

## Задание к лекции

1. Перечислите свойства электрического потенциального и вихревого электрического полей.  
Св-а потенциального:
  - создается электрическими зарядами
  - линии напряженности разомкнуты, начинаются на положительных зарядах и заканчиваются на отрицательных.
  - работа, совершаемая в потенциальном поле, при перемещении единичного положительного заряда по замкнутому контуру равна 0

Св-а вихревого:

- вихревое электрическое поле создается изменяющимся магнитным полем
- линии напряженности замкнуты
- работа, совершаемая в вихревом поле, при перемещении единичного положительного заряда по замкнутому контуру равна э. д. с. Индукции
- Направление вектора напряженности вихревого электрического поля устанавливается в соответствии с законом электромагнитной индукции Фарадея и правилом Ленца
- Направление силовых линий вихревого эл. поля совпадает с направлением индукционного тока.

2. Запишите все уравнения Максвелла в дифференциальной форме и поясните смысл каждого

1.

$$\operatorname{div} \vec{D} = \rho$$

Дивергенция электрического поля равняется плотности заряда. Уравнение является дифференциальной формулировкой теоремы Гаусса для электрических полей.

Устанавливает связь между объемной плотностью заряда  $\rho$  и изменением напряженности  $\vec{D}$  в окрестности данной точки пространства.

2.

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

Можно создать электрическое поле, изменив магнитное поле. Изменение магнитной индукции порождает вихревое электрическое поле.

3.

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0$$

Дивергенция магнитного потока любой замкнутой поверхности равна нулю. Магнитного монополя не существует (Магнитный монополю — гипотетическая элементарная частица, обладающая ненулевым магнитным зарядом)

4.

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Магнитное поле создается с помощью тока или изменяющегося электрического поля.

Источниками вихревых магнитных полей являются токи проводимости и токи смещения.

3.

Предположим, что конденсатор с параллельными пластинами имеет круглые пластины радиусом  $R_0 = 3$  см и расстоянием между пластинами  $d = 5$  мм. Предположим также, что на пластины подается синусоидальная разность потенциалов  $\vec{V} = V_0 \sin(2\pi f t)$  где  $V_0 = 150$  В and  $f = 60$  Hz.

- (a) в области между пластинами покажите, что величина индуцированного магнитного поля задается  $B = B_0(R) \cos(2\pi ft)$  где  $R$  - радиальное расстояние от центральной оси конденсатора
- (b) Найдите выражение для амплитуды  $B_0(R)$  этого зависящего от времени (синусоидального) поля, когда  $R \leq R_0$ , и когда  $R > R_0$ .
- (c) Plot  $B_0(R)$  in tesla for the range  $0 \leq R \leq 10 \text{ cm}$ .

Решение

Handwritten solution for part (a):

$$\begin{aligned}
 & a) \quad V = V_0 \sin(2\pi ft) \\
 & \quad \quad B = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi}{dt} \\
 & \quad \quad \Phi = EA \\
 & \quad \quad A - \text{area of the plate} = \pi R_0^2 \\
 & \quad \quad E = \frac{V}{d} = \frac{V_0 \sin(2\pi ft)}{d} \\
 & \quad \quad \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(EA)}{dt} = \pi R_0^2 \frac{d}{dt} \left( \frac{V_0 \sin(2\pi ft)}{d} \right) \\
 & \quad \quad B = \frac{\mu_0 \epsilon_0 \cdot \pi R_0^2 \cdot V_0}{2\pi d} \cos(2\pi ft) \\
 & \quad \quad = \frac{B_0 \cos(2\pi ft)}{m q.}
 \end{aligned}$$

a)

S) I.  $R \leq R_0$  (3 cm)  $E = \frac{V}{d}$

$$B_{\#} = \frac{\mu_0 \epsilon_0 R}{2d} \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{\mu_0 \epsilon_0 R}{2d} \cdot V_0 \cdot 2\pi f \cdot \cos(2\pi f t)$$

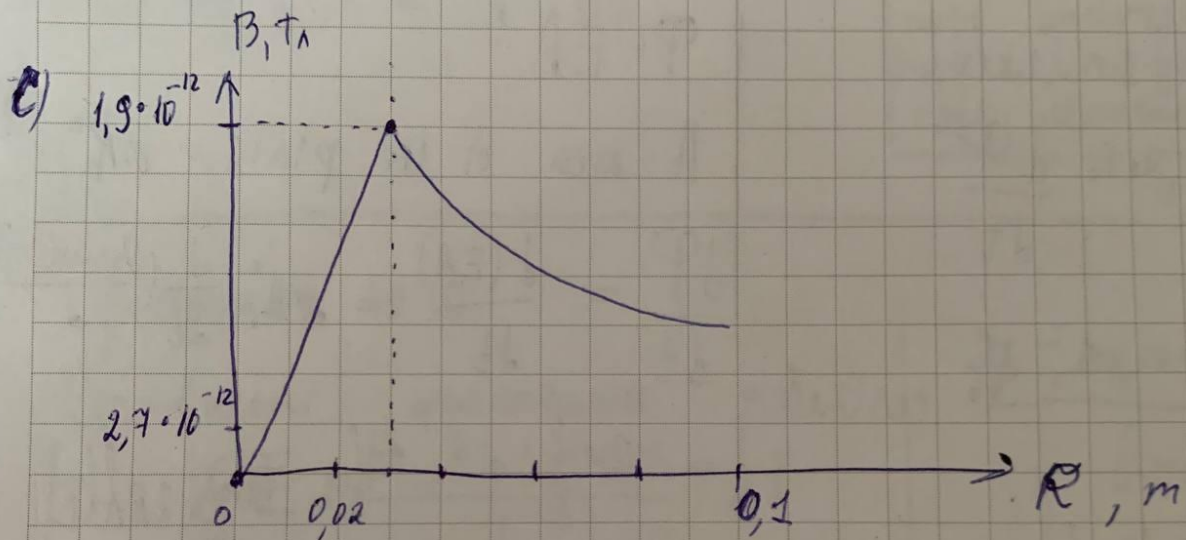
$$\Rightarrow B_0 = \frac{\mu_0 \epsilon_0 R \cdot V_0 \cdot 2\pi f}{2d}$$

II  $R \geq R_0$

$$B_{\#} = \left( \frac{\mu_0 \epsilon_0 R^2}{2r} \cdot \frac{dV}{dt} \right) \Rightarrow \frac{\mu_0 \epsilon_0 R^2}{2rd} V_0 2\pi f \cdot \cos(2\pi f t)$$

$$B_0 = \frac{\mu_0 \epsilon_0 R^2 V_0 \cdot 2\pi f}{2rd}$$

b)



c)