

# ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

(материал для теоретического изучения электростатики и постоянного тока)

Внимание! Уделите особое внимание изучению характеристик (величин), описывающих электрическое поле, в следующей части – магнитное поле, сравните их. При подготовке обязательно в конспекте пишите формулы, изображайте иллюстрации, рисуйте графики и поясняйте для себя величины, которые используете при этом. Используйте при подготовке таблицы законов и подсказки, набранные курсивом ниже, тренируйтесь отвечать формулировки законов с помощью обучающих тестов. Обратите внимание: **вопросы, выделенные желтым цветом** – не обязательны для конспектирования, они – для более глубокого понимания характеристик явления или его сущности.

**1. Электрическое поле точечного заряда в вакууме.** Электрическое поле (ЭП) – это... Электростатическое поле – это *электрическое поле неподвижных зарядов*. Напряженность и потенциал ЭП (*определения величин, далее –  $oB$* ). Силовые линии ЭП – это... Эквипотенциальные линии ЭП – это... **Какой вид имеют силовые линии поля точечного заряда, нити, пластины, конденсатора? На какого знака зарядах могут начинаться и заканчиваться силовые линии поля? Какой вид имеют эквипотенциальные линии поля точечного заряда? Что надо сделать с зарядом, чтобы увеличить напряженность его поля в исследуемой точке? Если заряд увеличить в два раза, как изменится напряженность его поля в исследуемой точке? Сила, действующая на точечный заряд, помещенный в точку ЭП, равна ... (формула получается из определения напряженности, какие величины входят в нее, о чем она говорит).** **При увеличении пробного точечного заряда, как изменятся сила поля и напряженность поля в точке, куда помещают этот заряд? Потенциальная энергия точечного заряда, помещенного в точку ЭП, равна ... (формула получается из определения потенциала, какие величины входят в нее, о чем она говорит).** **Сила взаимодействия точечных зарядов (Закон Кулона) (формула, физический смысл и формулировка).** Напряженность и потенциал поля точечного заряда (*формулы для расчета характеристик данного электрического поля в точке*). Напряжение в электростатическом поле (*определение величины*). Работа сил, действующих на заряд, помещенный в ЭП ( $oB$ ). **Связь между потенциалом и напряженностью ЭП (формула и пояснения: проекция вектора напряженности на любое направление равно убыли потенциала вдоль этого направления, в векторном виде связь выражается с помощью градиента).** **Как направлен градиент потенциала и как направлен вектор напряженности? (вдоль одной линии, но в разные стороны, почему – как меняется потенциал)** Два графика: зависимости напряженности и потенциала поля точечного заряда от радиальной координаты.

**2. Электрический заряд.** Электрический заряд – это... Электрический заряд ( $oB$ ). Дискретность электрического заряда (*заряд любого тела кратен заряду электрона, формула*). **Как взаимодействуют заряды (два вида взаимодействия)?** Точечный заряд – это... Распределенный заряд – это ... Линейная, поверхностная, объемная плотность зарядов ( $oB\cdot n$ ). **Закон сохранения электрического заряда (формула, физический смысл и формулировка).** Поток вектора напряженности электрического поля ( $oB$ ). **Теорема Гаусса в вакууме (формула, физический смысл и формулировка).**

**Условие потенциальности электрического поля (теорема о циркуляции для электростатического поля) (формула, физический смысл и формулировка).** Потенциальное поле – это... **Электростатическое поле – потенциальное, потому что ...** (*работа кулоновских сил поля по перемещению электрического заряда вдоль любой замкнутой траектории равна нулю, силовые линии электростатического поля могут начинаться и заканчиваться на зарядах*).

**3 Электрическое поле нескольких зарядов в вакууме. Принцип суперпозиции (формула, физический смысл и формулировка).** Особая модель зарядов: электрический диполь – это... **Какой вид имеют силовые линии поля диполя?** Примеры применения принципа суперпозиции к расчету ЭП, созданного: 1) двумя или тремя зарядами, 2) двумя пластинами.

**4.1. Электрическое поле в веществе. Электростатическая индукция (проводник в ЭП).** Свободные заряды – это *заряды проводника, которые способны свободно перемещаться по всему его объему*. **Что происходит с электрическими зарядами в проводнике и с проводником в целом при наведении на него электрического поля?** Электростатическая индукция – это... Каково условие возникновения электростатической индукции? **Что происходит с напряженностью и потенциалом поля внутри и вне заряженного проводника?** Два графика: зависимости напряженности и потенциала поля заряженной сферы от радиальной координаты (внутри и вне ее). Потенциал проводника – это... Конденсатор – это... **Электроемкость уединенного проводника и электроемкость конденсатора ( $oB\cdot n$ , от чего зависит электроемкость).** **Каковы свойства соединений**

**конденсаторов?** (свойства параллельного и последовательного соединений конденсаторов, то есть, каковы общая емкость, заряды и напряжения конденсаторов в этих соединениях). **Что можно сделать с двумя одинаковыми конденсаторами, чтобы «создать» меньшую, чем у одного, емкость на участке электрической цепи? Что можно сделать с двумя одинаковыми конденсаторами, чтобы «создать» большую, чем у одного, емкость на участке электрической цепи?** Энергия электрического поля уединенного проводника и энергия электрического поля конденсатора (формулы для расчета, какие величины входят).

**4.1. Электрическое поле в веществе. Поляризация диэлектрика (диэлектрик в ЭП).** Связанные заряды – это заряды диэлектрика, которые не способны свободно перемещаться по всему его объему. **Что происходит с молекулами (полярными и неполярными) в диэлектрике при наведении на них электрического поля? Что происходит с диэлектриком в целом при наведении на него электрического поля?** Поляризация диэлектрика – это... Каково условие возникновения поляризации диэлектрика? Диэлектрическая проницаемость вещества ( $\epsilon$ ).

Электрический диполь – модель связанных зарядов, это два электрических заряда, связанные между собой, при этом они одинаковые по модулю, но разные по знаку (один – положительный, второй – отрицательный). Электрический дипольный момент ( $p$ ), поляризованность, электрическое смещение ( $D$ ). **Уравнение связи между вектором электрического смещения и напряженностью электрического поля (формула, физический смысл и формулировка).** Два графика: зависимости напряженности и потенциала поля конденсатора от поперечной координаты между пластинами конденсатора в отсутствие диэлектрика. Два графика: зависимости напряженности и электрического смещения поля конденсатора от поперечной координаты при наличии двух диэлектриков. **Что происходит с напряженностью и электрическим смещением поля в диэлектрике по сравнению с вакуумом: уменьшаются, увеличиваются, не изменяются они, если заменить вакуум на диэлектрик? Что можно сделать с конденсатором, чтобы увеличить напряженность поля между пластинами конденсатора (поясните с формулой)? Что можно сделать с конденсатором, чтобы уменьшить напряженность поля между пластинами конденсатора (поясните с формулой)?** **Электростатический закон Гаусса в диэлектрике (формула, физический смысл и формулировка).**

**5. Электрический ток.** Электрический ток – это... (движение зарядов под действием электрического поля). Постоянный ток – это... Каково условие существования электрического тока? Сила и плотность тока ( $J$ ). Сторонние силы – это... Сопротивление проводника ( $R$ , от чего зависит сопротивление проводника), удельное сопротивление и удельная проводимость проводника ( $\rho$ ). Напряжение, ЭДС, разность потенциалов в проводнике ( $U$ ). **Свойства соединений сопротивлений (свойства параллельного и последовательного соединений сопротивлений, то есть, каковы общее сопротивление, токи и напряжения сопротивлений в этих соединениях).** **Что можно сделать с двумя одинаковыми сопротивлениями, чтобы «создать» меньшее, чем у одного, сопротивление на участке электрической цепи (поясните с формулой)? Что можно сделать с двумя одинаковыми сопротивлениями, чтобы «создать» большее, чем у одного, сопротивление на участке электрической цепи (поясните с формулой)?** **Закон Ома (закон Ома для неоднородного участка цепи, закон Ома для однородного участка цепи, закон Ома для замкнутой цепи, закон Ома в дифференциальной форме) (формулы, физический смысл и формулировки).** Два графика: зависимости силы тока от напряжения и плотности тока от напряженности. **Что можно сделать, чтобы увеличить силу тока в проводнике? Правила Кирхгофа (формулы и формулировки).** Работа и мощность тока ( $P$ ). **Закон Джоуля-Ленца (формула, физический смысл и формулировка).** График зависимости мощности тока от сопротивления нагрузки. **Закон сохранения энергии в электрической цепи (формула, физический смысл и формулировка).**

**6. Свойства электрического поля в законах и уравнениях связи теории поля (обобщение):**

6.1. Поток напряженности электрического поля (определение величины). **Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме и в веществе (формула, физический смысл и формулировка).**

6.2. **Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля (формула, физический смысл и формулировка).**

6.3. **Закон Ома в дифференциальной форме (формула, физический смысл и формулировка).**

6.4. **Уравнение связи электрического смещения и напряженности электрического поля (формула, физический смысл и формулировка).**

**Коричневым цветом выделены изучаемые явления или свойства объектов.**

**Цветом индиго выделены физические законы.**

Подчеркнуты графики, на которые необходимо обратить внимание.

**Зеленым цветом выделены сущностные вопросы о явлении.**