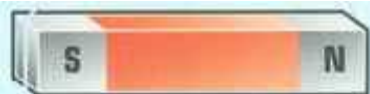
Жесткий диск  
компьютера.



Поезд на магнитной  
подушке

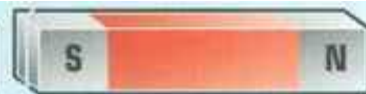
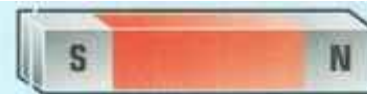
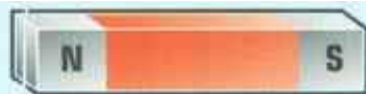
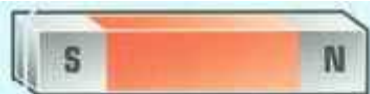


Детектор металла в  
аэропортах



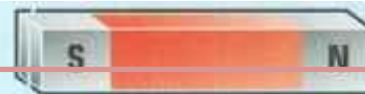
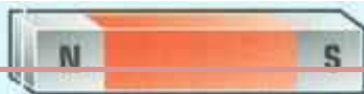
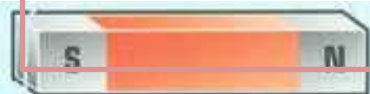
# ЗАКРЕПЛЕНИЕ

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  $I_i$ .



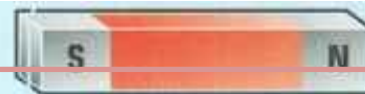
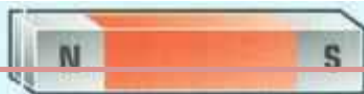
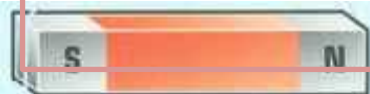
# ЭКСПРЕСС - ОПРОС

## «Электромагнитная ИНДУКЦИЯ»



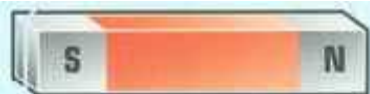
**1. Один раз полосовой магнит падает  
сквозь неподвижное металлическое  
кольцо южным полюсом вниз, а  
второй раз – северным полюсом вниз.  
Ток в кольце**

- 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?

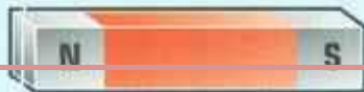
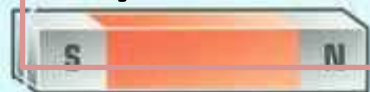
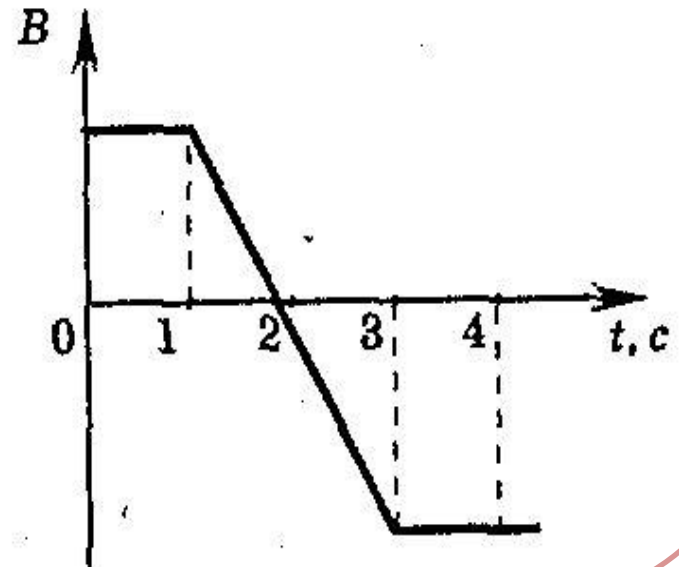
- а) отклонение магнитной стрелки вблизи проводника с током
- б) взаимодействие двух проводников с током
- в) появление тока в замкнутой катушке при опускании в нее постоянного магнита
- г) возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле





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

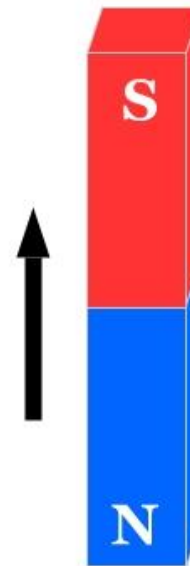
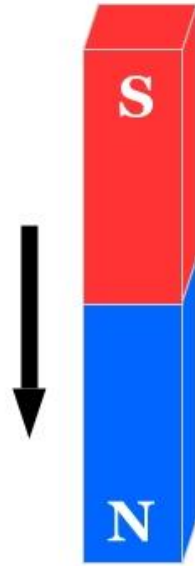


# 4. От чего зависит направление индукционного тока в катушке?

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



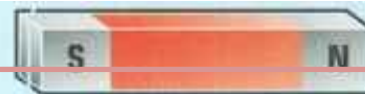
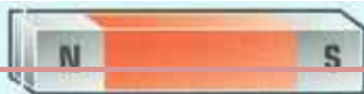
# 5 Определить направление индукционного тока



# 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

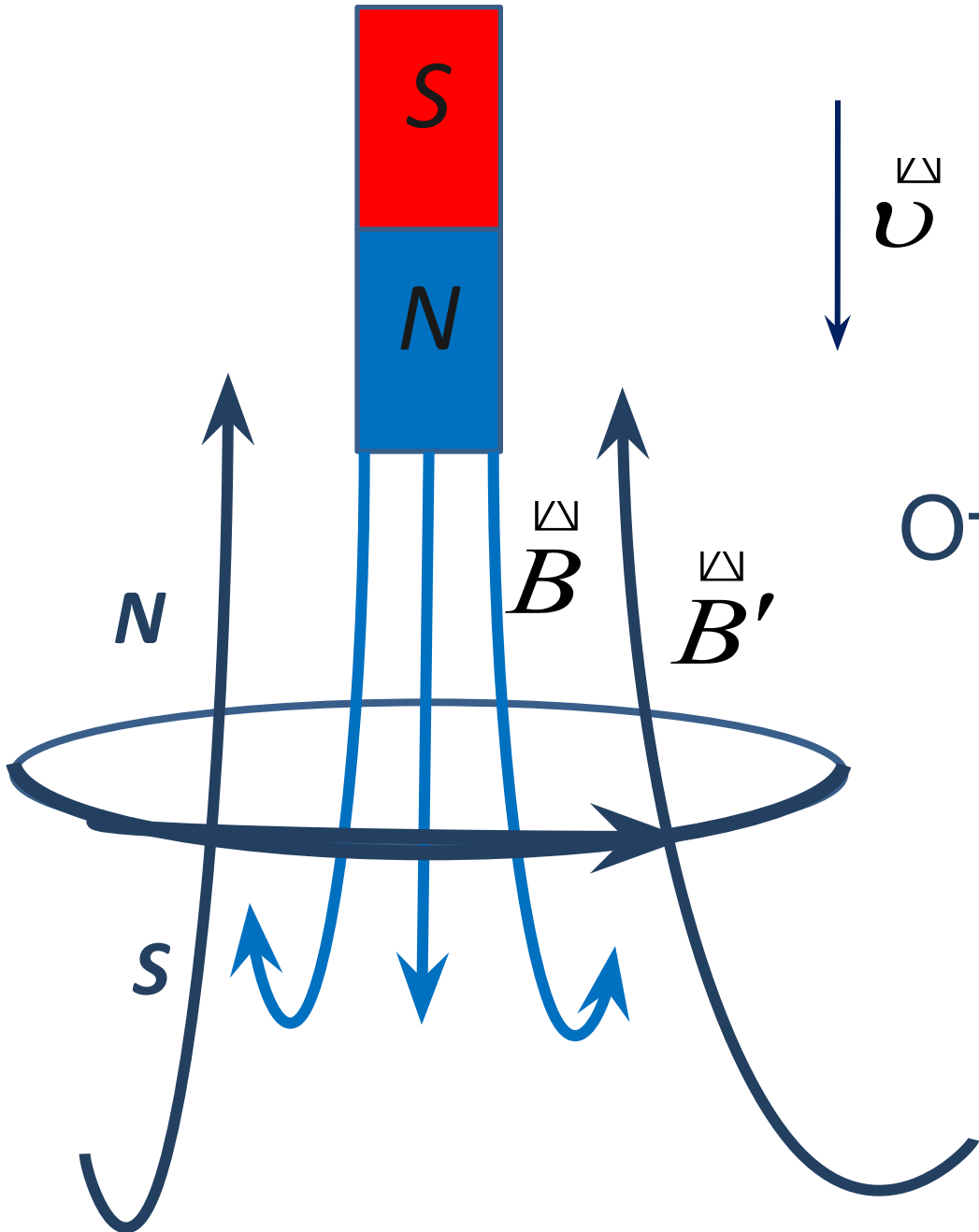
S

N

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

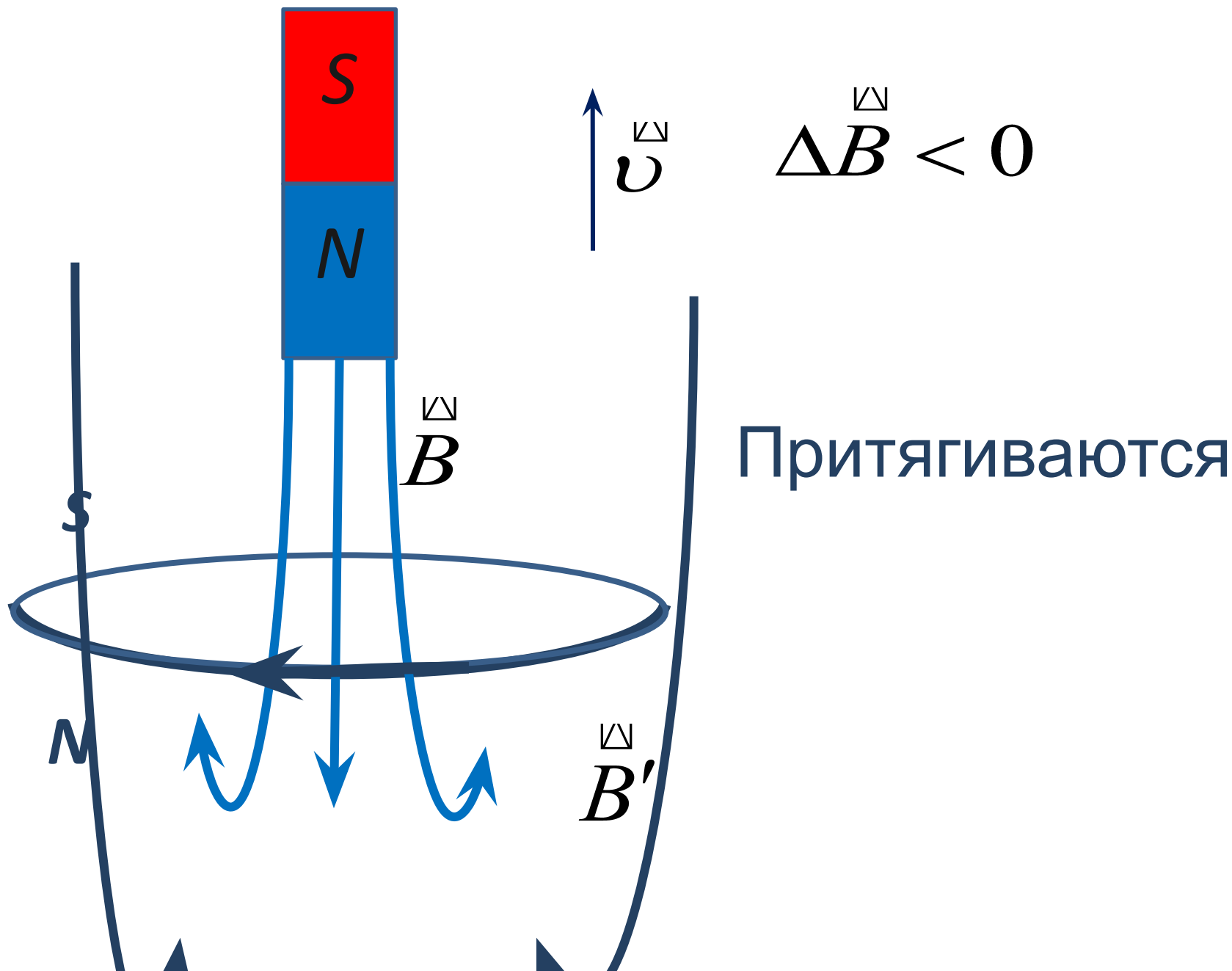
Правило Ленца является следствием закона сохранения энергии.





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

Отталкиваются



S

N

$\vec{v}$

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

$\vec{B}$

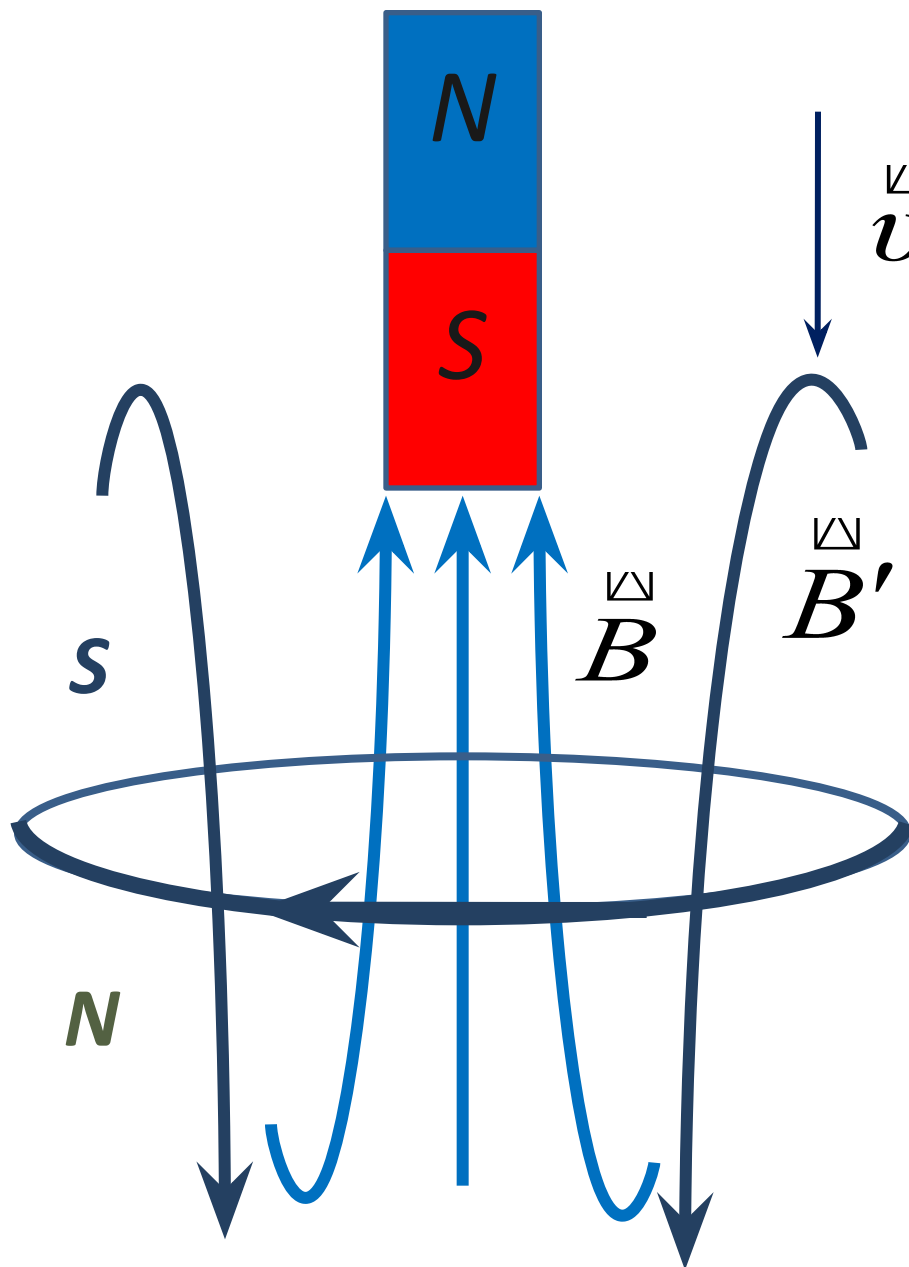
Притягиваются

S

N

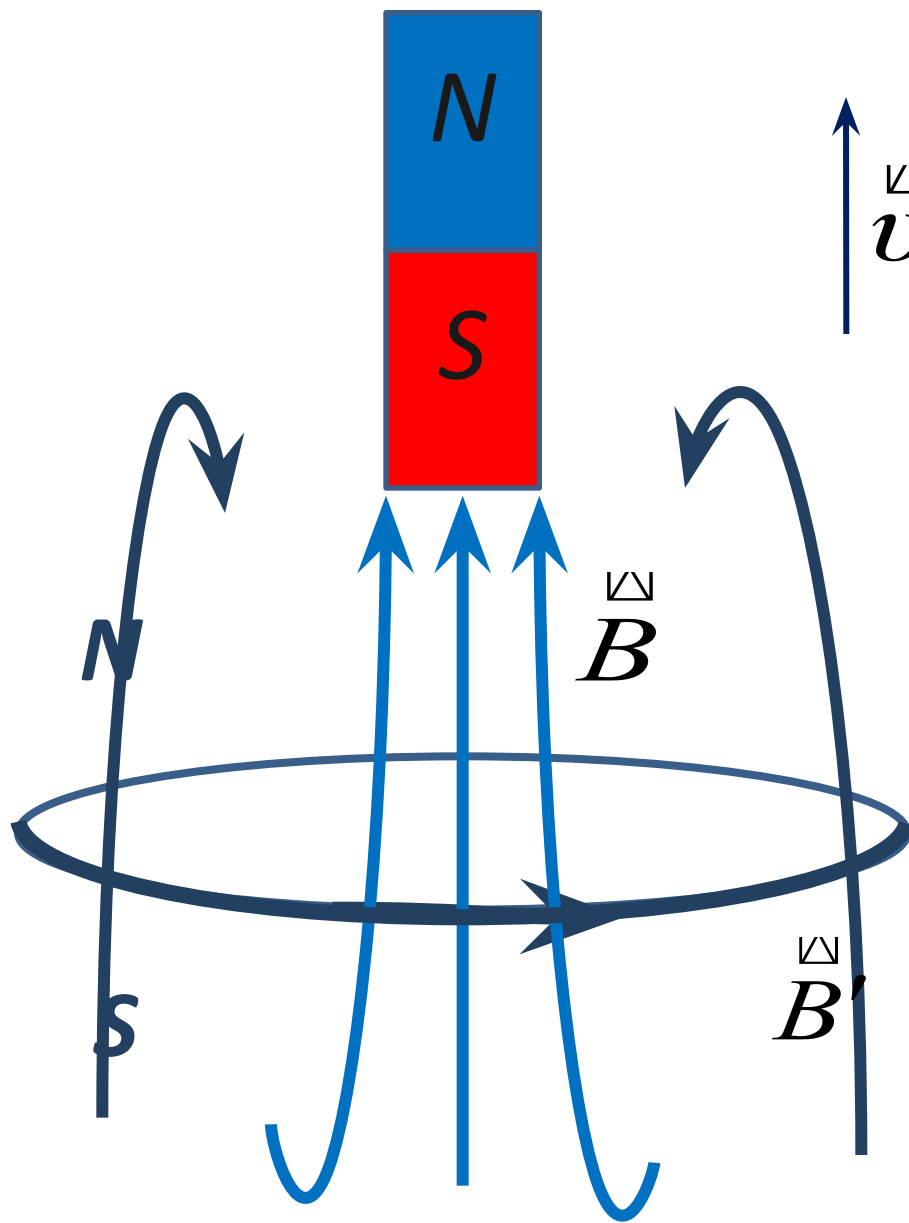
$\vec{B}'$





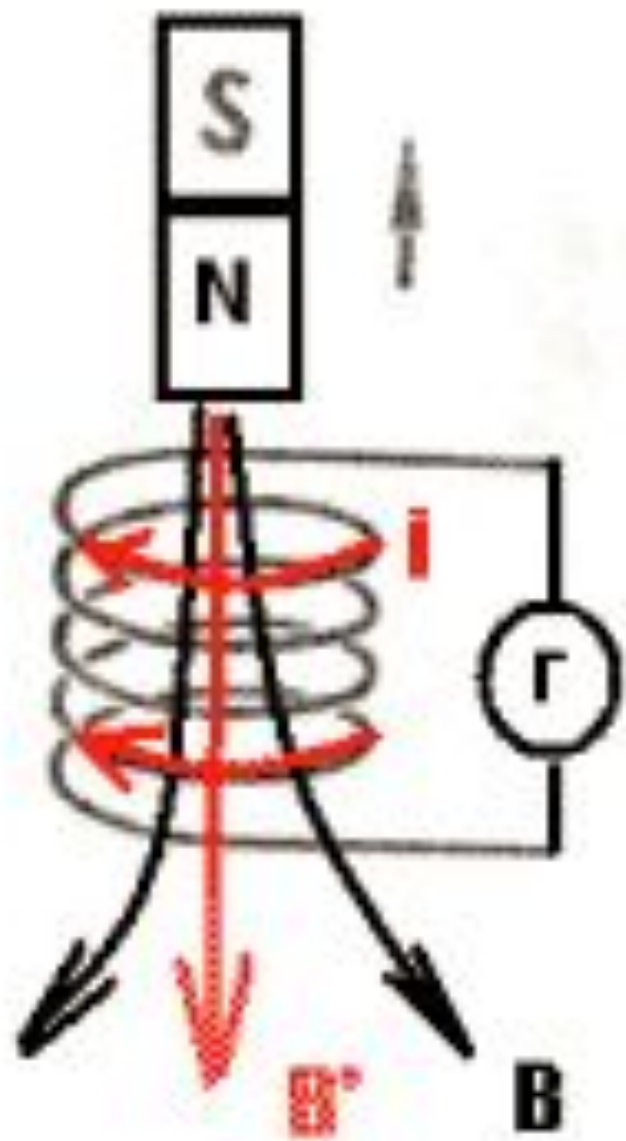
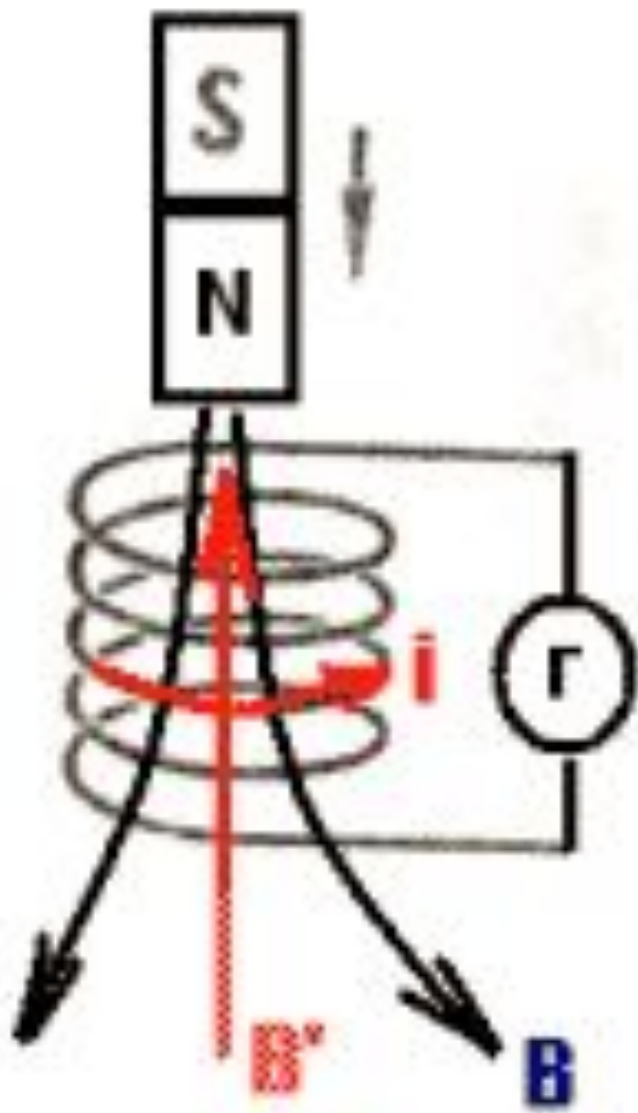
$$\Delta \vec{B} > 0$$

Отталкиваются



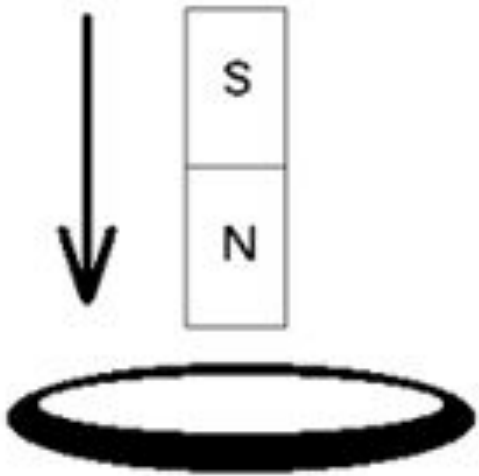
$$\Delta \vec{B} < 0$$

Притягиваются

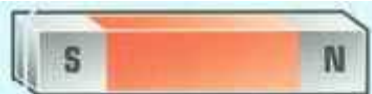
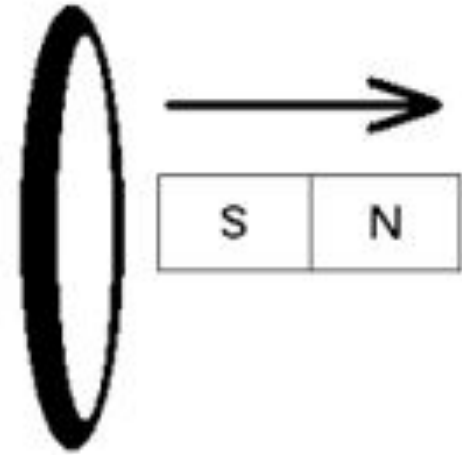


# ОПРЕДЕЛИТЬ НАПРАВЛЕНИЕ ИНДУКЦИОННОГО ТОКА В ЗАМКНУТОМ КОНТУРЕ

1.



2.



# Закономерности явления ЭМИ

## Опытные факты

- $I_i \sim N$  витков в катушке

- $I_i \sim N$  ВНОСИМЫХ  
(ВЫНОСИМЫХ)

магнитов

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

- $I_i \sim$  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  $\Phi$**

**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)

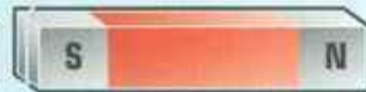
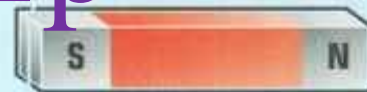
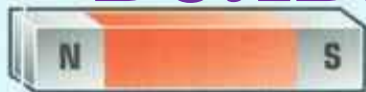
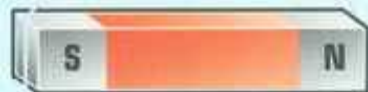


# ЭДС ИНДУКЦИИ ( $\mathcal{E}_I$ )-ЭТО...

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

$[\mathcal{E}_i] = \text{ВОЛЬТ (В)},$

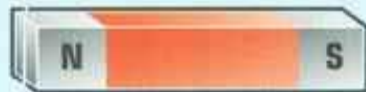
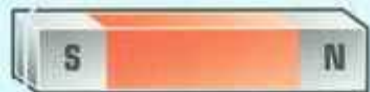
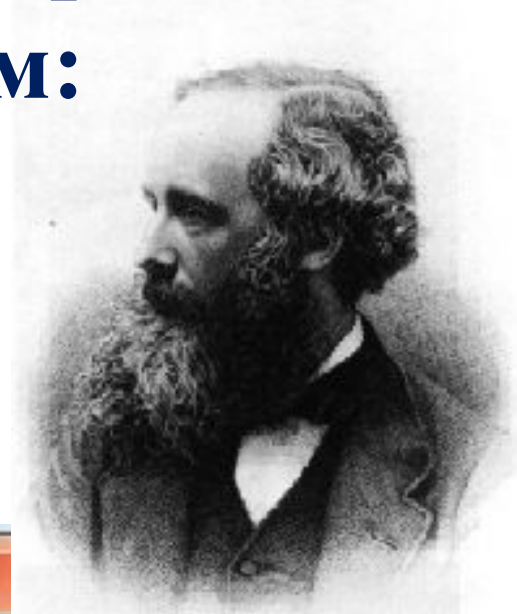
ВОЛЬТМЕТР



# 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:

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

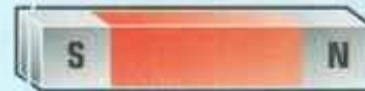
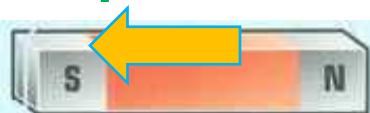
*...изменения магнитного  
потока*

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

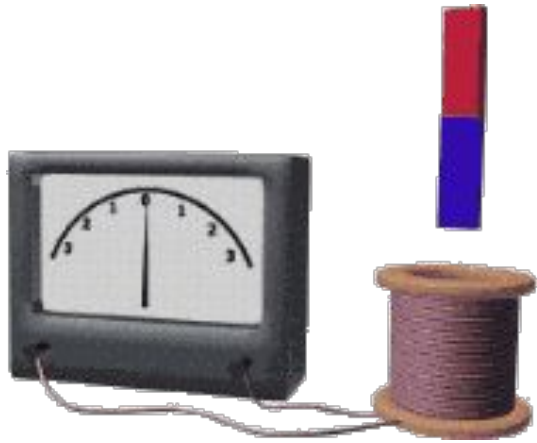
*...изменения  
силы тока*

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

*...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**

$$S = NS_1 \left\{ \begin{array}{l} \Delta S = \Delta NS_1 \\ \hline \Delta S = N\Delta S_1 \end{array} \right.$$

**Менять число витков в контуре**

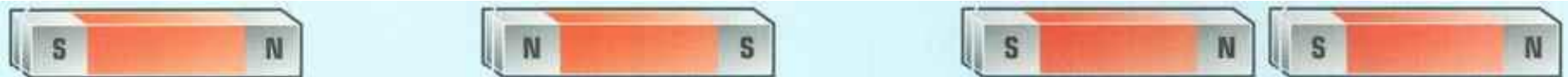
**Деформировать один виток контура**

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

**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

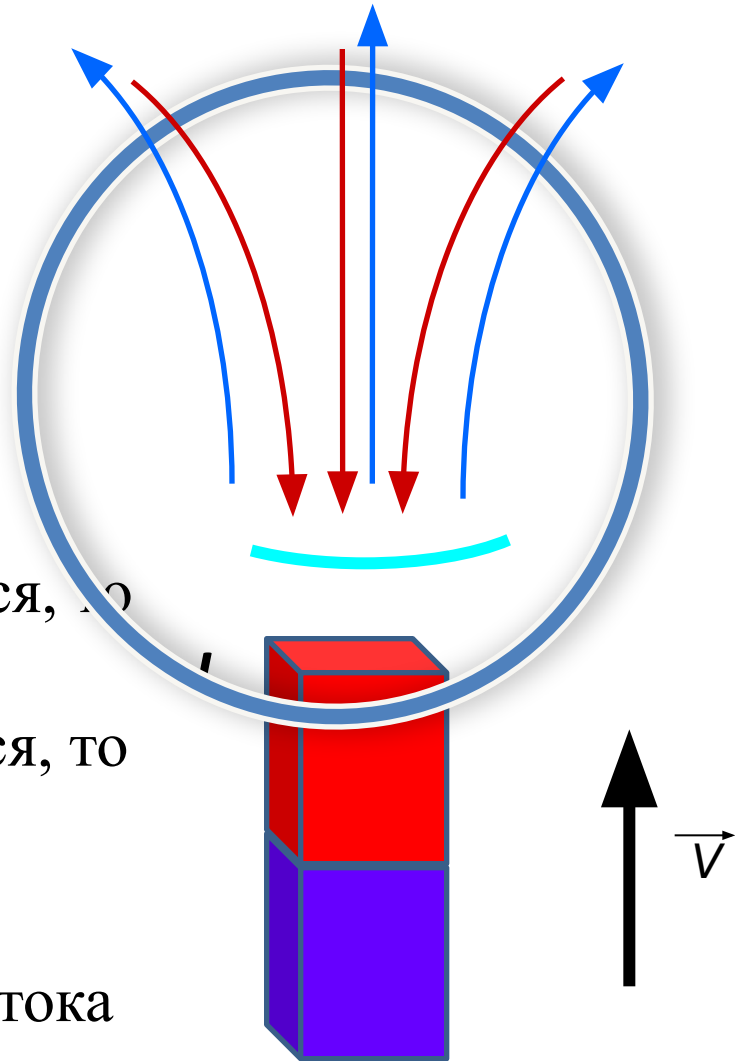
2. Определить, как изменяется магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром

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.

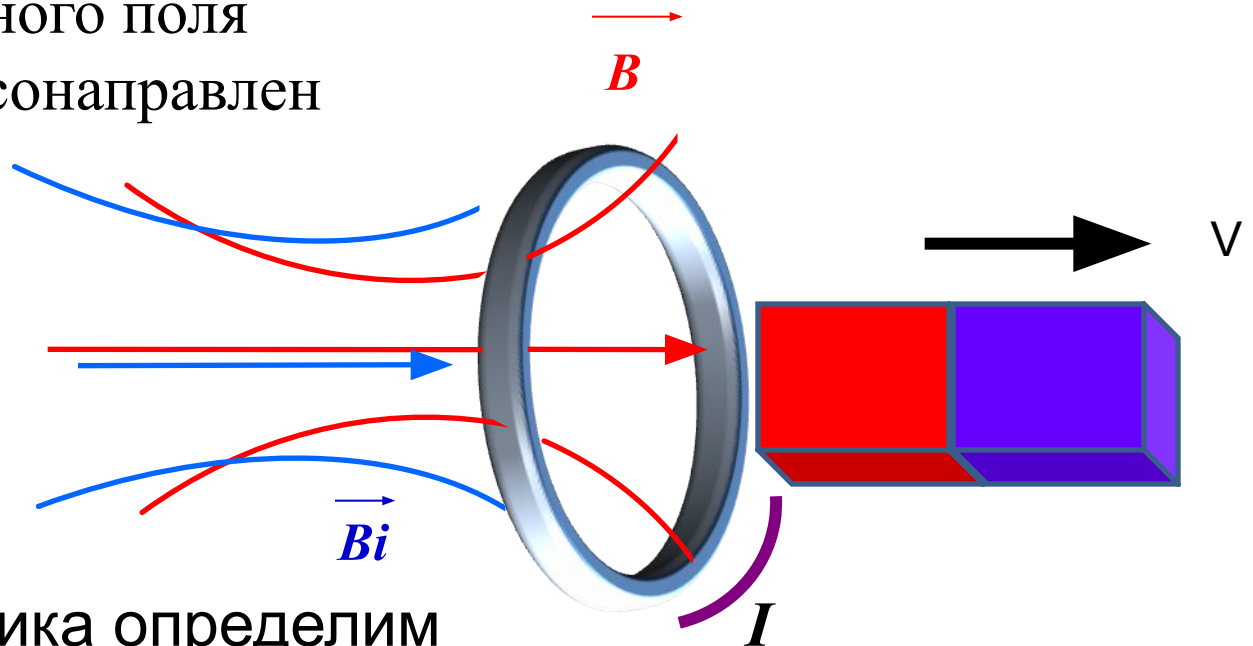


# РЕШИМ ЗАДАЧУ

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

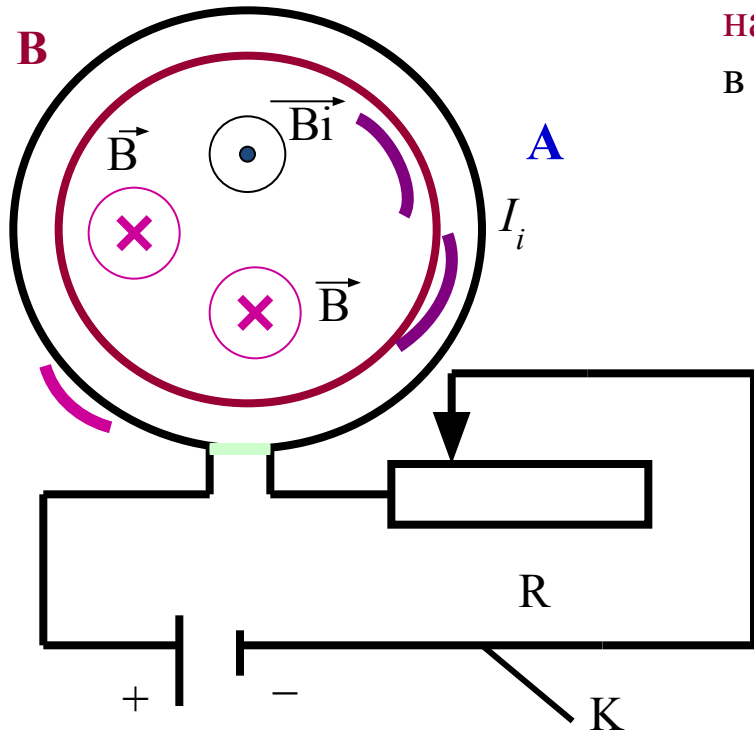
Магнит удаляется от кольца ( т.е. магнитный поток уменьшается)

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:

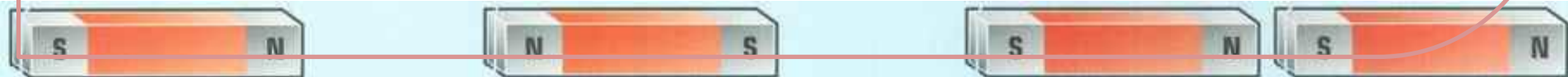


1. При замыкании ключа в цепи кольца А **против часовой стрелки**
2. При размыкании ключа в цепи кольца А (выполнить дома)
3. При замкнутом ключе скользящий контакт реостата передвигают вправо **по часовой стрелке**
4. При замкнутом ключе скользящий контакт реостата передвигают влево (выполнить дома)

**Дома:** п.10, задачи по рисунку.

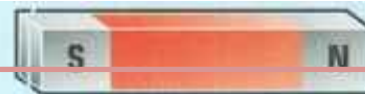
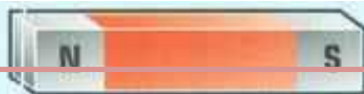
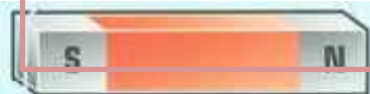
# ТЕСТ

## «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





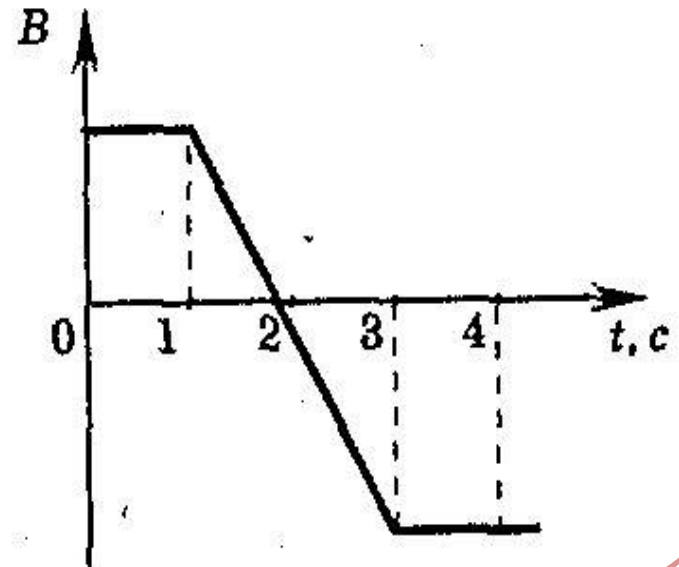
## 2. Какой процесс объясняется явлением электромагнитной индукции?

- 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



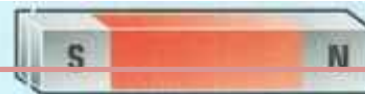
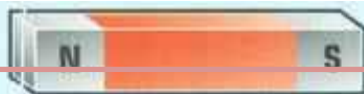
3. Виток провода, подключенный к гальванометру, находится в магнитном поле. Магнитная индукция поля меняется с течением времени согласно графику. В какой промежуток времени гальванометр покажет наличие тока в витке?

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



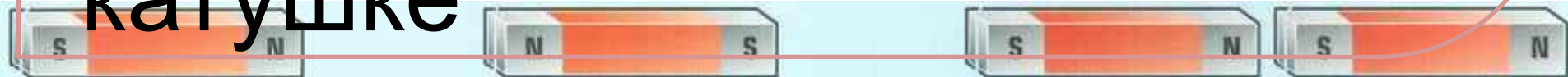
## 4. Как математически записывается закон электромагнитной индукции?

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

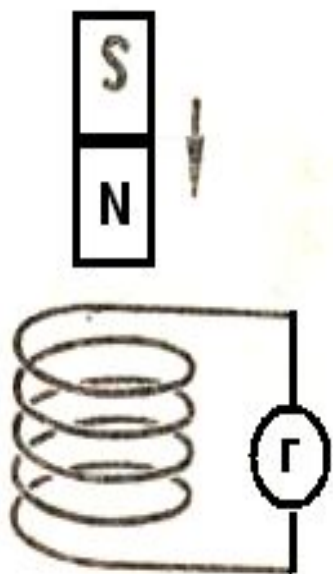


# 5. От чего зависит направление индукционного тока в катушке?

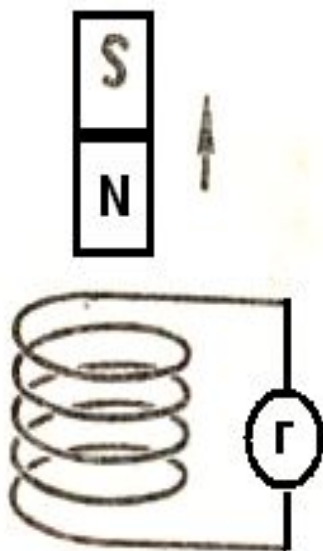
- а) от скорости движения магнита
- б) от количества витков в катушке



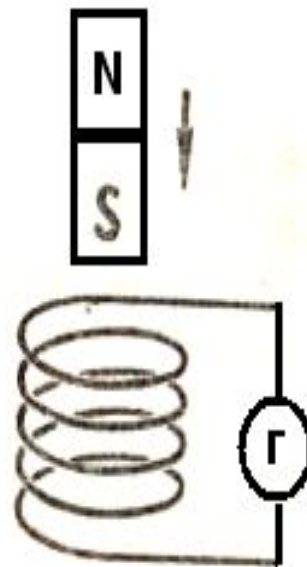
# 6. ПРИМЕНИМ ПРАВИЛО ЛЕНЦА ДЛЯ СЛЕДУЮЩИХ СЛУЧАЕВ:



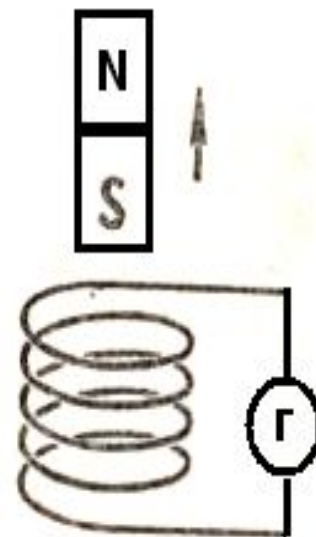
1



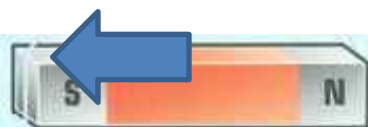
2



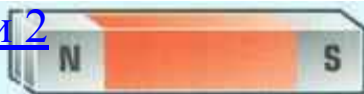
3



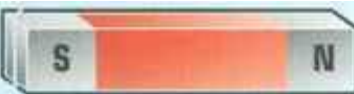
4



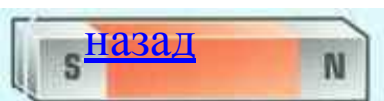
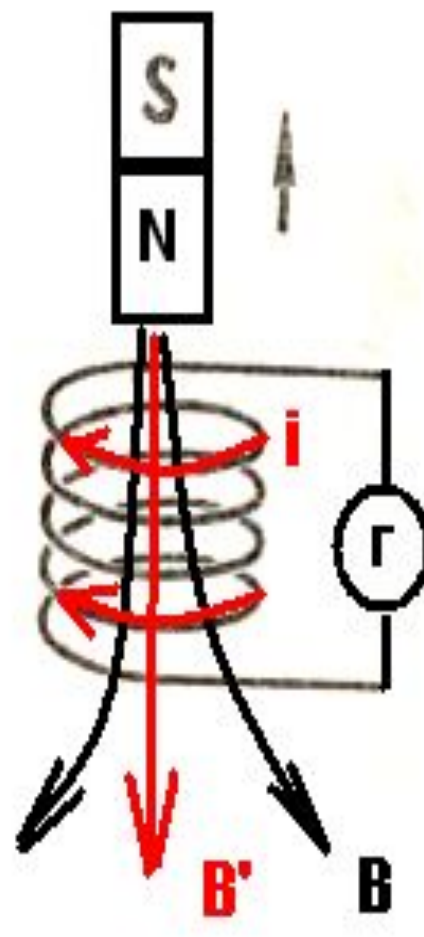
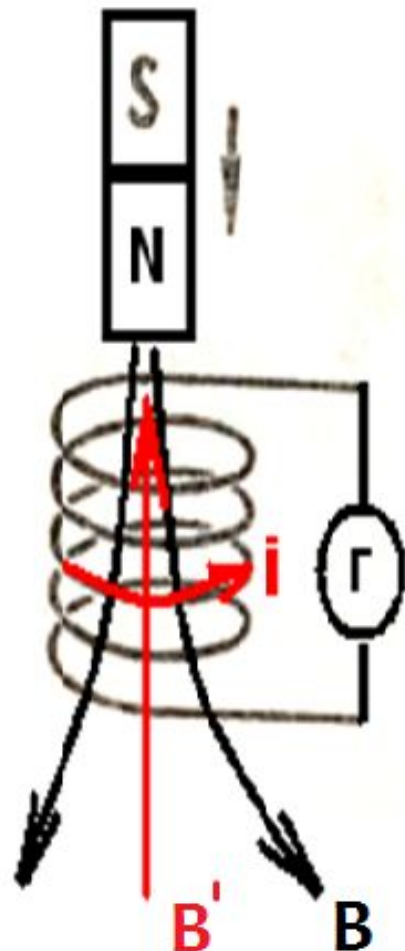
[Ответ 1 и 2](#)



[Ответ 3 и 4](#)

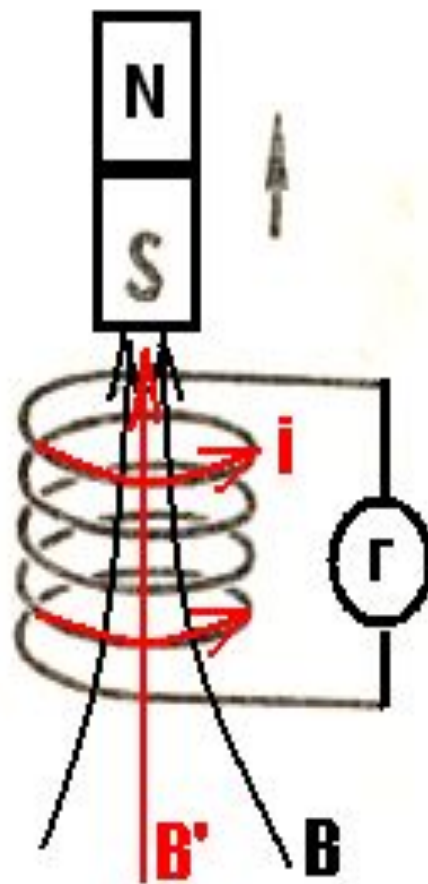
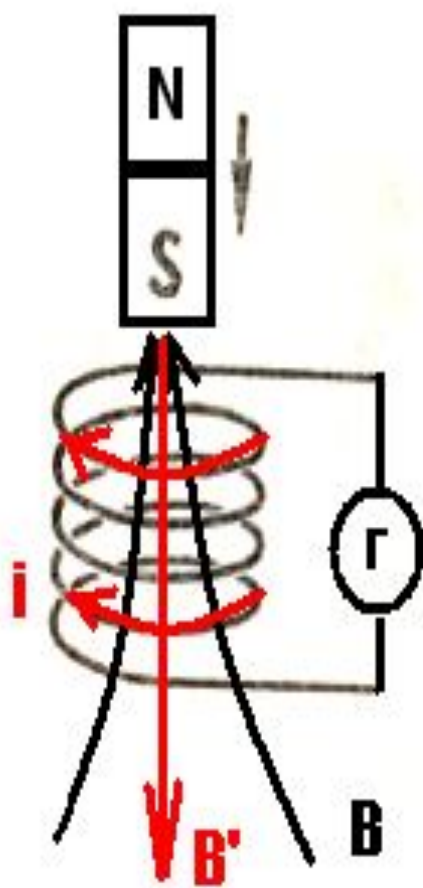


# ОТВЕТ 1 И 2

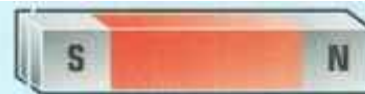
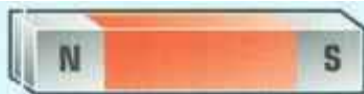


[назад](#)

# ОТВЕТ 3 И 4



[назад](#)



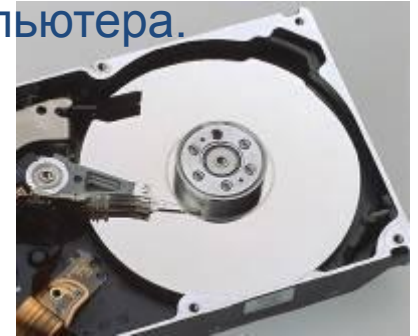
# Применение электромагнитной индукции

Видеомагнитофон.



Детектор  
полицейского.

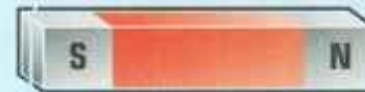
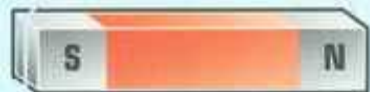
Жесткий диск  
компьютера.



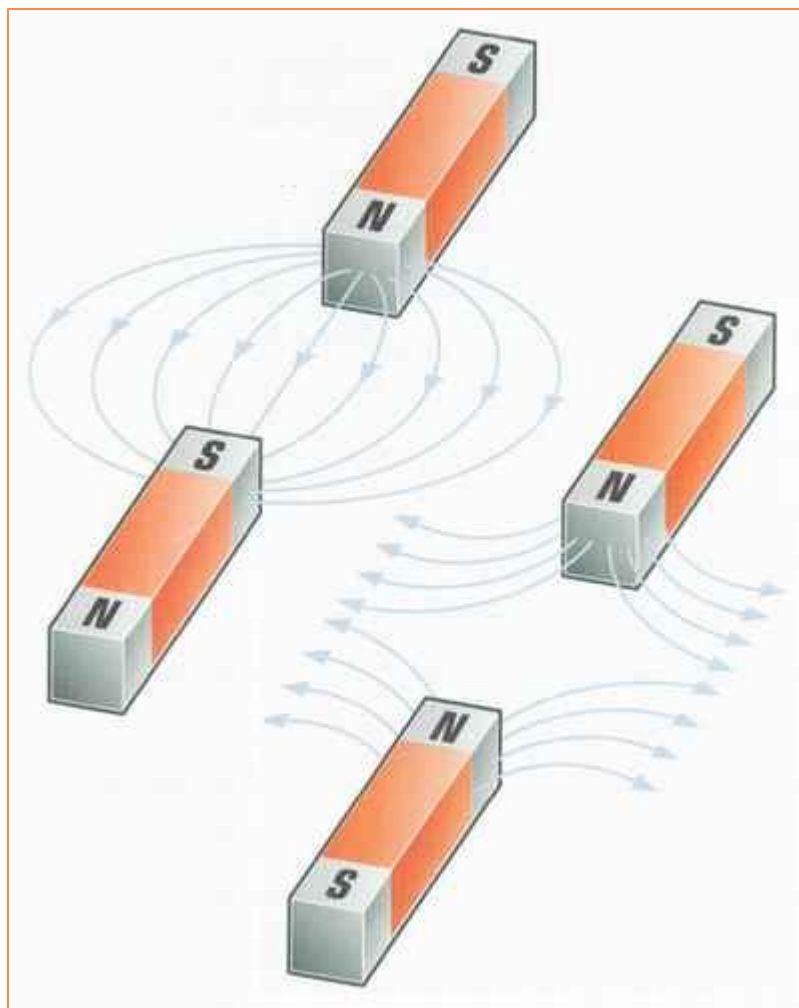
Поезд на магнитной  
подушке



Детектор металла в  
аэропортах





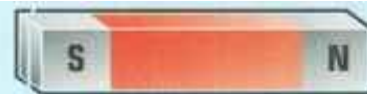
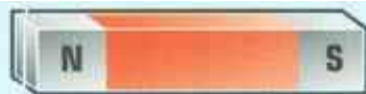
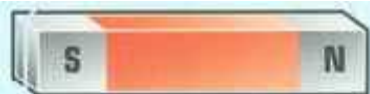
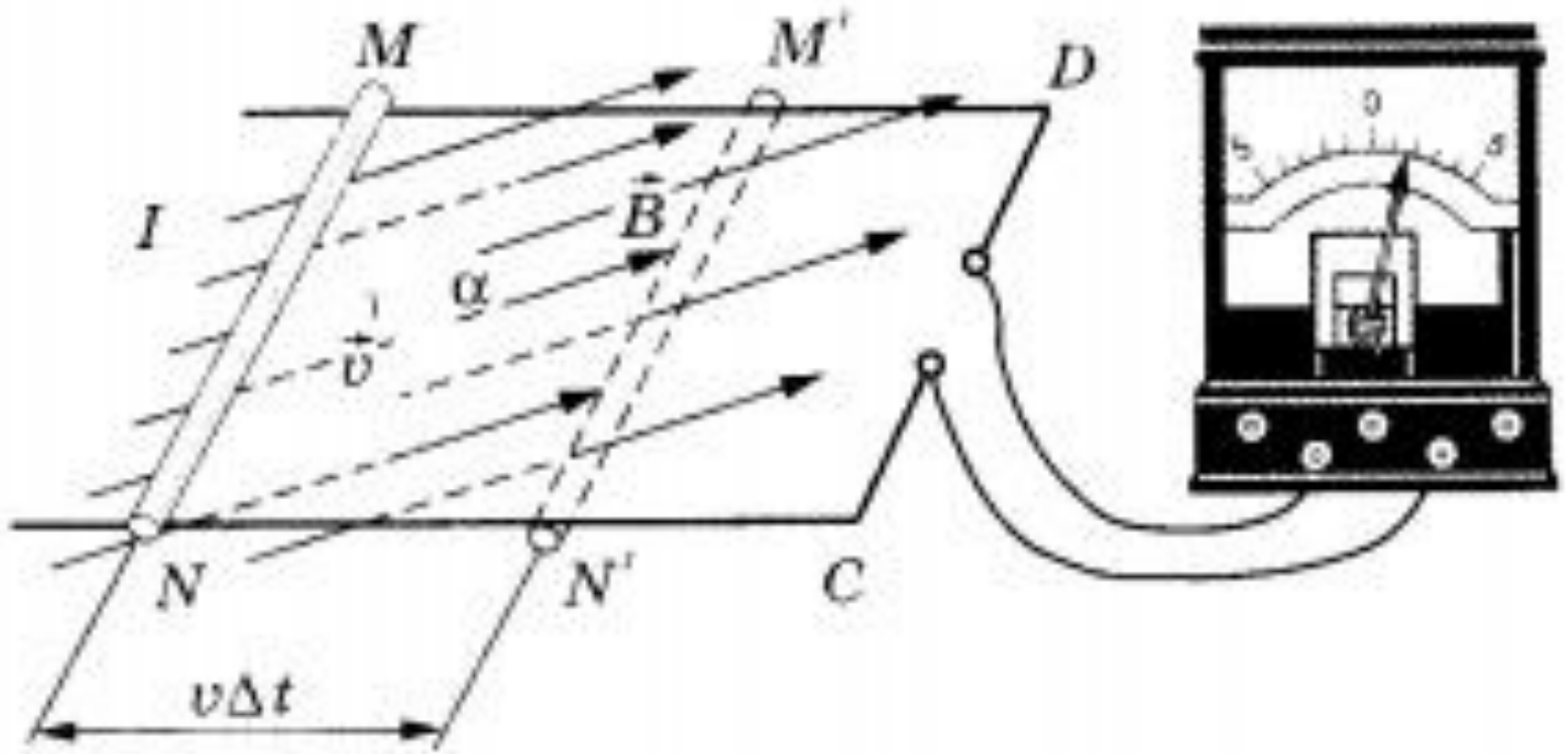


# Частные случаи ЭМИ

Д/З §§9, 11, с/р №9  
(с/у №1, д/у №1)

# 1) ЭДС индукции

## В движущихся проводниках



# 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

$\alpha$  – угол между вектором магнитной индукции  
и вектором скорости заряженной частицы

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

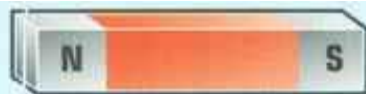
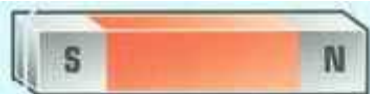
$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

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

# ЭДС индукции

В движущихся проводниках

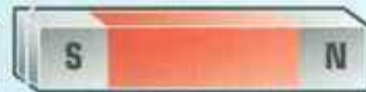
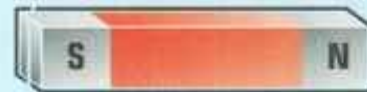
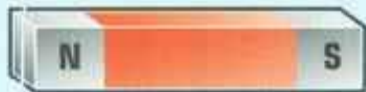
$$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Blv \sin \alpha$$



# 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

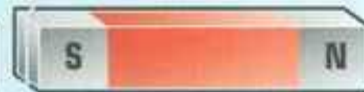
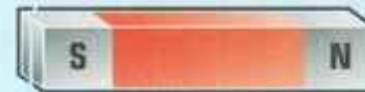
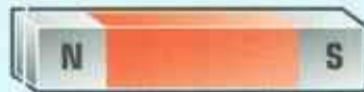
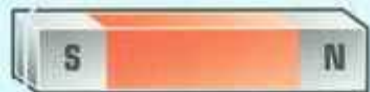
физиком

Д. Генри

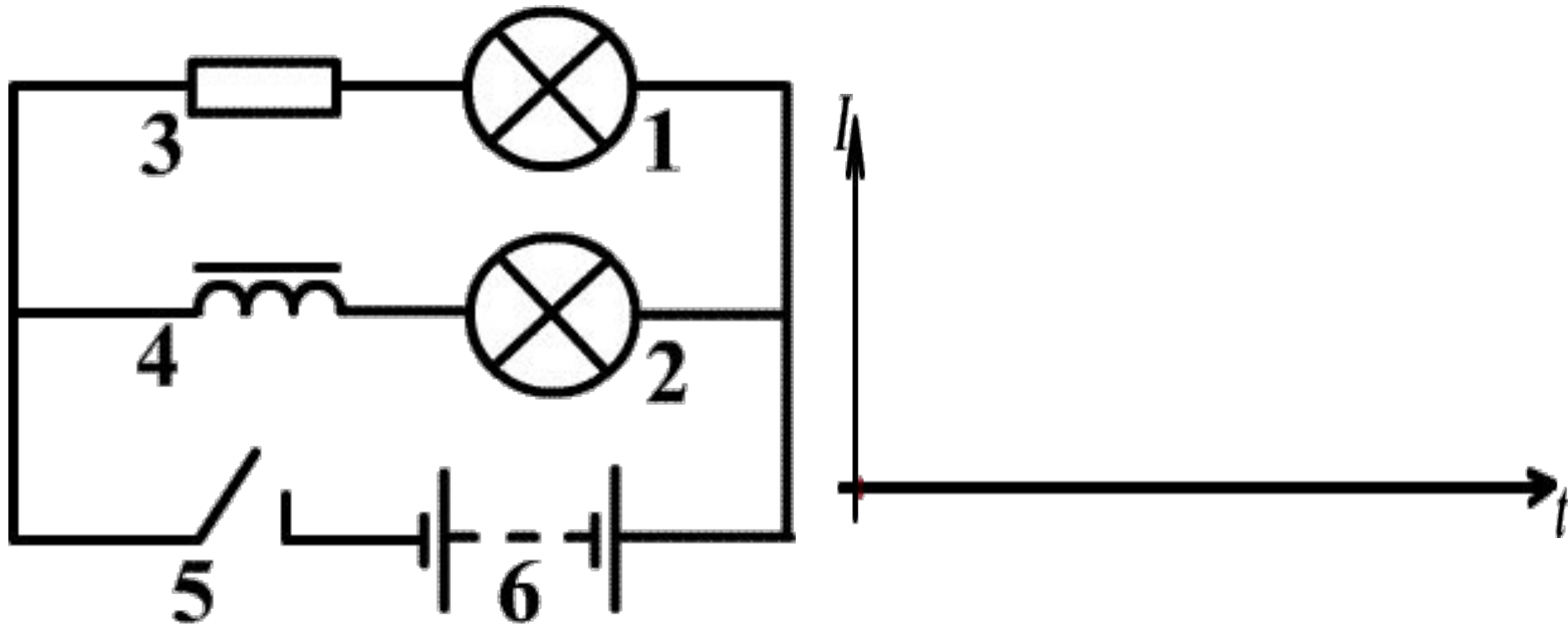




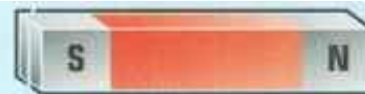
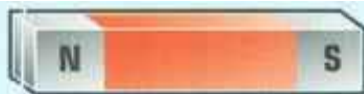
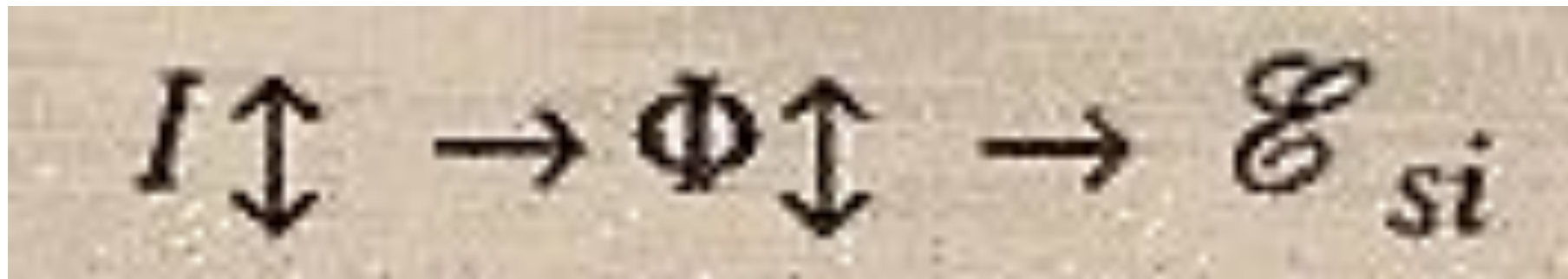
# УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯВЛЕНИЯ САМОИНДУКЦИИ



# Опыт

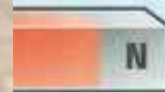
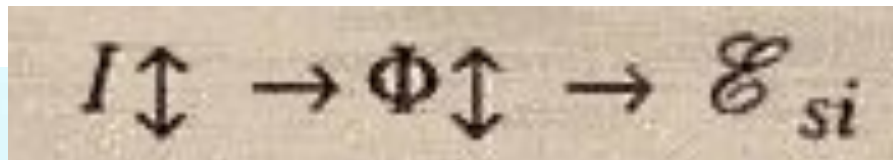
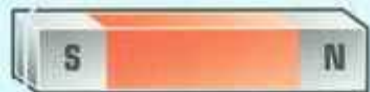


# МЕХАНИЗМ САМОИНДУКЦИИ



# Механизм самоиндукции

Изменяется сила тока в  
проводнике  $\square$  изменяется  
магнитный поток  $\square$  происходит  
возникновение вихревого  
электрического поля  $\rightarrow$  который  
порождает ЭДС<sub>*i*</sub>  $\rightarrow$  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)*

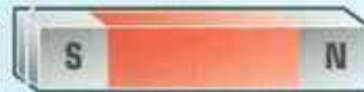
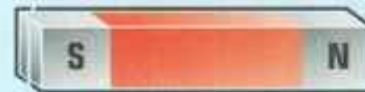
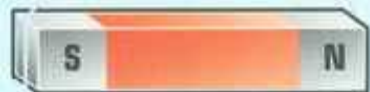


# ЭДС САМОИНДУКЦИИ

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

$$\Phi = L \cdot I$$

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

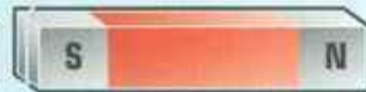
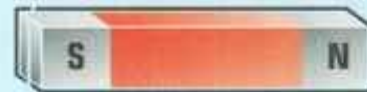
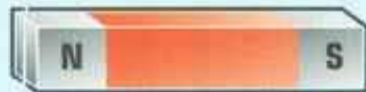
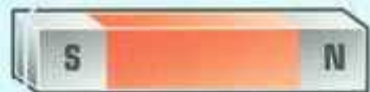


# ИНДУКТИВНОСТЬ

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

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

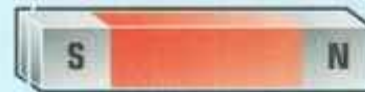
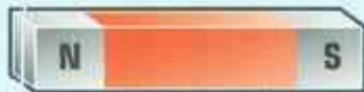
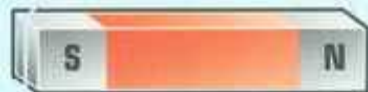
**Единица измерения:**  $[L] = 1 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{А}} = 1 \text{ Гн}$



# 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:

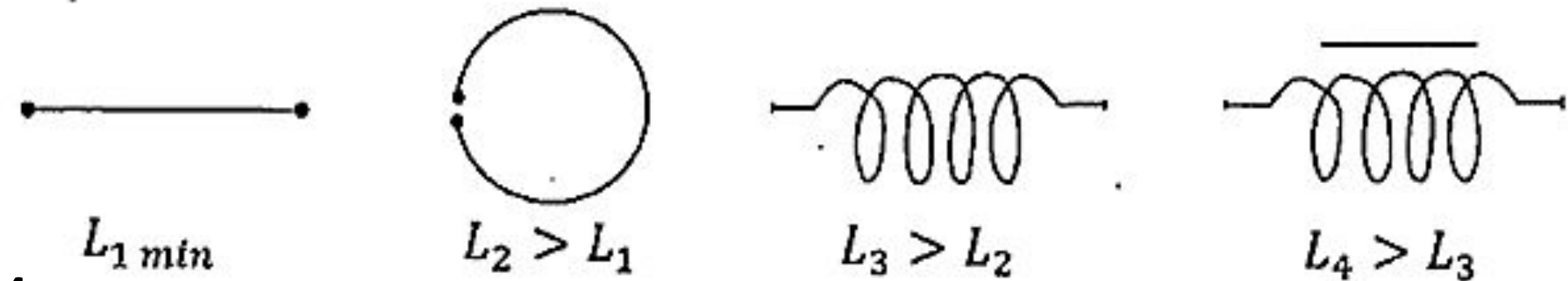
$$[L] = 1 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{А}} = 1 \text{ Гн}$$



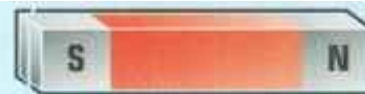
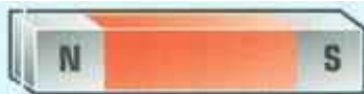
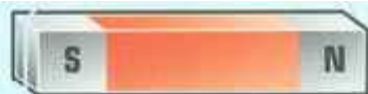


# Характеристики индуктивности

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:

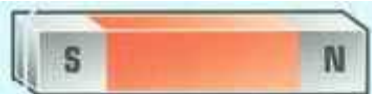


4. у соленоида индуктивность зависит от числа витков, чем больше  $n$ , тем больше  $L$ .



# ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

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

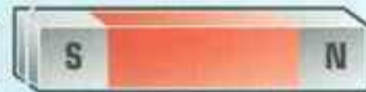
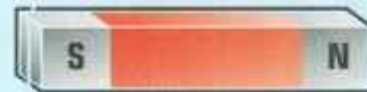
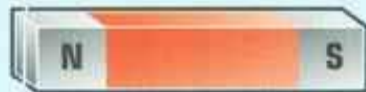
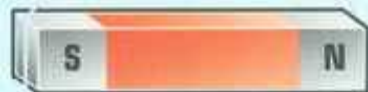


# ПРИМЕНЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ САМОИНДУКЦИИ

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

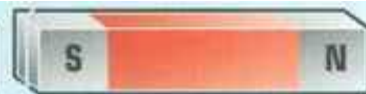
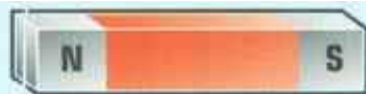
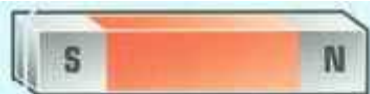
## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

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  $30^\circ$  к вектору магнитной индукции.



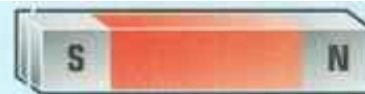
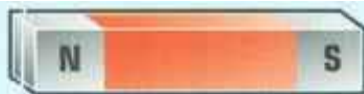
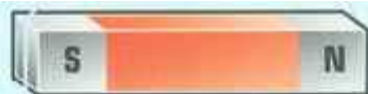
## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

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



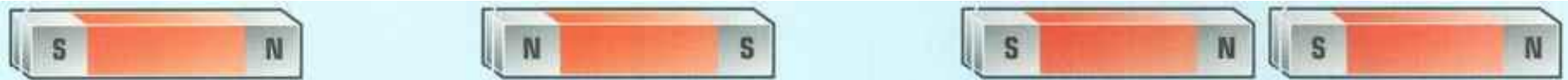
## ЗАДАЧА №3

- Какова индуктивность  
проводочной 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  $L_2$ .

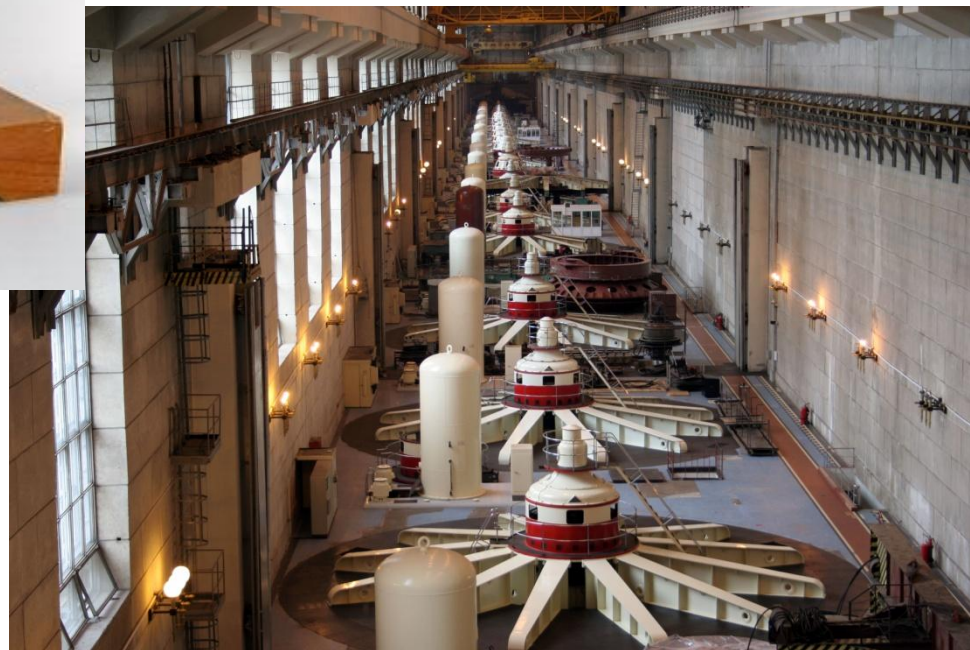


# ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

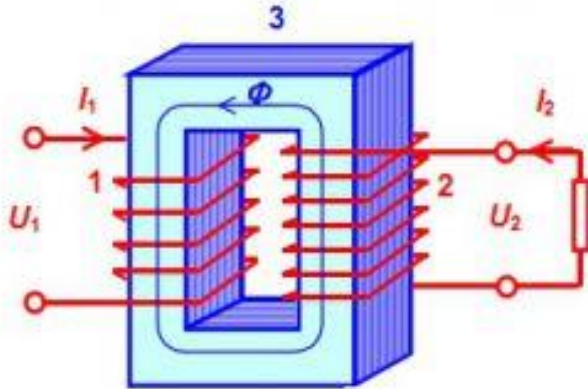




# Электрогенераторы



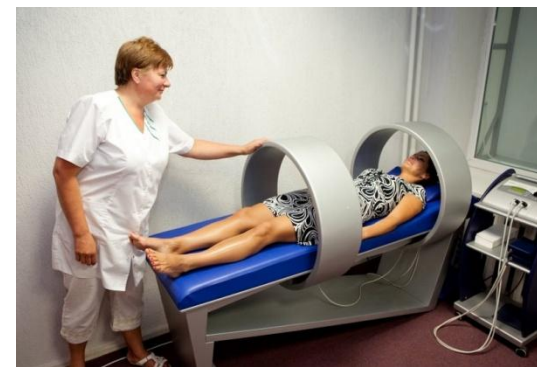
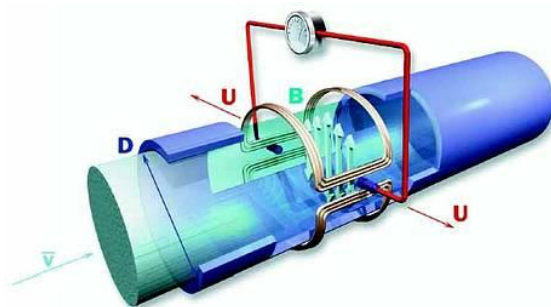
# Трансформаторы



# Металлоискатели



# Другие применения



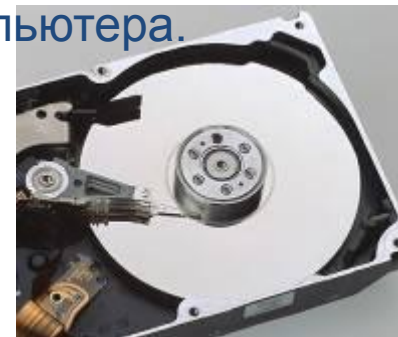
# Электромагнитная индукция в современном мире

Видеомагнитофон.



Детектор полицейского.

Жесткий диск компьютера.

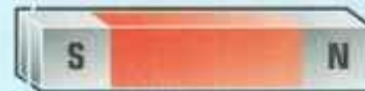
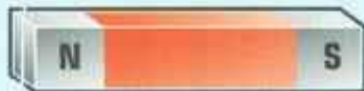
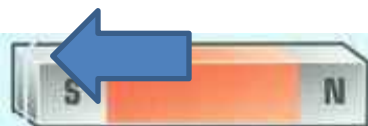


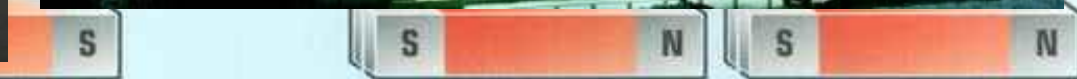
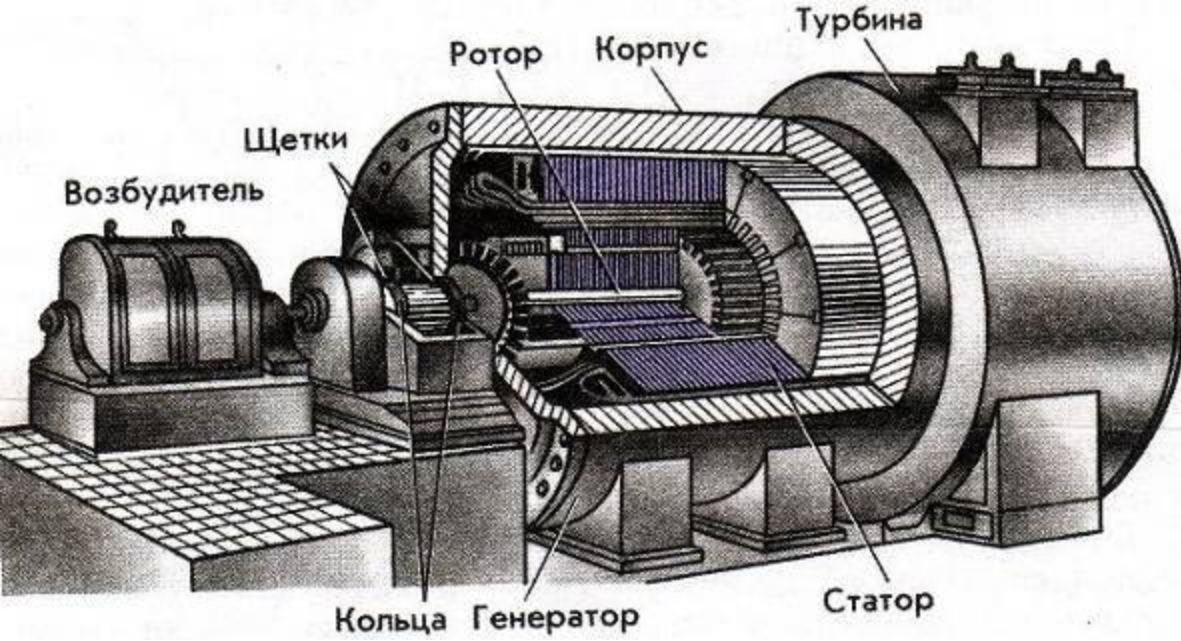
Поезд на магнитной подушке

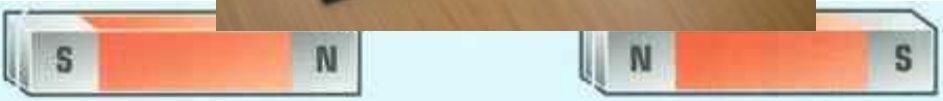


Маглев

Детектор металла в аэропортах







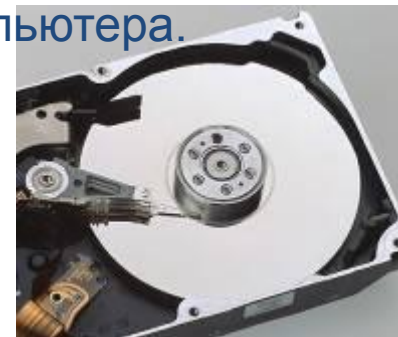
# Электромагнитная индукция в современном мире

Видеомагнитофон.



Детектор полицейского.

Жесткий диск компьютера.

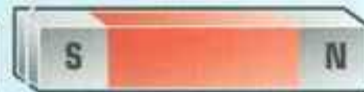
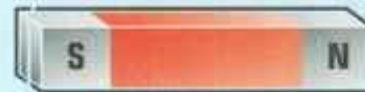
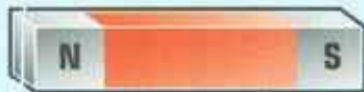
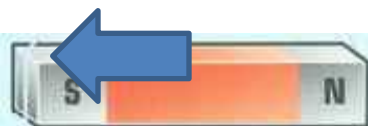


Поезд на магнитной подушке

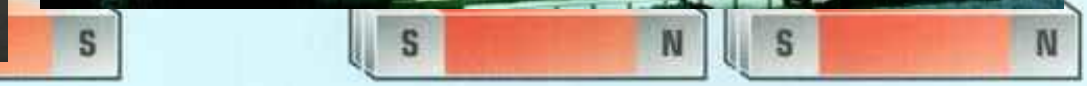
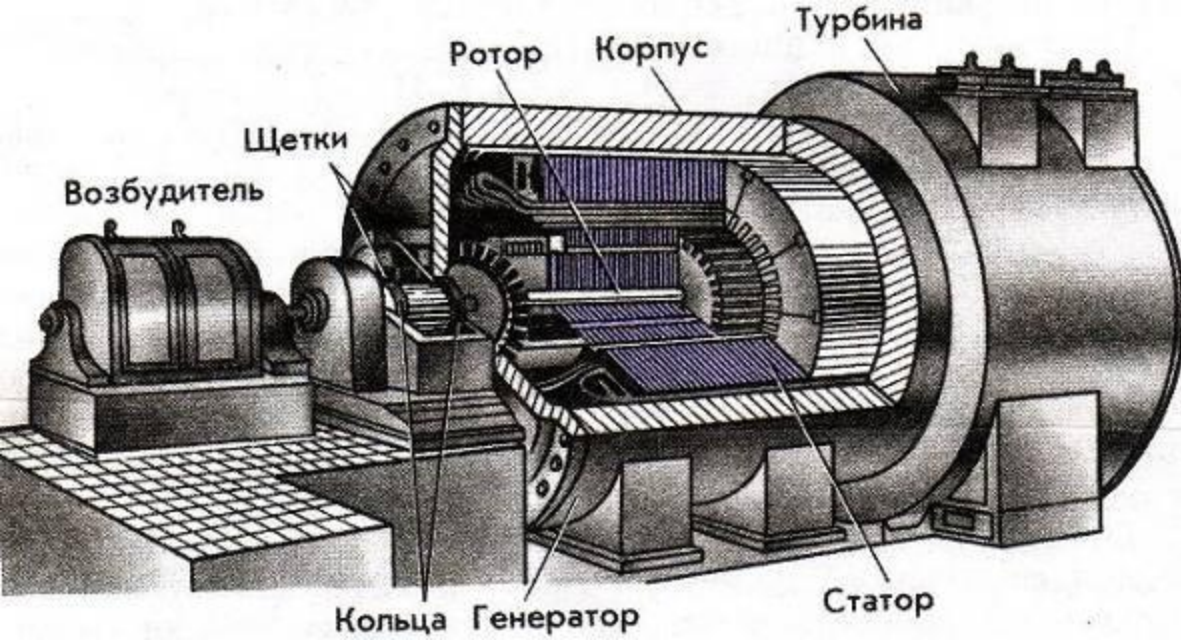


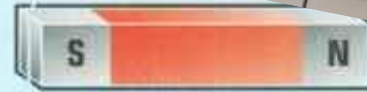
Маглев

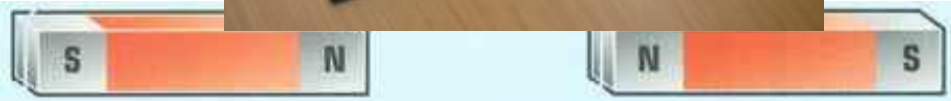
Детектор металла в аэропортах











### **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 см<sup>2</sup> 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.

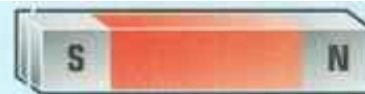
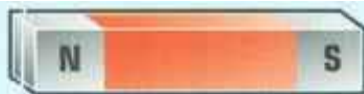
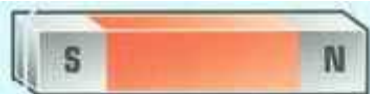
### **Вариант 3**

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?

	<b>I</b> вариант	<b>II</b> вариант	<b>III</b> вариант
<b>1</b>	0,029 м	6,67 мТл	0,15 В
<b>2</b>	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  
 $\Delta l$  – длина прямолинейного отрезка

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

$F_A$  – модуль силы Ампера

$B$  – магнитная индукция поля

$I$  – сила тока в проводнике

$\Delta l$  – длина прямолинейного отрезка проводника

$\alpha$  – 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

$\alpha$  – угол между вектором магнитной индукции и вектором скорости заряженной частицы

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

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

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