

Практическая работа № 9

Решение задач по теме «Напряженность. Разность потенциалов»

Цель: научиться решать задачи, используя формулы напряженности и разности потенциалов.

Место проведения: учебная аудитория.

Средства обучения:

- методические рекомендации к практической работе № 9,
- калькулятор.

Виды самостоятельной работы:

Решение тренировочных заданий.

Краткая теория

Разность потенциалов (напряжение) между 2-мя точками поля равняется отношению работы поля по перемещению заряда из начальной точки в конечную к этому заряду:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q},$$

Так как работа по перемещению заряда в потенциальном поле не зависит от формы траектории, то, зная напряжение между двумя точками, мы определим работу, которая совершается полем по перемещению единичного заряда.

Если есть несколько точечных зарядов, значит, потенциал поля в некоторой точке пространства определяется как алгебраическая сумма потенциалов электрических полей каждого заряда в данной точке:

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n.$$

Эквипотенциальной поверхностью, или **поверхностью равного потенциала**, является поверхность, для любых точек которой разность потенциалов равна нулю. Это означает, что работа по перемещению заряда по такой поверхности равна нулю, следовательно, линии напряженности электрического поля перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям. Эквипотенциальные поверхности однородного поля представляют собой плоскости, а точечного заряда — концентрические сферы.

Вектор напряженности \vec{E} (как и сила \vec{F}) перпендикулярен эквипотенциальным поверхностям. Эквипотенциальной является поверхность любого проводника в электростатическом поле, так как силовые линии перпендикулярны поверхности проводника. Внутри проводника разность потенциалов между любыми его точками равна нулю.

Напряжение и напряженность однородного поля

В однородном электрическом поле напряженность E в каждой точке одинакова, и работа A по перемещению заряда q параллельно \vec{E} на расстояние d между двумя точками с потенциалами φ_1 , и φ_2 равна:

$$A = F \cdot d = qEd = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU,$$

либо

$$E = \frac{U}{d}.$$

Таким образом, напряженность поля пропорциональна разности потенциалов и направлена в сторону уменьшения потенциала. Поэтому положительный заряд будет двигаться в сторону уменьшения потенциала, а отрицательный — в сторону его увеличения.

Единицей напряжения (разности потенциалов) является вольт.

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}, \quad 1 \text{ В} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ Кл}},$$

Исходя из формулы разность потенциалов между двумя точками равна одному вольту, если при перемещении заряда в 1 Кл между этими точками поле совершает работу в 1 Дж.

Задания для аудиторной работы

1. При перемещении заряда между точками с разностью потенциалов 1 кВ электрическое поле совершило работу 40 мкДж. Чему равен заряд?

2. В однородном электрическом поле напряженностью 60 кВ/м переместили заряд 5 нКл. Перемещение, равное по модулю 20 см, образует угол 60° с направлением силовой линии. Найти работу поля, изменение потенциальной энергии взаимодействия заряда и поля и напряжение между начальной и конечной точками перемещения.

3. Какова напряженность электрического поля на расстоянии 1 м от точечного заряда 0,1 нКл? Какая сила действует в этой точке на тело, обладающее зарядом — 10 нКл?

4. Найдите заряд, создающий электрическое поле, если на расстоянии 5 см от заряда напряженность поля $1,6 \cdot 10^5$ Н/Кл.

Самостоятельная работа

Вариант 1

Часть А

Определить напряженность E электрического поля, создаваемого точечным зарядом $Q=10$ нКл на расстоянии $r=10$ см от него. Диэлектрик — масло.

Часть В

С какой силой действует однородное поле, напряженность которого 2 кВ/м, на электрический заряд 5 мкКл?

Часть С

Металлический шар диаметром 30 см заряжен до потенциала 5400 В. Чему равен потенциал на расстоянии 15 см от поверхности шара?

Вариант 2

Часть А

Определить напряженность электрического поля, если на точечный заряд 1 мкКл действует кулоновская сила 1 мН. Диэлектрик — масло.

Часть В

Найти заряд, создающий электрическое поле, если на расстоянии 5 см от него напряженность поля 160 кВ/м.

Часть С

Определить разность потенциалов (по модулю) между точками, отстоящими от заряда 4 нКл на расстоянии 16 и 20 см.

Контрольные вопросы

1. Что называется разностью потенциалов?
2. Что называется напряженностью электрического поля?
3. Какова связь между напряженностью поля и разностью потенциалов?