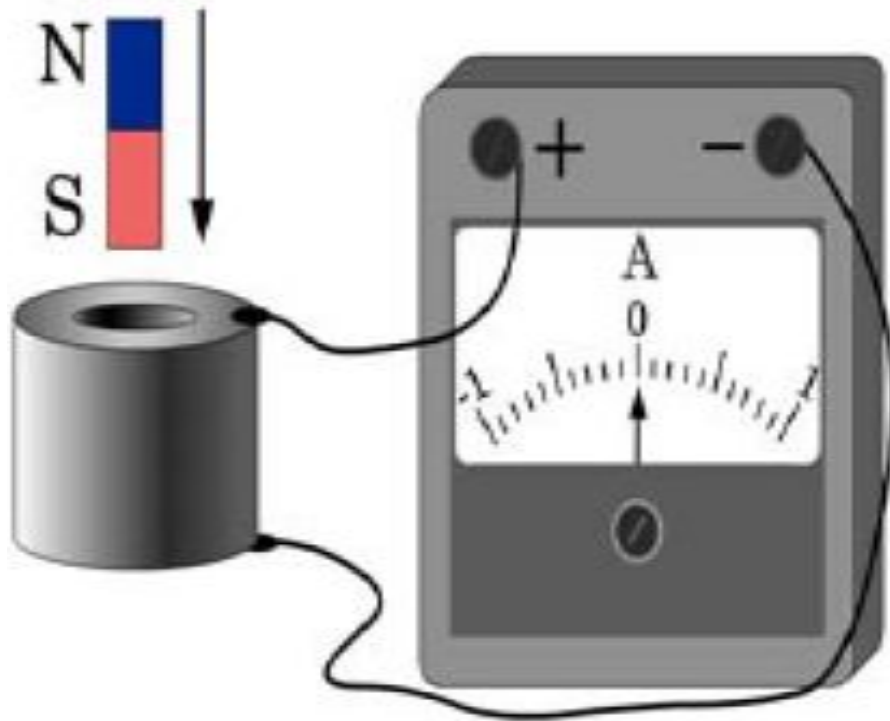


При внесении южного полюса магнита в катушку амперметр фиксирует возникновение индукционного тока. Что необходимо сделать, чтобы увеличить силу индукционного тока?



1. **увеличить скорость внесения магнита**
2. **вносить в катушку магнит северным полюсом**
3. **изменить полярность подключения амперметра**
4. **взять амперметр с меньшей ценой деления**

Катушка замкнута на гальванометр. В каких из перечисленных случаев в ней возникает электрический ток?

А) В катушку вдвигают электромагнит.

Б) В катушке находится электромагнит.

1. Только А.

2. Только Б.

3. В обоих случаях.

4. Ни в одном из перечисленных случаев.

Две одинаковые катушки А и Б замкнуты каждая на свой гальванометр. В катушку А вносят полосовой магнит, а из катушки Б вынимают такой же полосовой магнит. В каких катушках гальванометр зафиксирует индукционный ток?

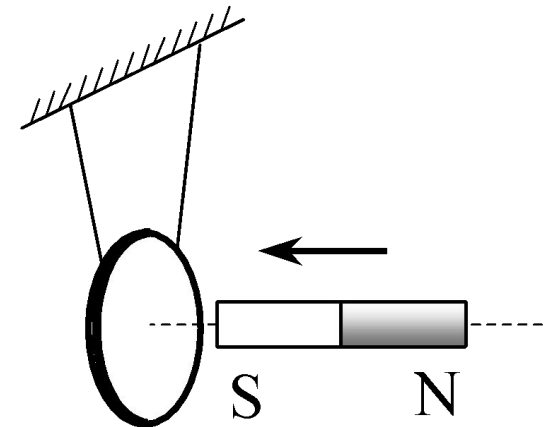
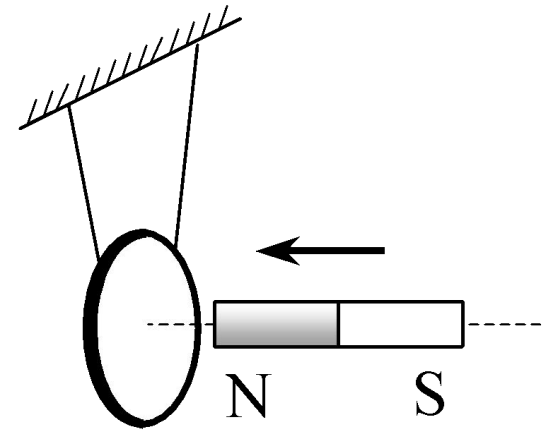
1. ни в одной из
2. в обеих катушках
3. только в катушке А
4. только в катушке

В металлическое кольцо в течение первых двух секунд вдвигают магнит, в течение следующих двух секунд магнит оставляют неподвижным внутри кольца, в течение последующих двух секунд его вынимают из кольца. В какие промежутки времени в катушке течет ток?

1. 0–6 с
2. 0–2 с и 4–6 с
3. 2–4 с
4. только 0–2 с

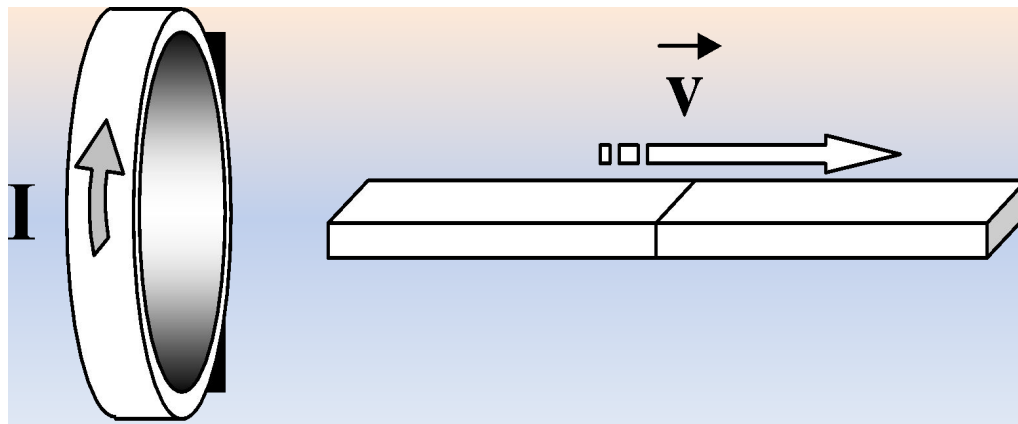
Постоянный магнит вводят в замкнутое алюминиевое кольцо на тонком длинном подвесе (см. рисунок). Первый раз – северным полюсом, второй раз – южным полюсом. При этом

1. в обоих опытах кольцо отталкивается от магнита
2. в обоих опытах кольцо притягивается к магниту
3. в первом опыте кольцо отталкивается от магнита, во втором – кольцо притягивается к магниту
4. в первом опыте кольцо притягивается к магниту, во втором – кольцо отталкивается от магнита



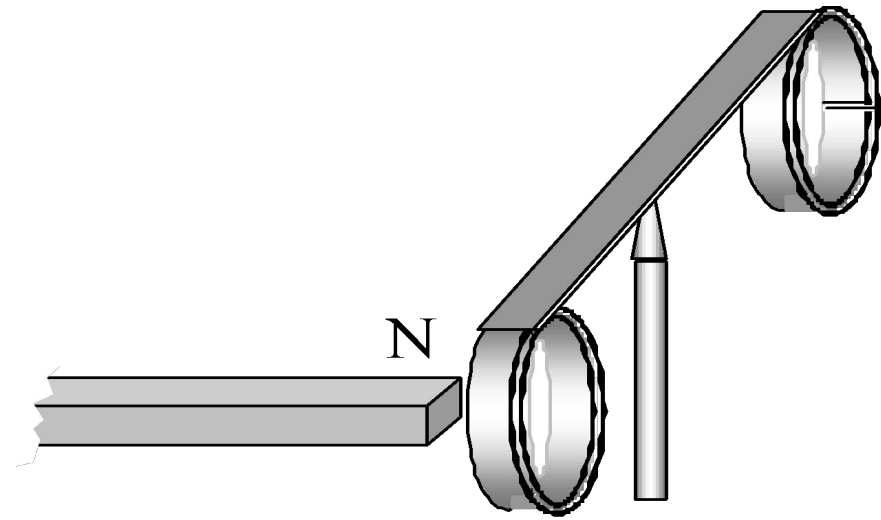
Магнит выводят из кольца так, как показано на рисунке. Какой полюс магнита ближе к кольцу?

1. северный
2. южный
3. отрицательный
4. положительный



На рисунке приведена демонстрация опыта по проверке правила Ленца.

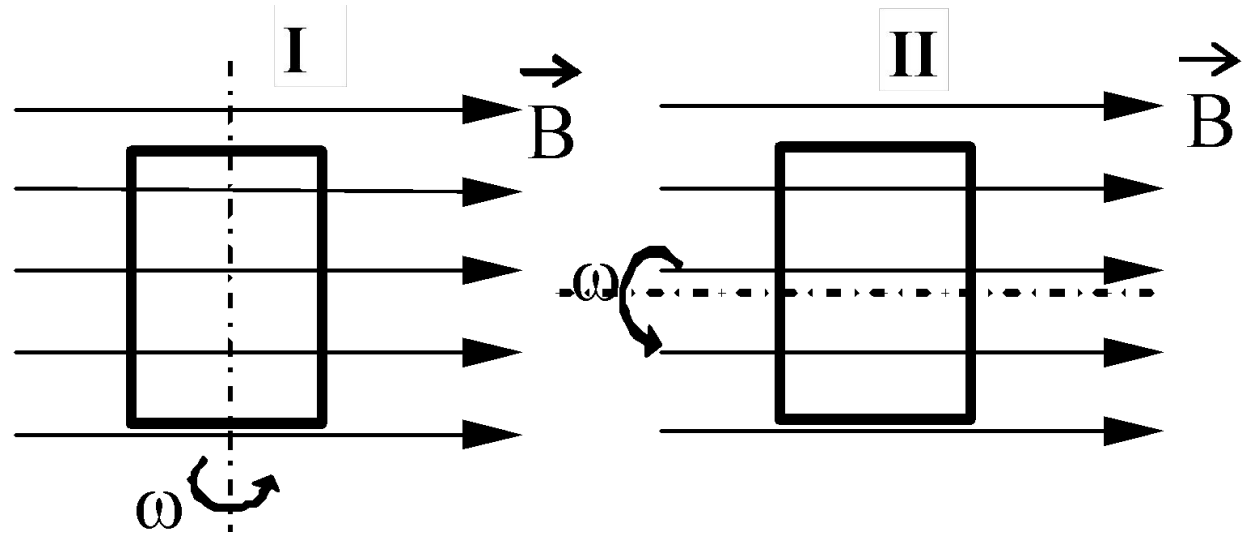
Опыт проводится со сплошным кольцом, а не разрезанным, потому что



1. сплошное кольцо сделано из стали, а разрезанное – из алюминия
2. в сплошном кольце не возникает вихревое электрическое поле, а в разрезанном – возникает
3. в сплошном кольце возникает индукционный ток, а в разрезанном – нет
4. в сплошном кольце возникает ЭДС индукции, а в разрезанном – нет

На рисунке показаны два способа вращения рамки в однородном магнитном поле. Ток в

рамке

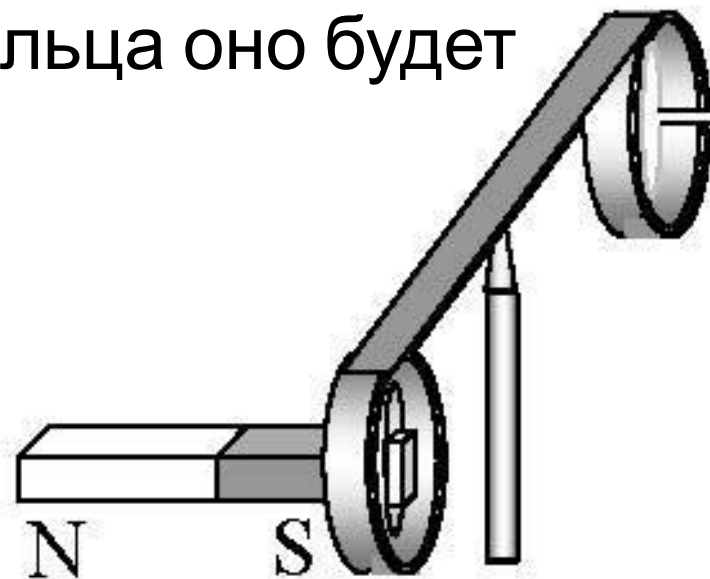


1. возникает в обоих случаях
2. не возникает ни в одном из случаев
3. возникает только в первом случае
4. возникает только во втором случае



На рисунке изображен момент демонстрационного эксперимента по проверке правила Ленца, когда все предметы неподвижны. Южный полюс магнита находится внутри сплошного металлического кольца, но не касается его. Коромысло с металлическими кольцами может свободно вращаться вокруг вертикальной опоры. При выдвигении магнита из кольца оно будет

1. оставаться неподвижным
2. двигаться против часовой стрелки
3. совершать колебания
4. перемещаться вслед за магнитом



# Закон ЭМИ

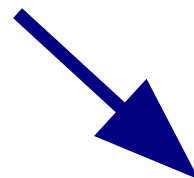
Возникновение индукционного

тока



Изменение магнитного

поля



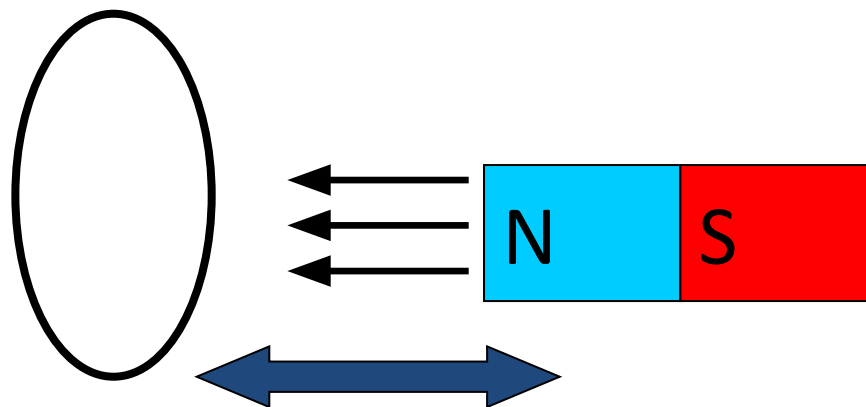
В пространстве

Во

времени

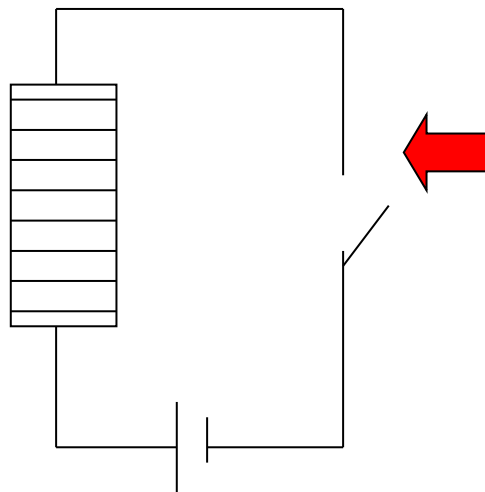
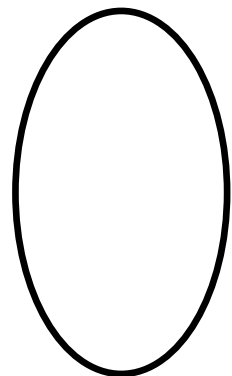
$\Delta \Phi$  в пространстве

Ток !



$\Delta \Phi$  во времени

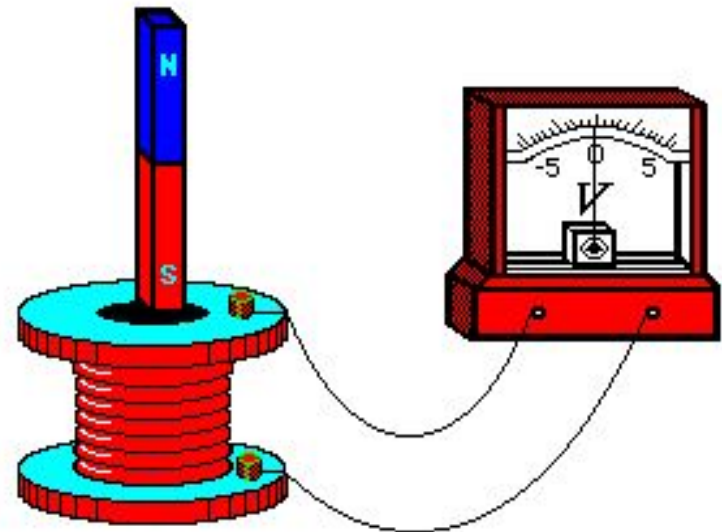
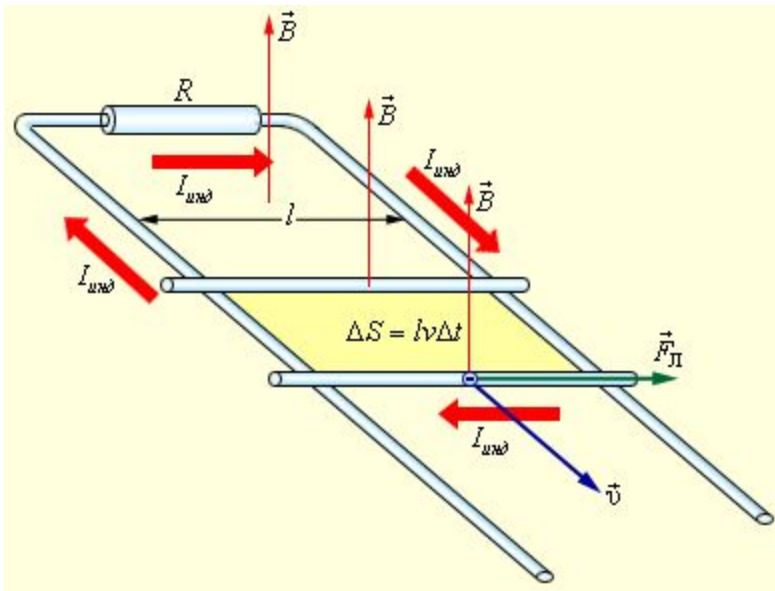
Ток !



**Изменение магнитного потока,  
пронизывающего замкнутый контур, может  
происходить **по двум причинам:****

**1. Магнитный поток  
изменяется  
вследствие  
перемещения контура  
или его частей в  
постоянном во**

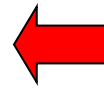
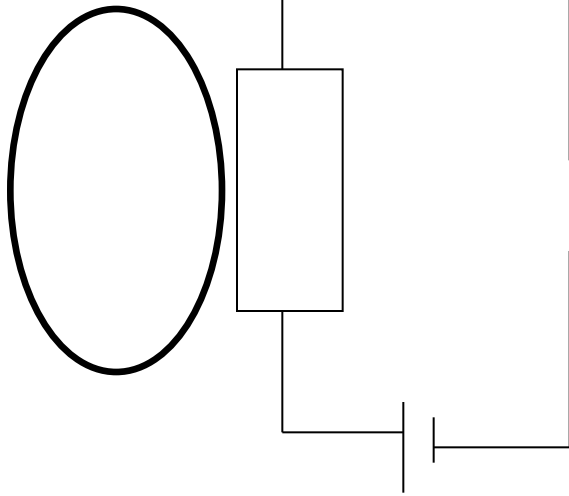
**• 2. Изменение во  
времени  
магнитного поля  
при неподвижном  
контуре.**



# $\varepsilon_i$ в неподвижном проводнике

Магнитное поле меняется во

Ток ! времени



При замыкании ключа  
заряды в проводнике  
начинают двигаться

Причина движения  
зарядов

?

Электрическое поле!

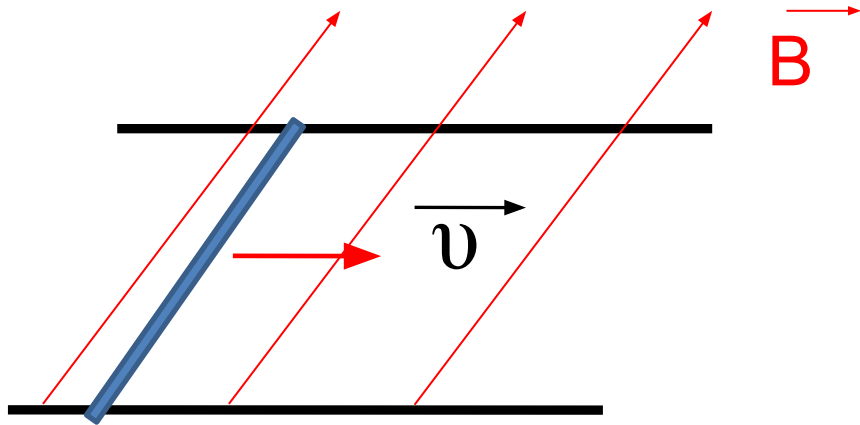
# $\varepsilon_i$ в неподвижном проводнике

- Переменное во времени магнитное поле порождает переменное электрическое поле.
- Такое электрическое поле называется

Сравнительные признаки	Вид поля		
	Электрическое	Магнитное	Вихревое электрическое
Источник поля	Неподвижный $q$	Движущийся $q$	$\sim$ Маг.поле
Работа поля	$=0$ (потенциально)	$\neq 0$ (не потенциально)	$\neq 0$ (не потенциально)



# $\varepsilon_i$ в движущемся проводнике



- Двигается проводник  
 $\Rightarrow$  движутся  $q$  отн. магнитного поля.  
 **$\Rightarrow$  Сила Лоренца!**

**Причина появления  $\varepsilon_i$  -- сила Лоренца!**

## $\varepsilon_i$ в движущемся проводнике

$$F_{\text{л}} = qvB \sin \alpha$$

$$\varepsilon_i = \frac{A}{q} = \frac{F_{\text{л}} l}{q} = \frac{qvB l \sin \alpha}{q} = vB l \sin \alpha$$

$$\varepsilon_i = vB l \sin \alpha$$

# Электромагнитная индукция

**Электромагнитная индукция** -

физическое явление, заключающееся в возникновении вихревого электрического поля (ЭДС индукции), вызывающего электрический ток в замкнутом контуре при изменении потока магнитной индукции через поверхность, ограниченную этим контуром.

Ток, возникающий в замкнутом контуре, называется **ИНДУКЦИОННЫМ**.

# Закон Ома

$$I = \frac{\varepsilon_i}{R}$$

R не зависит от изменения магнитного потока, то  $I \sim \varepsilon$   
(ЭДС)

$$\left. \begin{array}{l} I \sim \varepsilon_i \\ I \sim \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \end{array} \right\} \varepsilon_i \sim \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

# Закон ЭМИ

$[\varepsilon_i] = [V]$  – ЭДС индукции

$$\varepsilon_i = \left| -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \quad \varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  – скорость изменения магнитного потока

Закон ЭМИ: ЭДС индукции в контуре равна (по модулю) скорости изменения магнитного потока сквозь поверхность, ограниченную этим контуром

# Закон ЭМИ

$$\varepsilon_i = N \left| - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$$

N- ЧИСЛО ВИТКОВ В КАТУШКЕ

# Задача

Проволочная рамка, площадь поверхности которой  $100 \text{ см}^2$ , содержит 50 витков провода. Рамка расположена в магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. При повороте рамки магнитный поток через её поверхность убывает до нуля за  $0,1 \text{ с}$ , и в рамке возникает ЭДС индукции, равная  $0,5 \text{ В}$ . Определите индукцию магнитного поля.

## Задача № 2

Определить разность потенциалов на концах оси железнодорожного вагона, длина которой 1,6 м, если скорость поезда 54 км/ч, а вертикальная составляющая магнитного поля Земли 20 мкТл.