

# Диктант

---

1. Что называется магнитным полем ?
2. Магнитное поле создается...
3. Какое явление наблюдают в опыте Эрстеда?
4. Линии однородного магнитного поля расположены...
5. Что называется магнитным потоком?



# Электромагнитная индукция

11 класс

# Открытие электромагнитной индукции

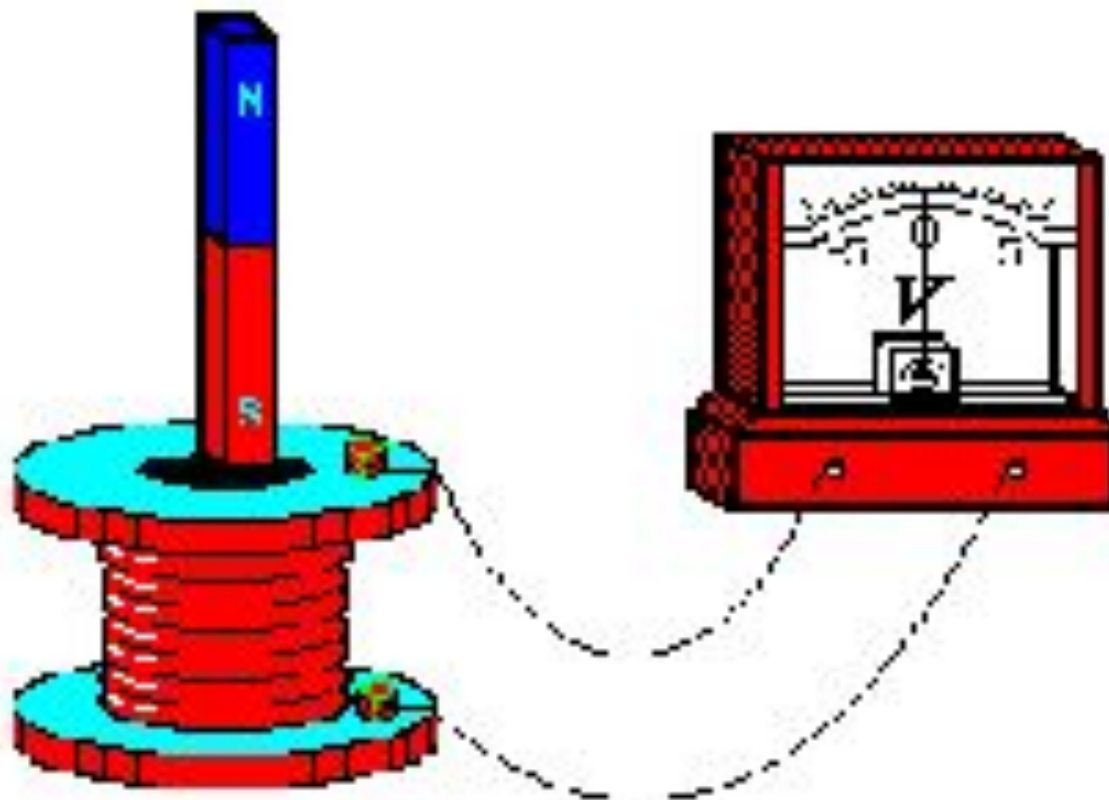
---

- 29 августа 1831 г.  
Майкл Фарадей
- В основе опытов Фарадея лежала идея, что если вокруг проводника с током возникает магнитное поле, то должно существовать и обратное явление – возникновение электрического тока в замкнутом проводнике под действием магнитного поля.



# Опыты Фарадея

---



# Электромагнитная индукция

---

- ▣ **Электромагнитная индукция** - физическое явление, заключающееся в возникновении вихревого электрического поля, вызывающего электрический ток в замкнутом контуре при изменении потока магнитной индукции через поверхность, ограниченную этим контуром.
- ▣ Ток, возникающий в замкнутом контуре, называется **индукционным** .



## **Правило Ленца**



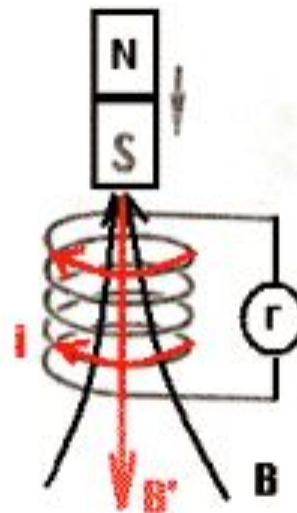
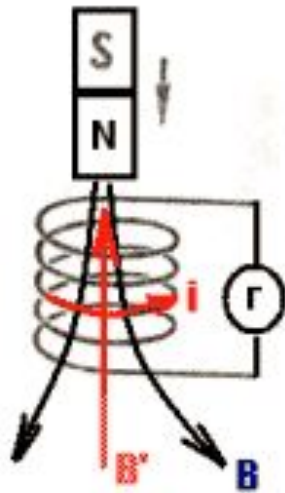
Э.Х.Ленц  
1804 – 1865 г.г.,  
академик,  
ректор  
Петербургского  
Университета



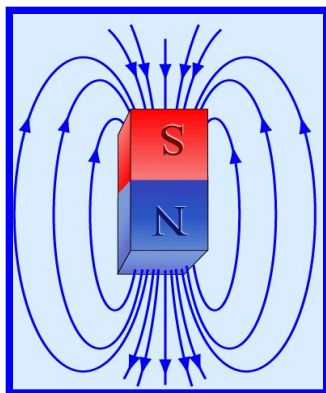
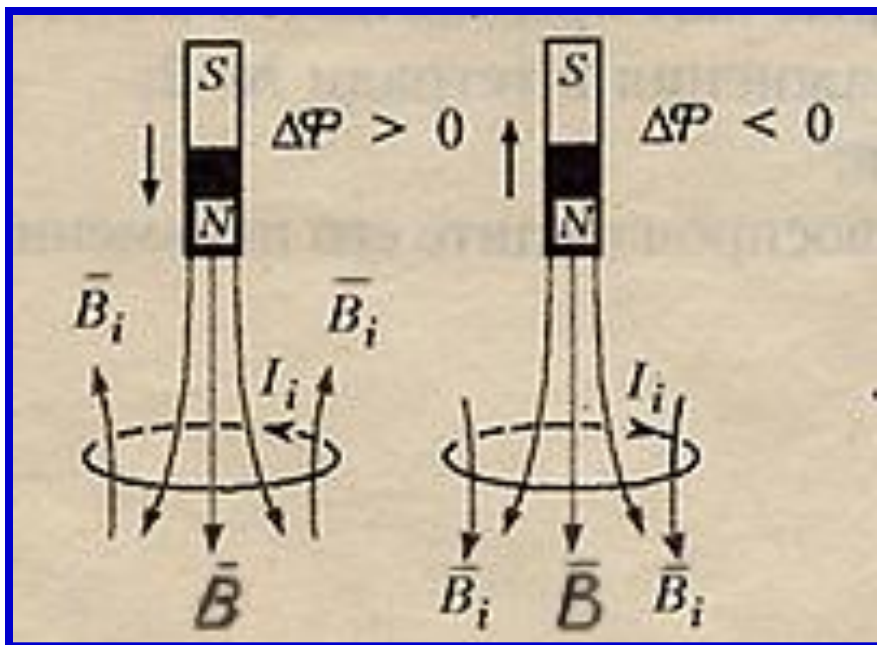
**Индукционный  
ток  
всегда имеет  
такое  
направление,  
при котором  
возникает  
противодействи  
е  
причинам,**

# Правило Ленца

- Для определения направления индукционного тока в замкнутом контуре используется правило Ленца: Индукционный ток имеет такое направление, что созданный им магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром, препятствует изменению магнитного потока, вызвавшего этот ток.



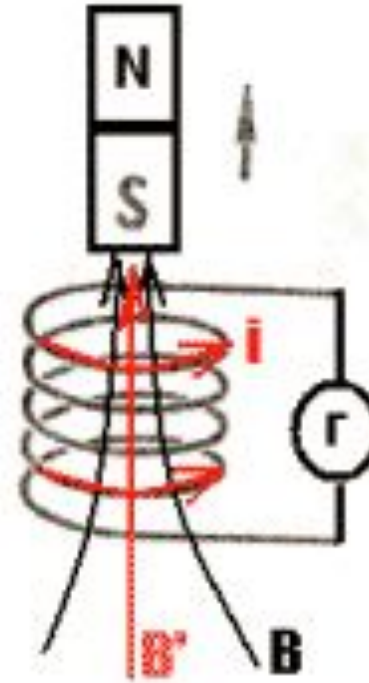
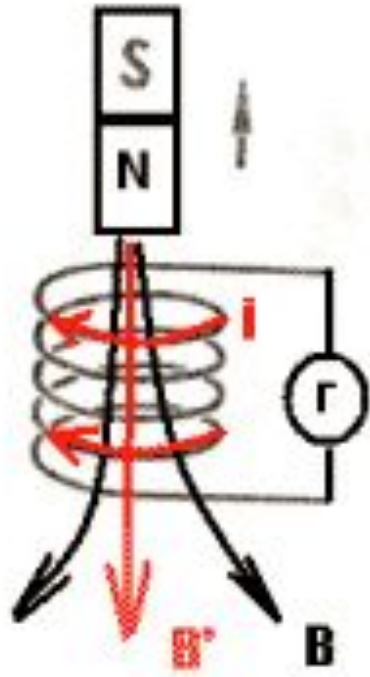
## Алгоритм определения направления направления индукционного тока



$\Delta\Phi$  характеризуется изменением числа линий  $B$ , пронизывающих контур.

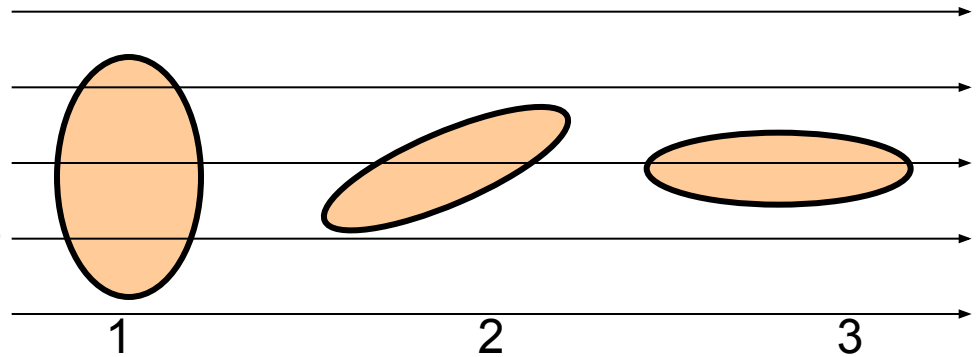
1. Определить направление линий индукции внешнего поля  $B$  (выходят из  $N$  и входят в  $S$ ).
2. Определить, увеличивается или уменьшается магнитный поток через контур (если магнит вдвигается в кольцо, то  $\Delta\Phi > 0$ , если выдвигается, то  $\Delta\Phi < 0$ ).
3. Определить направление линий индукции магнитного поля  $B'$ , созданного индукционным током (если  $\Delta\Phi > 0$ , то линии  $B$  и  $B'$  направлены в противоположные стороны; если  $\Delta\Phi < 0$ , то линии  $B$  и  $B'$  сонаправлены).
4. Пользуясь правилом буравчика (правой руки), определить направление



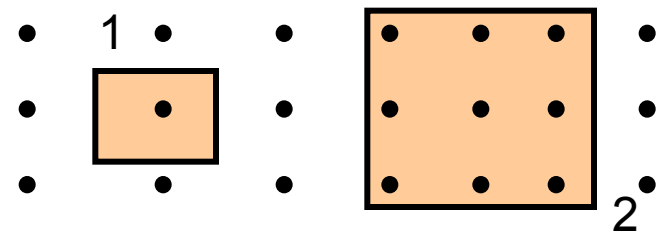


1. От чего зависит магнитный поток, пронизывающий площадь контура, помещённого в магнитного поля?

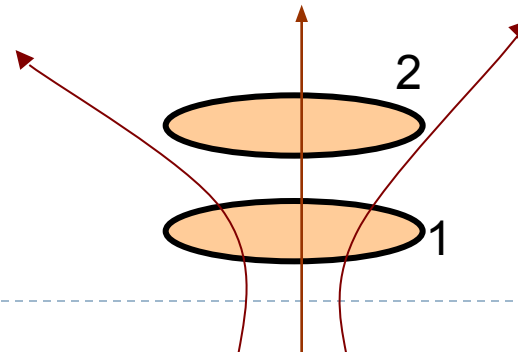
2. Что можно сказать о магнитном потоке, пронизывающем площадь контура в случае 1, 2, 3?



3. Что можно сказать о магнитном потоке, пронизывающем площадь контура в случае 1, 2?



4. В каком случае магнитный поток пронизывающий площадь контура больше?



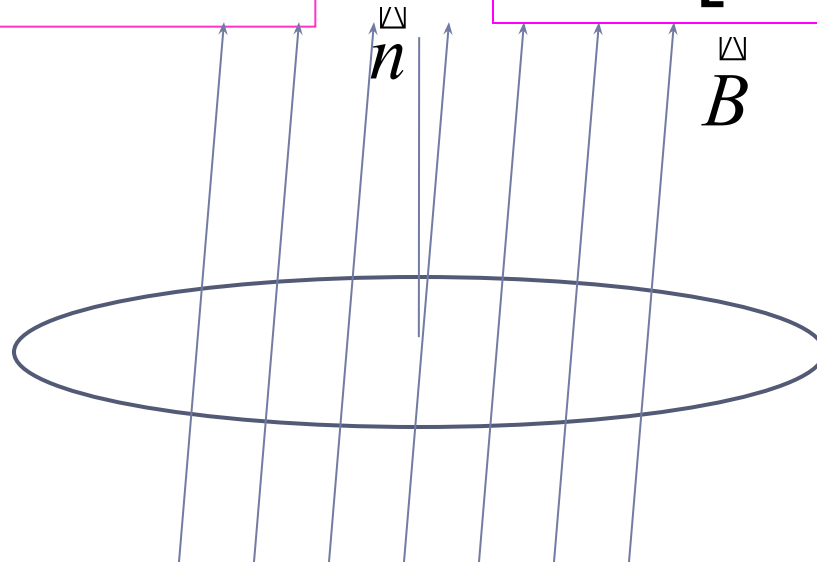
# Магнитный поток

---

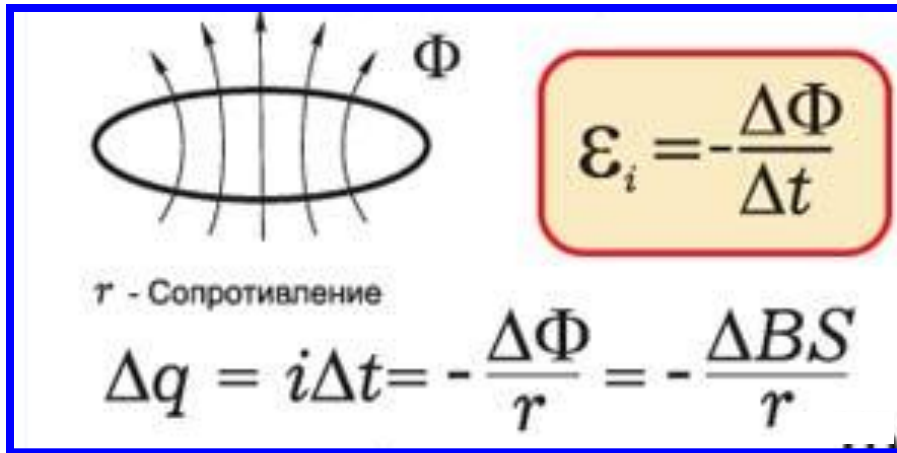
Магнитным потоком  $\Phi$  через поверхность площадью  $S$  называют величину, равную произведению модуля вектора магнитной индукции  $B$  на площадь  $S$  и косинус угла  $\alpha$  между векторами  $B$  и  $n$ .

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

$$\Phi = [1Bб](\text{веббер})$$



# *Закон электромагнитной индукции*



*Направление индукционного тока (так же, как и величина ЭДС), считается положительным, если оно совпадает с выбранным направлением обхода контура.*

***ЭДС электромагнитной индукции в замкнутом контуре численно равна и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром.***

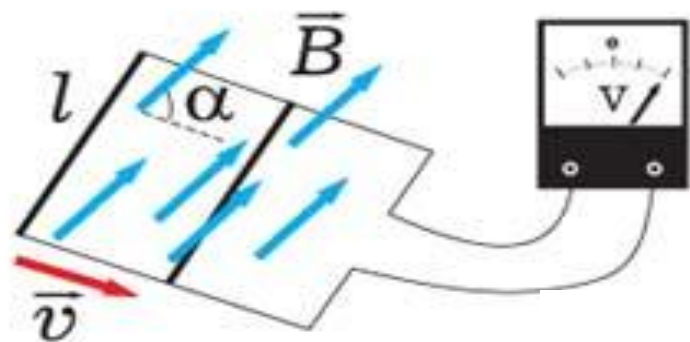
# Вихревое поле

---

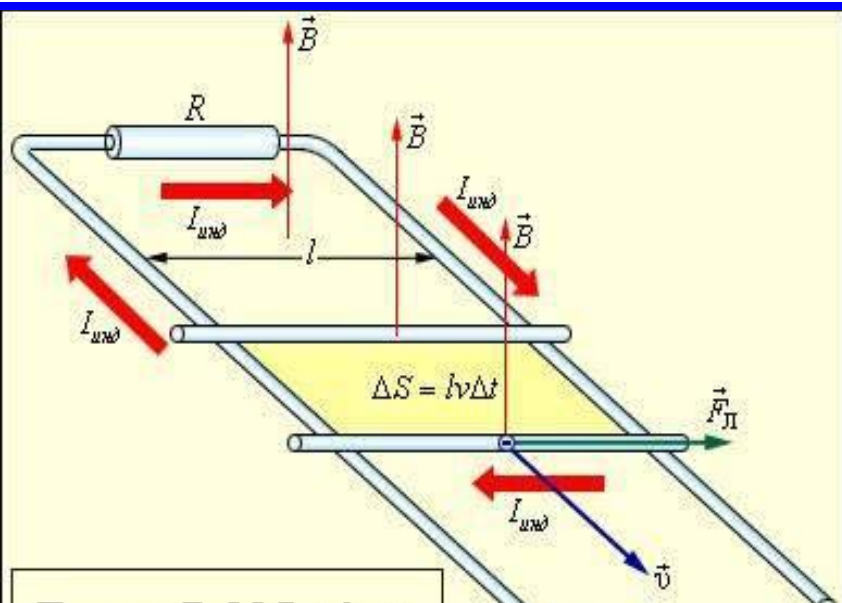
Основные свойства поля	Вид поля		
	Электрическое	Магнитное	Вихревое электрическое
Источник поля			
Индикатор поля			
Линии поля			



## ЭДС индукции в движущихся проводниках



$$\mathcal{E}_i = Blv \sin \alpha$$



При движении проводника в магнитном поле со скоростью  $v$  вместе с ним с той же скоростью движутся «+» и «-» заряды, находящиеся в проводнике.

На них в магнитном поле в противоположные стороны действует сила Лоренца, что приводит к перераспределению зарядов - возникает ЭДС.

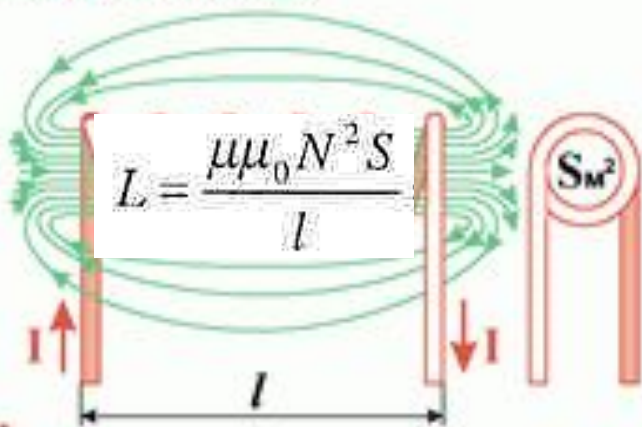
# Индуктивность

$\Phi = LI$ , где  $L$  - индуктивность контура

$$\mathcal{E}_{si} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad (\text{при } L = \text{const})$$

Единица измерения  $[L] = \left[ \frac{\Phi}{I} \right] = \frac{1 \text{ Вб}}{1 \text{ А}} = 1 \text{ Гн}$

Индуктивность соленоида



$$B = \mu\mu_0 n I$$

Магнитный поток через один виток  $\Phi_1 = BS = \mu\mu_0 n IS$

Полный поток

$$\Phi = N\Phi_1 = n l BS = \mu\mu_0 n^2 I V,$$

$n$  - число витков на единицу длины

Отсюда :

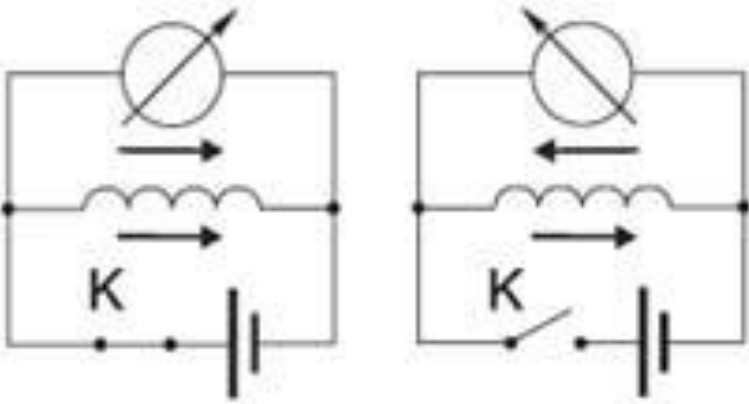
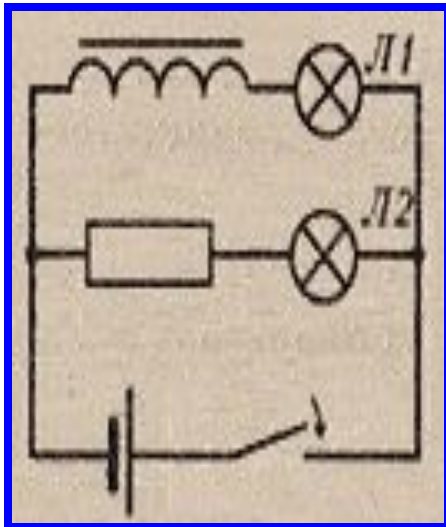
$$L = \mu\mu_0 n^2 V$$

**Индуктивностью** контура  $L$  называют коэффициент пропорциональности между силой тока в проводящем контуре и созданным им магнитным потоком, пронизывающим этот контур.

$L$  зависит лишь от **формы и размеров** проводящего контура, а также **магнитной проницаемости** среды, в которой он находится.

# Самоиндукция

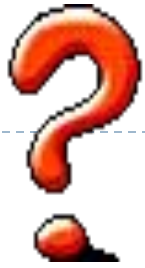
**САМОИНДУКЦИЯ**


$$\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$
$$\Phi = LI$$
$$W = \frac{LI^2}{2}$$
$$\omega = \frac{B^2}{2\mu_0\mu}$$


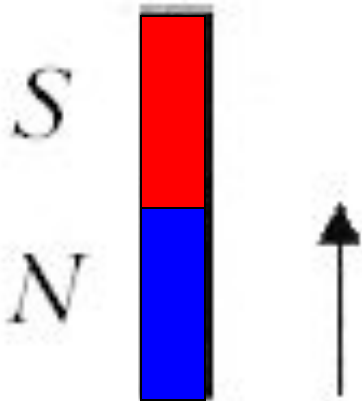
**Самоиндукция** – возникновение ЭДС индукции в проводящем контуре при изменении в нём силы тока.

Лампа Л1 будет загораться позже лампы Л2, т.к. возникающая ЭДС самоиндукции, будет препятствовать нарастанию тока в цепи.

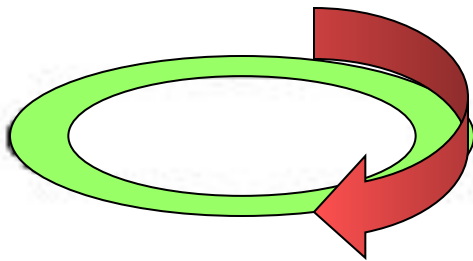


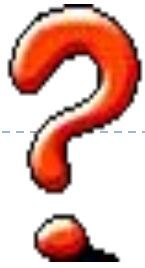


*1. Определите направление  
индукционного тока  
в контуре*



- А) ток направлен по часовой стрелке;**
- 
- Б) ток направлен против часовой стрелки.**



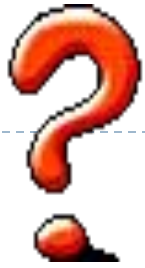


*2. По направлению индукционного тока определите направление движения магнита*

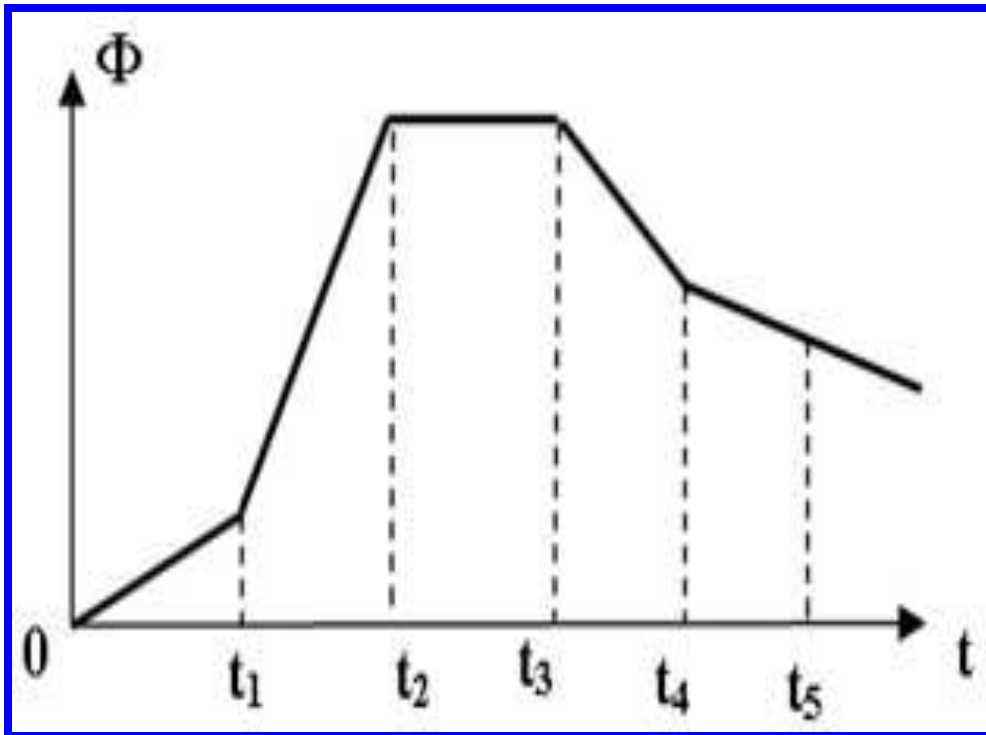


**А) магнит вдвигается в контур;**

**Б) магнит выдвигают из контура.**

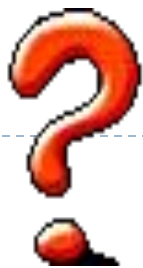


*3. В какой промежуток времени модуль ЭДС индукции имеет минимальное значение?*

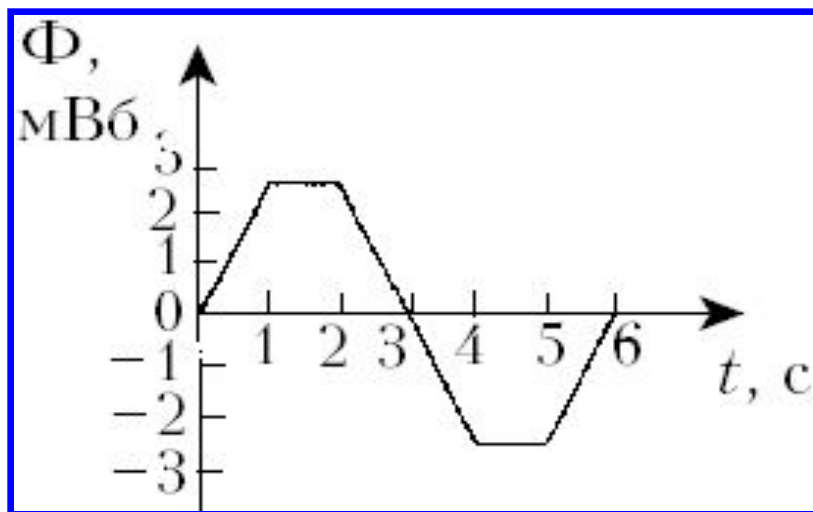


- А)  $0 - t_1$
- Б)  $t_1 - t_2$
- В)  $t_2 - t_3$
- Г)  $t_3 - t_4$
- Д)  $t_4 - t_5$



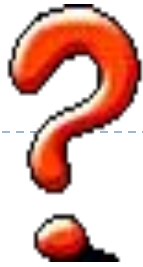


**4. Чему равен модуль ЭДС индукции в промежутки времени от 1с до 2с, от 4с до 5с?**

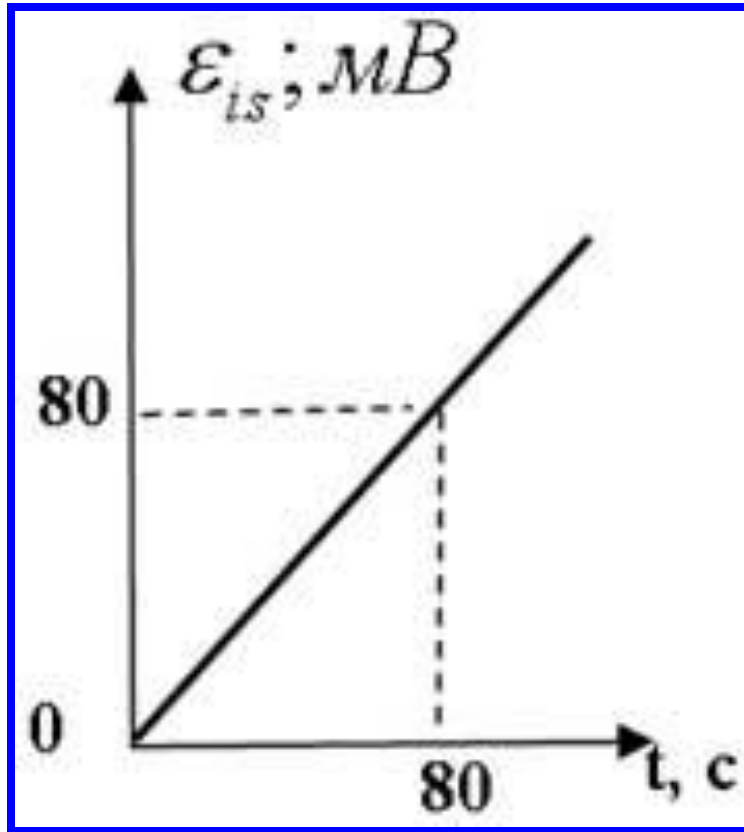


$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = 2,5 \text{ мВб} - 2,5 \text{ мВб} / 2\text{с} - 1\text{с} = 0 / 1\text{с} = 0$$



**5. Определите изменение магнитного потока через контур.**



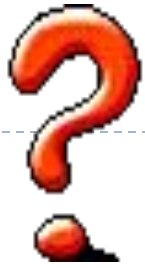
А)  $\Delta\Phi = 80 \text{ мВб}$

Б)  $\Delta\Phi = 6400 \text{ мВб}$

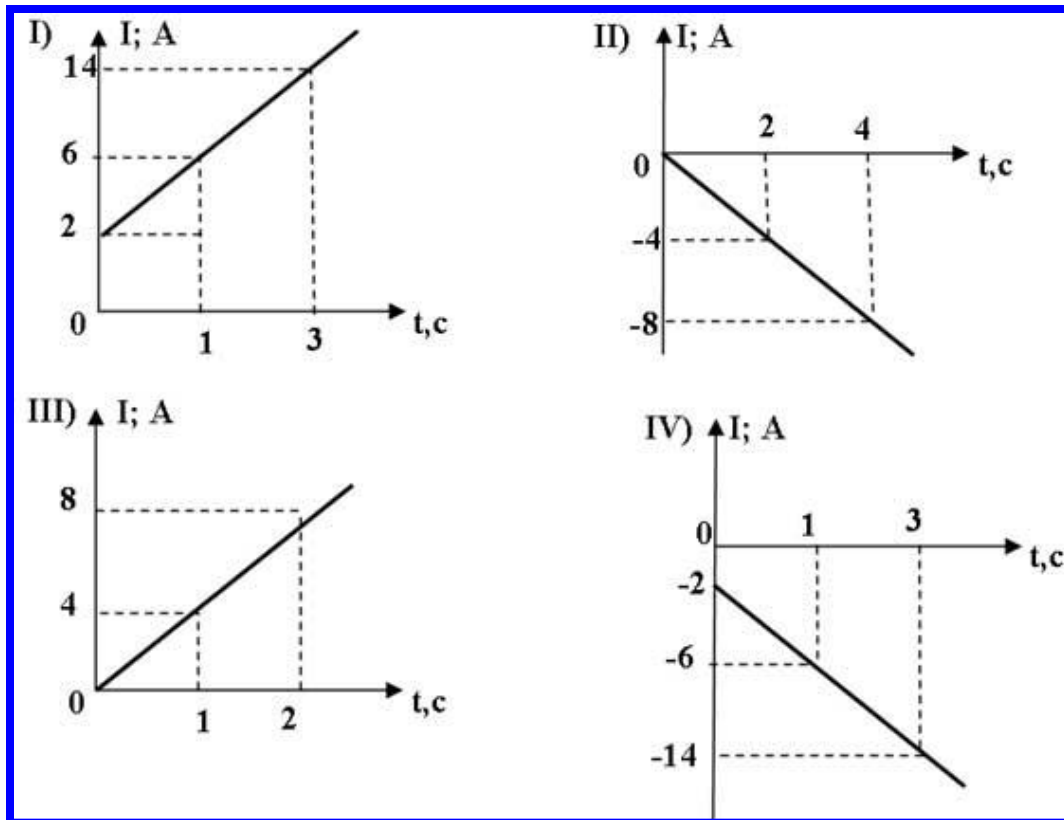
В)  $\Delta\Phi = 64 \text{ мВб}$

Г)  $\Delta\Phi = 6,4 \text{ Вб}$

Д)  $\Delta\Phi = 6,4 \text{ мВб}$



*6. В каком случае ЭДС индукции в контуре принимает наибольшее значение?*

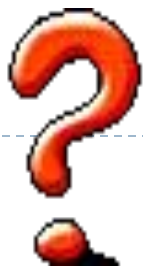


**A) I**

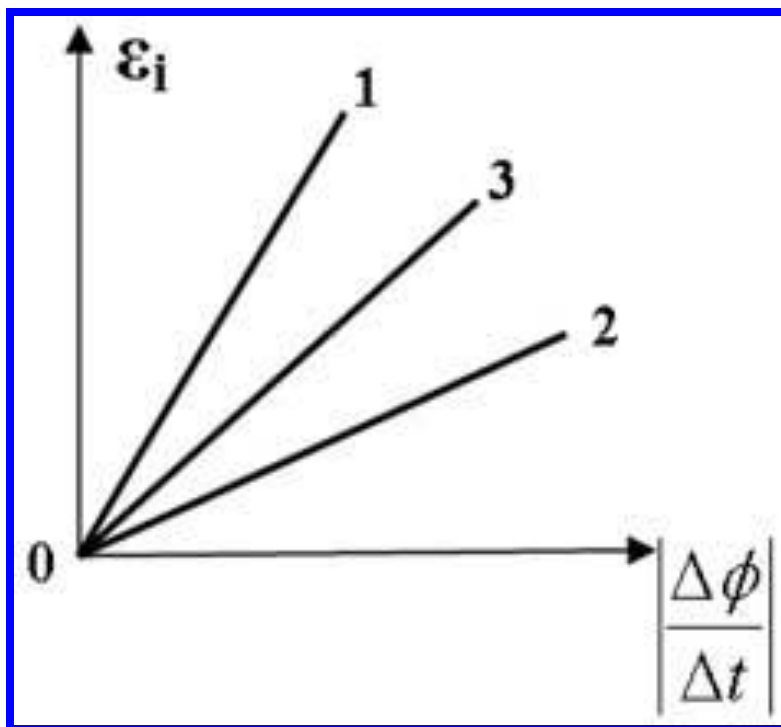
**Б) II**

**В) III**

**Г) IV**



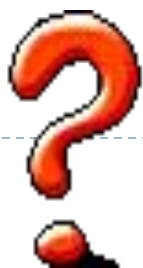
*7. В каком случае контур обладает наибольшей индуктивностью?*



**A) 1**

**Б) 2**

**В) 3**



## 8. Решите задачу

Дано:

$$\mathbf{B} \parallel \mathbf{n},$$

$$\Delta B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл},$$

$$\Delta t = 0,1 \text{ с},$$

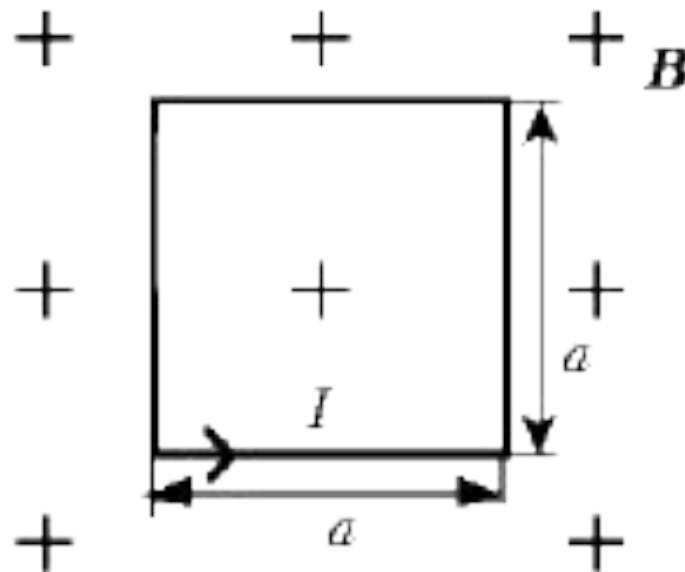
$$Q = 0,1 \text{ Дж},$$

$$S = 10^{-6} \text{ м}^2,$$

$$\rho = 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

---

$$a = ?$$





*Домашнее задание:*

*§ 8-17,*

*упражнение 2.*

*Желаю успехов!!!*

