

## Зачет №2

### Тема «Основы электродинамики».

#### Что нужно знать и уметь:

Понятия: заряд, электризация, напряженность, потенциал, разность потенциалов, емкость, энергия.

Закон сохранения электрического заряда, электрическое поле и его свойства, соединение конденсаторов, энергия заряженного конденсатора, принцип суперпозиции полей, закон Кулона.

Решать задачи на применение закона Кулона, на применение формул, связывающих потенциал, работу. Важно усвоить, что электрический заряд является неотъемлемым свойством частиц - электронов и протонов, которые входят в состав атомов любого тела. Наличие электрического заряда проявляется в том, что заряженное тело взаимодействует с другим заряженным телом. Эта сила взаимодействия зарядов отличается от силы гравитационного притяжения:

- она может быть как силой притяжения, так и силой отталкивания;
- для заряженных частиц сила электрического взаимодействия гораздо больше, чем гравитационная сила.

Заряд и масса - различные свойства тела. Если сила гравитационного взаимодействия зависит от массы тел, то сила электростатического взаимодействия связана со значением зарядов этих тел.

Обратите внимание, что закон сохранения заряда  $\sum q = const$  справедлив только для замкнутой системы.

Следует хорошо усвоить сущность закона Кулона – одного из основных законов электростатики.

Обратите внимание на сходство и различие закона Кулона и закона всемирного тяготения:

- одинаковая зависимость кулоновских сил и гравитационных сил от расстояния  $r$ ;
- законы справедливы для точечных зарядов и материальных точек;
- силы центральные, то есть действуют вдоль прямой, соединяющей заряды или тела;
- различная природа сил: кулоновская сила зависит от зарядов, гравитационная – от массы тел;
- масса тел всегда величина положительная, а заряды имеют различный знак, поэтому в законе Кулона заряды берут по модулю.

Необходимо знать определение, расчетные формулы напряженности, способы изображения электрического поля с помощью силовых линий, принцип суперпозиции полей.

#### Ответьте на вопросы:

- Что такое электрический заряд?
- Сформулируйте закон сохранения электрического заряда. Приведите примеры явлений, в которых наблюдается этот закон.
- Что называют точечным зарядом?
- Запишите закон Кулона и объясните его.
- В чем состоит принцип суперпозиции полей?
- Что называют разностью потенциалов? Что такое напряжение?
- Что называют емкостью двух проводников? Чему она равна?
- Как определить энергию конденсатора?
- Почему птицы слетают с провода высокого напряжения, когда включают ток?

#### Примеры решения задач.

**№1.** Два положительных заряда  $q$  и  $2q$  находятся на расстоянии 10мм. Заряды взаимодействуют с силой 72мН. Как велик каждый заряд?

*Решение:* Запишем закон взаимодействия точечных зарядов в вакууме, то есть закон Кулона

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}. \text{ Подставим в выражение силы данные задачи и определим заряд } q: F = k \frac{|q| \cdot |2q|}{r^2} = k \frac{2q^2 r^2}{r^2},$$

$$\text{откуда } q^2 = \frac{Fr^2}{2k} \text{ или } q = \sqrt{\frac{Fr^2}{2k}}.$$

*Ответ:*  $q_1 = 2\text{нКл}$ ;  $q_2 = 4\text{нКл}$ .

**№2.** С каким ускорением движется электрон в поле с напряженностью 10кВ/м?

*Решение:* Электрон движется с ускорением в электрическом поле. Воспользуемся вторым законом Ньютона  $F = ma$ , где  $F$ - сила, действующая на тело, в данном случае на электрон. На электрон со стороны

поля действует сила, которую можно определить, зная напряженность поля и величину заряда, то есть  $F = E \cdot q = E \cdot e$ , где  $e$  - заряд электрона.

Тогда  $E \cdot e = ma$ , откуда определим величину ускорения электрона:  $a = Ee/m = 1,76 \text{ Пм/с}^2$ .

*Ответ:*  $a = 1,76 \text{ Пм/с}^2$ .

**№3.** Электрон начал двигаться по направлению силовых линий однородного электрического поля, напряженность которого  $120 \text{ В/м}$ , имея начальную скорость  $100 \text{ км/с}$ . Какое расстояние пролетит электрон до момента, когда его скорость станет равной нулю? Какую разность потенциалов прошел электрон?

*Решение:* На электрон со стороны электрического поля действует электрическая сила  $F = eE$ , направление которой противоположно направлению силовых линий поля.

Эта сила сообщает электрону ускорение  $a$ , которое можно определить, используя второй закон Ньютона, то есть  $F = ma$ ;  $a = F/m$ ; тогда  $a = eE/m$ ;

Скорость и перемещение электрона при равнозамедленном движении определим по формулам:

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2}, \quad v = v_0 - at, \quad \text{т. к. } v = 0, \quad t = \frac{v_0}{a}; \quad S = \frac{v^2}{2a}; \quad \text{тогда } S = \frac{v_0^2 m}{2eE};$$

По определению, разность потенциалов:  $U = \frac{A}{q}$ ; работу по перемещению заряда можно определить:

$$A = F \cdot S \cos \alpha, \quad \text{тогда } U = \frac{FS}{q} = \frac{FSe}{l} = ES; \quad \text{тогда } U = 0,0288 \text{ В}.$$

*Ответ:*  $U = 0,0288 \text{ В}$ .

**№4.** Определить толщину диэлектрика конденсатора, емкость которого  $1400 \text{ пФ}$ , площадь покрывающих друг друга пластин  $14 \text{ см}^2$ , если диэлектрик - слюда.

*Решение:* Емкость плоского конденсатора:  $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$ ; где  $\epsilon$  - диэлектрическая проницаемость

среды;  $\epsilon_0$  - электрическая постоянная. Расстояние между пластинами конденсатора  $d = \frac{S \epsilon \epsilon_0}{C} = 0,053 \text{ мм}$ .

*Ответ:*  $d = 0,053 \text{ мм}$ .

#### **Решите задачи:**

**№ 1.** На каком расстоянии друг от друга заряды  $1 \text{ мкКл}$  и  $10 \text{ нКл}$  взаимодействуют с силой  $9 \text{ мН}$ ?

*Ответ:*  $10 \text{ см}$ .

**№ 2.** Заряды  $90 \text{ нКл}$  и  $10 \text{ нКл}$  расположены на расстоянии  $4 \text{ см}$  друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы он находился в равновесии?

*Ответ:* В  $1 \text{ см}$  от меньшего и в  $3 \text{ см}$  от большего заряда.

**№ 3.** С каким ускорением движется электрон в поле с напряженностью  $10 \text{ кВ/м}$ ?

*Ответ:*  $1,76 \text{ Пм/с}^2$ .

**№ 4.** Найти значение каждого из двух одинаковых зарядов, если в масле на расстоянии  $6 \text{ см}$  друг от друга они взаимодействуют с силой  $0,4 \text{ мН}$ . Диэлектрическая проницаемость масла  $\epsilon = 2,5$ .

*Ответ:*  $20 \text{ нКл}$ .

**№ 5.** Какова емкость конденсатора, если при его зарядке до напряжения  $1,4 \text{ кВ}$  он получает заряд  $28 \text{ нКл}$ ?

*Ответ:*  $20 \text{ пФ}$ .

**№ 6.** Во сколько раз изменится энергия конденсатора при увеличении напряжения на нем в 4 раза?

*Ответ:* Увеличится в 16 раз.

**№ 7.** Конденсатору емкостью  $10 \text{ мкФ}$  сообщили заряд  $4 \text{ мкКл}$ . Какова энергия заряженного конденсатора?

*Ответ:*  $800 \text{ нДж}$ .

**Вопрос:** Что положено в основу устройства электростатической защиты?

#### **Тема «Законы постоянного тока. Электрический ток в различных средах».**

Обратите внимание на сущность закона Ома для участка цепи. Объясните, при каких условиях даже небольшие напряжения ( $40 \text{ В} - 60 \text{ В}$ ) могут быть опасными для человека.

Необходимо хорошо усвоить, что внутри источника тока действует одновременно сторонние силы (электрического происхождения) и электрические силы. Однако ток в замкнутой цепи создают только сторонние силы, которые внутри источников (генераторов на электростанциях, аккумуляторов, гальванических элементов) перемещают заряды к полюсам и создают между полюсами источника разность потенциалов. Разность потенциалов обуславливает образование поверхностных зарядов вдоль проводника и возникновение стационарного электрического поля.

Важно знать, что электропроводимость различных сред обусловлена не только электронами, но и положительными ионами.

Надо знать, как осуществляется ионизация газов, что является носителем зарядов в газах, как образуется несамостоятельный заряд при наличии ионизатора и самостоятельный разряд без внешнего ионизатора при высоком напряжении.

**Ответьте на вопросы:**

1. Какова природа тока в металлах?
2. Как образуются носители зарядов в электролитах?
3. Что такое электролиз? Что называют электрохимическим эквивалентом вещества?
4. В чем состоит закон Фарадея? Что такое гальванопластика?
5. Как возникает электрический ток в газах? В чем отличие самостоятельного и несамостоятельного разряда в газах?
6. Что такое термоэлектронная эмиссия?
7. Объясните собственную проводимость полупроводников. Какие примеси называют донорными, какие – акцепторными? Как устроен и действует полупроводниковый диод? Транзистор?

**Примеры решения задач:**

**№1.** Линия длиной  $l=100\text{м}$  из медного провода ( $\rho=1,7\cdot 10^{-2}\text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$ ) с сечением  $S=25\text{мм}^2$  соединяет генератор с электродвигателем. Сила тока в цепи  $I=40\text{А}$ , а напряжение на клеммах электродвигателя  $U=220\text{В}$ . Найдите мощность электродвигателя, мощность потерь в линии, напряжение на клеммах генератора. Учтите, что линия двухпроводная.

*Решение:* Мощность электродвигателя  $P_{дв}=I\cdot U_{дв}=40\text{А}\cdot 220\text{В}=8800\text{Вт}$ .

Мощность потерь в линии  $\Delta P_{np}=I^2\cdot R=I^2 l \rho / S=40^2\text{А}^2\cdot 0,017\text{Ом}\cdot\text{м}\cdot 200\text{м}/25\text{м}^2=220\text{Вт}$ .

Полная мощность (мощность генератора) :  $P_{дв} + \Delta P_{np}= 8800\text{Вт} + 220\text{Вт} = 9020\text{Вт}$ .

Напряжение на клеммах генератора  $U_{ген} = P/I=9020\text{Вт}/40\text{А}=225\text{В}$ .

**№2.** Амперметр со шкалой на  $I_a=5\text{А}$  требуется измерить силу тока  $I=20\text{А}$ . Определите сопротивление шунта  $R_{ш}$ , если сопротивление обмотки амперметра  $R_a=0,1\text{ Ом}$ .

*Решение:* Определим, во сколько раз измеряемая сила тока больше силы тока в амперметре:  $n=I/I_a=20\text{А}/5\text{А}=4$ . Найдём сопротивление шунта:  $R_{ш} = R_a / n - 1 = 0,1\text{ Ом} / 4 - 1 = 0,03\text{ Ом}$ .

**№3.** Найдите добавочное сопротивление к вольтметру, рассчитанному на напряжение  $U_v = 20\text{В}$ , если необходимо измерить напряжение  $U=220\text{В}$ ; сопротивление вольтметра  $R_v=0,5\text{кОм}$ .

*Решение:* Определим, во сколько необходимо расширить шкалу измерения вольтметра:

$n=U/U_v$ ;  $n=220\text{В}/20\text{В}=11$ . Зная  $n$ , найдём добавочное сопротивление, необходимое для расширения шкалы вольтметра:

$R_{д} = R_v(n - 1)$ ;  $R_{д} = 500\text{ Ом}(11 - 1) = 500\text{ Ом}\cdot 10 = 5\text{ кОм}$ .

**№4.** Генератор тока с ЭДС, равной  $60\text{В}$ , имеет внутреннее сопротивление  $20\text{ Ом}$ . Как изменяется напряжение на зажимах генератора при увеличении сопротивления нагрузки от  $80$  до  $180\text{ Ом}$ ?

*Решение:* По закону Ома для полной цепи определим силу тока в цепи:  $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ ; при сопротивлении

нагрузки  $R = 80\text{ Ом}$  сила тока равна :  $I = 60\text{В} / 20\text{ Ом} + 80\text{ Ом} = 0,6\text{ А}$ .

Напряжение на зажимах генератора  $U = 0,6\text{ А}\cdot 80\text{ Ом} = 48\text{ В}$ .

При сопротивлении нагрузки  $R=180\text{ Ом}$  сила тока равна  $I=60\text{В}/20\text{ Ом}+180\text{ Ом}= 0,3\text{ А}$ ;

$U=0,3\text{ А}\cdot 180\text{ Ом}=54\text{В}$ . При увеличении сопротивления нагрузки увеличивается полезное напряжение на зажимах источника и уменьшаются потери напряжения внутри генератора.

**№4.** Генератор с ЭДС  $60\text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $r = 0,5\text{ Ом}$  соединен с нагрузкой, сопротивление которой  $R_H = 23\text{ Ом}$ . Подводящие провода имеют сопротивление  $R_{np} = 1,5\text{ Ом}$ . Определите силу тока в цепи; напряжение на зажимах генератора; ток короткого замыкания.

*Решение:* Запишем закон Ома для полной цепи и найдём силу тока  $I = \frac{\mathcal{E}}{R_H + R_{np} + r}$ ;

$I=60\text{В}/(23+1,5+0,5)\text{Ом}=2,4\text{А}$ ;

Определим напряжение на нагрузке:  $U_H = I\cdot R_H = 2,4\cdot 23\text{ Ом} = 55,2\text{ В}$ ;

Вычислим напряжение на проводах:  $U_{np} = I\cdot R_{np}$ ;  $U_{np} = 2,4\text{А}\cdot 1,5\text{ Ом} = 3,6\text{ В}$ ;

Так как напряжение на зажимах генератора равно сумме падений напряжений на внешней цепи, то оно равно:  $U_{з.г.} = U_H + U_{np} = 55,2\text{ В} + 3,6\text{ В} = 58,8\text{В}$ ; найдём ток короткого замыкания:  $I_{к.з.} = \mathcal{E}/r = 60\text{В}/0,5\text{ Ом} = 120\text{А}$ .

**№5.** Как надо соединить два одинаковых аккумулятора ( $\varepsilon = 1,5$  В;  $r = 0,5$  Ом) при внешней нагрузке, сопротивление которой  $R=4$  Ом, чтобы получить наибольшую силу тока?

*Решение:* При последовательном соединении аккумуляторов сила тока равна:  $I = \frac{2\varepsilon}{R + 2r}$ ;

$I = 3В / (1 + 4) Ом = 0,6А$ ; а при последовательном соединении  $I = \frac{\varepsilon}{R + \frac{R}{2}}$ ;

$I = 1,5В / (0,25+4)Ом = 0,4$  А. В случае  $R > r$  для получения наибольшей силы тока целесообразно соединить аккумуляторы последовательно.

**№6.** Элемент с внутренним сопротивлением 4 Ом и ЭДС 12 В замкнут проводником с сопротивлением 8 Ом. Какое количество теплоты будет выделяться во внешней части цепи за 1с?

*Решение:* По закону Джоуля – Ленца количество теплоты, которое выделяется за время  $t$ , равно:  $Q = I^2 R t$ ; тогда количество теплоты, выделяющееся во внешней части цепи за 1с, равно:  $Q/t = I^2 R$ ; по

закону Ома для полной цепи:  $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ . Или  $Q/t = \varepsilon^2 R / (R + r)^2 = 12^2 \cdot 8 / (8 + 4)^2 = 8$  Дж/с.

**№7.** Найти КПД источника тока с внутренним сопротивлением 0,1 Ом, если он работает на нагрузку сопротивлением 1,5 Ом.

*Решение:* По определению  $КПД = N_n / N_z \cdot 100\%$ , где  $N_n$  – полезная мощность, выделяющаяся во внешней части цепи;  $N_z$  – затраченная мощность, выделяющаяся во всей замкнутой цепи.  $N_n = I^2 R$ ;  $N_z = I(R + r)$ ;  $КПД = I^2 R / I^2 (R + r) = R / R + r$ ; то  $КПД = 1,5 \cdot 100\% / 1,5 + 0,1 = 94\%$ .

**№8.** Определите толщину слоя меди, выделившейся за 5ч при электролизе медного купороса, если плотность тока 80А/м<sup>2</sup>.

*Решение:* Плотность тока  $j = I/S$ ; где  $S$  – площадь сечения проводящей части электролита. Согласно закону Фарадея масса выделившейся на электролите меди  $m = k \cdot I \cdot t$ . Массу меди можно определить также, зная плотность меди и объем:  $m = \rho \cdot V = h \cdot S \cdot \rho$ ; где  $h$  – толщина слоя меди;  $S$  – площадь поверхности электролита, покрытого слоем меди. Приравняв выражения для массы меди, определим толщину слоя выделившейся меди. Учитывая также, что сила тока  $I = j \cdot S$ , получим:  $k \cdot I \cdot t = h \cdot S \cdot \rho$  откуда  $h = k \cdot I \cdot t / S \cdot \rho$  или  $h = k \cdot j \cdot t / \rho = 0,53$  мкм.

**№9.** Почему опасно дотрагиваться до проводов с током мокрыми руками?

*Ответ:* Влага на руках содержит соли, которые при диссоциации образуют ионы, вследствие чего раствор приобретает хорошую электропроводность.

#### **Решите задачи:**

**№ 1.** Почему говорят, что молния может находить зарытые под землей клады?

**№ 2.** Почему у альпинистов существует правило: ночуешь высоко в горах, все металлические предметы собери и положи отдельно подальше от лагеря?

**№ 3.** Найти силу тока в стальном проводнике длиной 10м и сечением 2мм<sup>2</sup>, на который подано напряжение 12мВ?

*Ответ:* 20мА.

**№ 4.** На одной лампочке написано 40Вт, 220В, а на другой – 100Вт, 220В. Сравнить мощности этих лампочек при последовательном включении.

**№ 5.** Электродвигатель подъемного крана работает под напряжением 380В и потребляет силу тока 20А. Каков КПД установки, если груз массой 1т кран поднимает на высоту 19м за 50с?

*Ответ:* КПД=50%.

**№ 6.** К источнику ЭДС 12В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключен реостат, сопротивление которого 5 Ом. Найти силу тока в цепи и напряжение на зажимах источника.

*Ответ:* 2А; 10В.

**№ 7.** При подключении лампочки к батарее элементов с ЭДС 4,5 В вольтметр показал напряжение на лампочке 4В, а амперметр – силу тока 0,25А. Каково внутреннее сопротивление батареи?

*Ответ:* 2 Ом.

**№ 8.** В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключенном к элементу с ЭДС 1,1 В, идет ток 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента?

*Ответ:* 5,5 А.

**№ 9.** Сколько времени длилось никелирование, если на изделии осел слой никеля массой 1,8г? Сила тока 2А.

*Ответ:* 50мин.

**№ 10.** Деталь надо покрыть слоем хрома толщиной 50мкм. Сколько времени потребуется для покрытия, если норма плотности тока  $j = I/S$  при хромировании  $2\text{кА/м}^2$ ? Плотность хрома  $\rho = 7200\text{кг/м}^3$ .

*Ответ:* 16,7мин.

### Тема «Магнитное поле».

Важно усвоить, что является источником магнитного поля, как обнаруживается то поле, как определяется направление магнитного поля с помощью рамки с током.

Важно знать основную характеристику магнитного поля – вектор магнитной индукции. Каков физический смысл единицы магнитной индукции 1 Тл?

#### **Что нужно знать и уметь:**

1. Магнитное поле и его свойства;
2. Правила, определяющие направление магнитного поля: а) правило обхвата правой руки; б) правило буравчика для прямого проводника с током; в) правило буравчика для круглого проводника с током; г) правило соленоида.
3. Знать понятия: а) модуль вектора магнитной индукции; магнитный поток; закон Ампера и правило левой руки; Сила Лоренца и правило; б) явление электромагнитной индукции; закон ЭДС; самоиндукция; индуктивность контура.

#### **Примеры решения задач:**

**№1.** В каком месте Земли магнитная стрелка обоими концами показывает на юг?

*Ответ:* На северном географическом полюсе.

**№2.** Почему стальные оконные решетки с течением времени намагничиваются?

*Ответ:* Намагничивание железных вертикальных предметов в магнитном поле Земли доказывает, что индукция этого поля имеет вертикальную составляющую.

**№3.** Почему иногда недалеко от места удара молнии могут расплавиться предохранители в осветительной сети и повредиться чувствительные электроизмерительные приборы?

*Ответ:* Магнитное поле молнии индуцирует в проводниках электроизмерительных приборов сильные направленные токи, которые повреждают приборы. Эти же токи плавят предохранители в осветительной сети.

**№4.** Определите модуль силы Ампера, действующей на прямой проводник с током длиной 20см в магнитном поле с индукцией  $B=0,02$  Тл, если угол между вектором индукции и направлением тока равен  $\alpha = 90^\circ$ . Сила тока  $I=0,5\text{А}$ .

*Решение:* Модуль силы Ампера найдем по формуле:  $Fa = BIl \sin \alpha$ ;  $\sin 90^\circ = 1$ ;  $Fa = 0,02\text{Тл} \cdot 0,5\text{А} \cdot 0,2\text{м} \cdot 1 = 0,002\text{Н}$ .

**№5.** Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 100\text{мТл}$  перпендикулярно линиям магнитной индукции. Его скорость равна  $v = 1,6\text{Мм/с}$ . Определить радиус окружности, по которой движется электрон.

*Решение:* В магнитном поле на движущийся заряд действует сила Лоренца:

$F_L = Bqv \sin \alpha$ . Сила Лоренца зависит от модуля скорости частицы и магнитной индукции поля. Так как вектор скорости электрона перпендикулярен вектору магнитной индукции, то скорость не изменяется по модулю. Не будет меняться и модуль силы Лоренца, действующей под прямым углом к скорости в однородном магнитном поле. Следовательно, под действием силы Лоренца электрон будет двигаться по окружности радиуса  $r$ . Определим этот радиус. Согласно второму закону Ньютона  $F_L = ma$

$B/q|v = mv^2/r$ ; Отсюда радиус окружности  $r = mv/|q|B$ . Подставляя значение массы электрона, заряда электрона, скорость и индукцию магнитного поля, получим:  $r = 9,1\text{см}$ .

**№6.** Проволочная прямоугольная рамка со сторонами 18см и 5см расположена в однородном магнитном поле перпендикулярно к силовым линиям. Определить индукцию этого поля, если при его исчезновении за 0,015с в рамке наводится средняя ЭДС 4,5мВ.

*Решение:* Воспользуемся законом электромагнитной индукции:  $\varepsilon = -\Delta \Phi / \Delta t$ ; где  $\Delta \Phi = \Delta B S \cos \alpha$ ; Подставим это выражение в закон электромагнитной индукции, учитывая, что знак «минус» показывает, что возникающая ЭДС индукции препятствует исчезновению поля.

$|\varepsilon| = \Delta B S \cos \alpha / \Delta t$ , отсюда  $\Delta B = \Delta t \cdot \varepsilon / ab = 7,5\text{Тл}$ .

**№7.** Прямоугольный проводник длиной 86см движется со скоростью 14м/с в однородном магнитном поле с индукцией 0,025 Тл. Определить угол между векторами индукции поля и скорости, если в проводнике индуцируется ЭДС 0,12В.

*Решение:* ЭДС индукции в движущемся проводнике можно определить

$\varepsilon = Blv \sin \alpha$ ; отсюда  $\sin \alpha = \varepsilon / Blv$ ; отсюда  $\alpha = \arcsin 0,12 / 2,5 \cdot 0,01 \cdot 14 \cdot 0,86 = 23,5^\circ$ .

**Решите задачи:**

**№ 1.** Максимальный вращающий момент, действующий на рамку площадью  $1 \text{ см}^2$ , находящуюся в магнитном поле, равен  $2 \text{ мкН} \cdot \text{м}$ . Сила тока, текущего в рамке,  $0,5 \text{ А}$ . Найти индукцию магнитного поля.

*Ответ:*  $0,04 \text{ Тл}$ .

**№ 2.** Магнитный поток внутри контура, площадь поперечного сечения которого  $60 \text{ см}^2$ , равен  $0,3 \text{ мВб}$ . Найти индукцию поля внутри контура. Поле считать однородным.

*Ответ:*  $50 \text{ мТл}$ .

**№ 3.** С какой силой действует магнитное поле с индукцией  $10 \text{ мТл}$  на проводник, в котором сила тока  $50 \text{ А}$ , если длина активной части проводника  $0,1 \text{ м}$ ? Поле и ток взаимно перпендикулярны.

*Ответ:*  $50 \text{ мН}$ .

**№ 4.** Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью  $10 \text{ Мм/с}$  в магнитном поле с индукцией  $0,2 \text{ Тл}$  перпендикулярно линиям индукции?

*Ответ:*  $0,32 \text{ пФ}$ .

**№ 5.** За  $5 \text{ мс}$  в соленоиде, содержащем  $500$  витков провода, магнитный поток равномерно убывает с  $7$  до  $9 \text{ мВб}$ . Найти ЭДС индукции в соленоиде.

*Ответ:*  $400 \text{ В}$ .

**№ 6.** Найти индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на  $2 \text{ А}$  в течении  $0,25 \text{ с}$  возбуждает ЭДС самоиндукции  $20 \text{ мВ}$ .

*Ответ:*  $2,5 \text{ мГн}$ .

**№ 7.** Какой должна быть сила тока в обмотке дросселя с индуктивностью  $0,5 \text{ Гн}$ , чтобы энергия поля оказалась равной  $1 \text{ Дж}$ ?

*Ответ:*  $2 \text{ А}$ .

Учебник Физика-11 класс, Москва, «Просвещение» 2009 г, Г. Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев;