

## Тема 2.1. Электрическое поле (4-е занятие)

1. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков.
2. Электрическая емкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора.
3. Энергия электрического поля.

1. Внутри проводников всегда имеется большое количество подвижных носителей зарядов, т.е. свободных электронов или ионов. Они в обычных условиях движутся беспорядочно. Если проводник поместить в электрическом поле, то свободные электроны упорядоченно перемещаются под действием электрических сил. В результате в одном конце проводника возникает избыток положительных зарядов, а в другом конце – избыток отрицательных зарядов. Поэтому внутри проводника возникает электрическое поле, направленное против внешнего поля. Эти поля взаимно компенсируются и напряженность будет равной нулю, т. е. внутри проводника нет электрического поля (рис. 1). Это свойство проводников применяется для защиты приборов от воздействия внешнего поля. Такая защита называется электростатической.

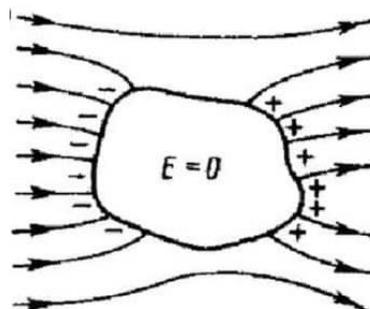


Рис. 1

В диэлектрике нет свободных носителей зарядов. Все электрические заряды диэлектрика входят в состав молекул и могут смещаться только на малые расстояния.

Пусть диэлектрик находится в электрическом поле. Тогда под действием электрического поля электрические заряды диэлектрика смещаются и возникает внутри диэлектрика слабое электрическое поле, направленное против внешнего поля. Это называется поляризацией диэлектрика. В результате поляризации внешнее электрическое поле в диэлектрике ослабляется. Насколько ослабляет диэлектрик внешнее электрическое поле, учитывается диэлектрической проницаемостью среды  $\epsilon$ . Для вакуума  $\epsilon = 1$ , для других сред всегда  $\epsilon \geq 1$ . Например, для воздуха – 1,0006; керосина – 2,0; парафина – 2,2; воды – 81.

2. Возьмем проводник, изолированный от Земли, и будем электризовать его. Опыт показывает, что заряд  $q$  такого проводника изменяется прямо пропорционально потенциалу проводника  $\phi$ :

$$q = C\phi.$$

Здесь коэффициент пропорциональности  $C$  зависит от формы и размеров проводника, внешних условий и называется *электрической емкостью* проводника. В системе СИ за единицу электрической емкости принят фарад (Ф):

$$C = q/\phi = 1 \text{ Кл/В} = 1 \text{ Ф}.$$

Фарад – такая электрическая емкость проводника, при которой для повышения потенциала на 1 В необходимо сообщить заряд 1 Кл. Фарад – очень большая единица, и на практике используются микрофарады (мкФ) и пикофарады (пФ):

$$1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}, \quad 1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}.$$

Электрическая емкость проводника очень мала. Чтоб увеличить электрическую емкости надо уменьшить потенциал. Для этого рядом

заряженного проводника устанавливают еще один проводник, а между ними диэлектрик. Тогда под действием электрического поля заряженного проводника, во втором проводнике индуцируются противоположные заряды и создается потенциал с противоположным знаком. Общий потенциал системы двух проводников будет меньше чем потенциала каждого проводника в отдельности:

$$\Delta\varphi = \varphi_1 + (-\varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2, \quad C = q/\Delta\varphi = q/U.$$

Как видно, потенциал уменьшается, и электрическая емкость системы проводников увеличивается. Такая система на практике применяется для накапливания зарядов. Приборы, служащие для накапливания электрических зарядов называются *конденсаторами* (рис. 2). Два проводника, в которых накапливаются заряды называются обкладками конденсатора.



Рис. 2

Графические обозначения конденсаторов указаны на рис. 3.

3. При зарядке конденсатора напряжения на его обкладках увеличивается от нуля до  $U$ . Для этого надо совершать работу:

$$A = qU_{cp} = q(U + 0)/2 = qU/2.$$

Эта работа идет на увеличение энергии  $W_{эл}$  заряженного конденсатора  $W_{эл} = A$ . Следовательно, энергия заряженного конденсатора выражается формулой

$$W_{эл} = qU/2.$$

Так как  $q = CU$ , получим

$$W_{эл} = CU^2/2.$$

Энергия заряженного конденсатора является энергией электрического поля конденсатора, сосредоточенного между обкладками.

Контрольные вопросы:

1. Почему внутри проводника нет электрического поля? Что такое поляризация?
2. От чего зависит электрическая емкость проводника?
3. Для чего служат конденсаторы?

Когда обкладки конденсатора являются плоскими поверхностями, конденсатор называется *плоским*. Электрическая емкость плоского конденсатора выражается формулой

$$C = \epsilon\epsilon_0 S/d,$$

где  $S$  – площадь одной из обкладок конденсатора,  $d$  – толщина диэлектрика, который находится между обкладками,  $\epsilon$  – его диэлектрическая проницаемость,  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная.



Рис. 3