



# ВИХРЕВОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

Собянина Арина  
11 класс

# Изменение магнитного потока через контур может происходить:

- 1) Если неподвижный проводник помещён в изменяющееся во времени поле.
- 2) Если проводник движется в магнитном поле, которое может не меняться со временем.

Происхождение ЭДС в обоих случаях различно.

Переменное магнитное поле порождает



Вихревое электрическое поле действует на



Электроны в неподвижном проводнике приходят в движение



Возникает индукционный ток

# Гипотеза Дж. Максвелла

Изменяясь во времени, магнитное поле порождает электрическое поле.

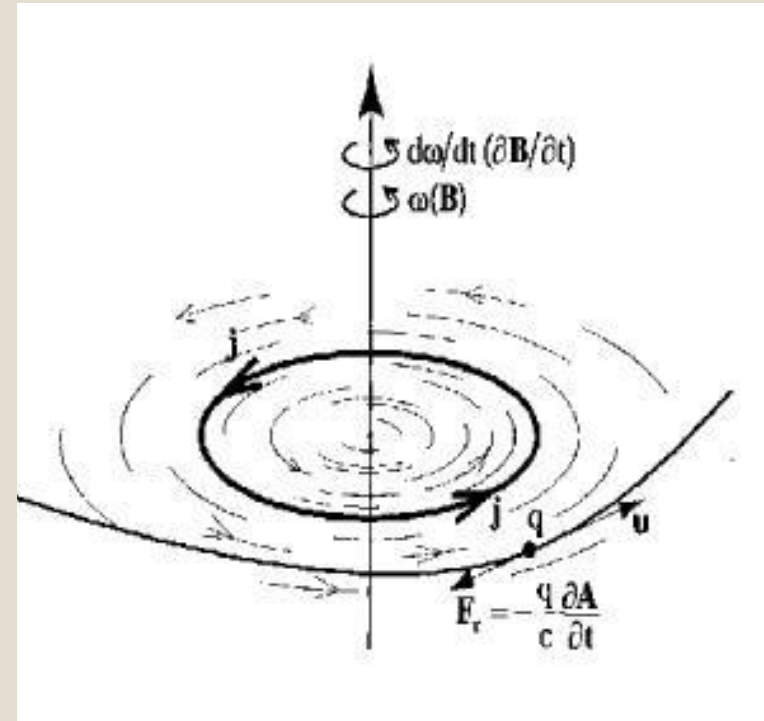
Сущность явления э/м индукции в неподвижном проводнике

- СОСТОИТ НЕ СТОЛЬКО В ПОЯВЛЕНИИ ИНДУКЦИОННОГО ТОКА, СКОЛЬКО В ВОЗНИКНОВЕНИИ ВИХРЕВОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ, КОТОРОЕ ПРИВОДИТ В ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗАРЯДЫ.

$$\Delta B \rightarrow \vec{E}_{\text{вихр.}} \rightarrow I_i$$

# Вихревое электрическое поле

- Вихревое поле - электрическое поле, созданное переменным магнитным полем. Всегда возникает при изменении магнитного поля.



# Свойства вихревого электрического поля

- **Не связано с электрическими зарядами**, его линии напряжённости замкнуты на себя
- **Непотенциально** ( $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \neq 0$  по замкнутому контуру). Работа вихревого электрического поля при перемещении единичного положительного заряда вдоль замкнутого неподвижного проводника численно равна ЭДС индукции в этом проводнике
- Силовые линии **не пересекаются**
- Направление силовых линий напряжённости совпадает с направлением индукционного тока

- Чем быстрее меняется магнитная индукция, тем больше напряженность электрического поля

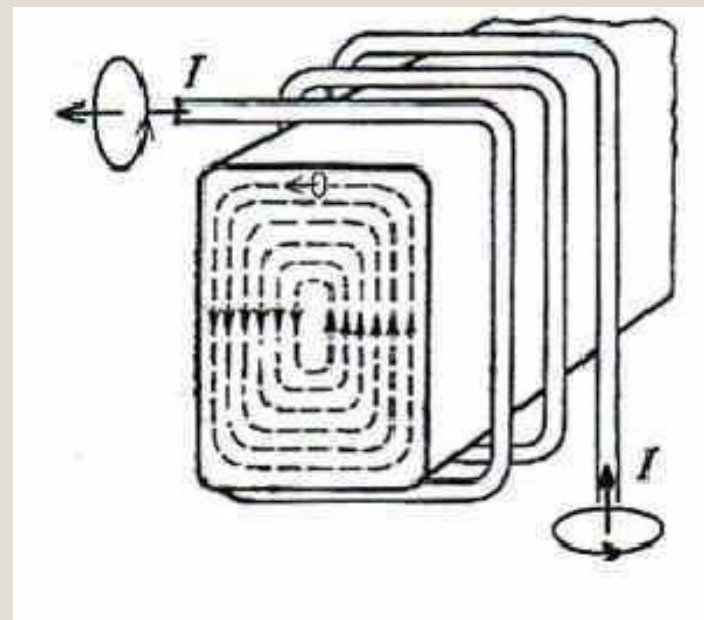
$$E_{\text{вихр.}} \sim \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

## Согласно правилу Ленца



# Индукционные токи в массивных проводниках

- Токи Фуко - замкнутые индукционные токи в массивных проводниках, которые возникают под действием вихревого электрического поля, порождаемого переменным магнитным полем.
- Достигают большого числового значения, т. к. сопротивление массивных проводников мало.
- Возникновение токов Фуко часто приводит к бесполезным и нежелательным потерям энергии на выделение тепла. Для уменьшения этих потерь сердечники устройств делают не сплошными, а состоящих из отдельных изолированных пластин.





# Применение токов Фуко

- Для нагревания проводников (индукционные печи, плавка металлов)
- Детекторы металла на входе в здания аэровокзалов, театров
- для торможения вращающихся массивных деталей
- промышленности для рассеивания нежелательной энергии



# Ферриты



- Ферриты - ферромагнитные материалы, не проводящие электрического тока; магнитные изоляторы.
- Представляют собой химические соединения оксидов железа с оксидами других веществ.
- При перемагничивании в ферритах не возникают вихревые токи, поэтому потеря энергии сводится к минимуму.
- Ферриты можно быстро перемагничивать, т. к. в них вихревые токи очень малы.
- Из ферритов делают сердечники высокочастотных трансформаторов, магнитные антенны транзисторов.

# МИНИ-ТЕСТ

1. Чем вихревое поле отличается от электростатического?

- 1) Ничем
- 2) Линии вихревого поля замкнуты
- 3) Вихревое поле не совершает работу по перемещению заряда

2. Переменное магнитное поле порождает

- 1) Постоянное магнитное поле
- 2) Электростатическое поле
- 3) Вихревое электрическое поле

3.Изменяясь во времени, магнитное поле порождает электрическое поле. Кто первый пришёл к такому выводу?

- 1) Дж. Максвелл
- 2) М. Фарадей
- 3) Х. А. Лоренц

4.Индикатором вихревого поля является

- 1) Ток
- 2) Электрические заряды
- 3) магнит

5. Чем быстрее меняется магнитная индукция, тем больше

- 1) Сопротивление э/п
- 2) Напряжённость э/п
- 3) Сила тока э/п

6. При возрастании магнитной индукции направление вектора напряжённости э/п образует с направлением вектора индукции

- 1) Правый винт
- 2) Средний винт
- 3) Левый винт

7. При убывании магнитной индукции направление вектора напряжённости э/п образует с направлением вектора индукции

- 1) Правый винт
- 2) Средний винт
- 3) Левый винт

8. Работа вихревого электрического поля по замкнутому контуру

- 1) Равна нулю
- 2) Не равна нулю
- 3) Бывает равна и не равна нулю в зависимости от условий

9. Почему индукционные токи достигают в массивных проводниках большого числового значения?

- 1) Их сопротивление мало
- 2) Их теплопроводность большая
- 3) Их плотность большая

10. Ферриты относят к

- 1) Парамагнетикам
- 2) Диамагнетикам
- 3) Ферромагнетикам

# ОТВЕТЫ

◦1-2

6-3

◦2-3

7-1

◦3-1

8-2

◦4-2

9- 1

◦5-2

10-3