

Добрый день, ребята!

Тема сегодняшнего занятия: **Потенциал. Разность потенциалов. Энергетическая характеристика электрического поля.**

1. Потенциал электрического поля

Потенциал (φ) — скалярная энергетическая характеристика электростатического поля, определяющая потенциальную энергию единичного положительного заряда в данной точке поля.

Формула:
$$\varphi = \frac{q}{W_p}, \text{ где}$$

W_p — потенциальная энергия заряда в поле,

q — величина пробного заряда.

Основные свойства потенциала:

- не зависит от величины пробного заряда;
- определяется с точностью до постоянной (зависит от выбора точки отсчёта);
- подчиняется принципу суперпозиции: потенциалы от разных зарядов складываются алгебраически:

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \dots$$

измеряется в вольтах (В): $1 \text{ В} = 1 \text{ Дж/Кл}$.

Точка отсчёта потенциала (выбирается в зависимости от задачи):

- потенциал Земли;
- потенциал бесконечно удалённой точки поля ($\varphi_\infty = 0$);
- потенциал отрицательной пластины конденсатора.

Потенциал поля точечного заряда:

$$\varphi = k \cdot \frac{q}{\varepsilon \cdot r}, \text{ где}$$

k — коэффициент пропорциональности ($9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$),

q — заряд, создающий поле,

r — расстояние до точки в которой определяется потенциал.

2. Разность потенциалов (напряжение)

Разность потенциалов (U) — разность значений потенциала в начальной и конечной точках траектории:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$

Физический смысл: численно равна работе электростатического поля по перемещению единичного положительного заряда между этими точками:

$$U = \frac{A}{q}, \text{ где}$$

A - работа поля при перемещении заряда,

q — величина пробного заряда.

Единица измерения: вольт (В).

1 В — разность потенциалов между двумя точками, при перемещении между которыми заряда 1 Кл поле совершает работу 1 Дж.

Особенности:

- не зависит от выбора системы координат;
- работа поля при перемещении заряда: $A = q \cdot U$.

3. Связь между напряжённостью и разностью потенциалов

В однородном электрическом поле:

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

где d — расстояние между точками с потенциалами φ_1 и φ_2 .

Выводы:

Вектор напряжённости E направлен в сторону уменьшения потенциала.

Электрическое поле существует, если есть разность потенциалов.

Единица напряжённости: 1 В/м — напряжённость поля, при которой разность потенциалов между точками на расстоянии 1 м равна 1 В.

4. Эквипотенциальные поверхности

Эквипотенциальная поверхность (ЭПП) — поверхность, во всех точках которой потенциал имеет одинаковое значение ($\varphi = \text{const}$).

Свойства ЭПП:

- работа при перемещении заряда вдоль ЭПП не совершается;
- вектор напряжённости перпендикулярен ЭПП в каждой точке;
- силовые линии и ЭПП взаимно перпендикулярны.

5. Примеры решения задач

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

Решение:

$$U = \frac{A}{q} \Rightarrow q = \frac{A}{U}$$

$$q = \frac{40 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^3} = 40 \text{ нКл}$$

Ответ: 40 нКл.

Задача 2. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд 5 мкКл из бесконечности в точку поля, удалённую от центра заряженного шара на 18 см? Заряд шара — 20 мкКл.

Решение:

Потенциал на бесконечности: $\varphi_{\infty} = 0$.

Потенциал созданный заряженным шаром в конечной точке:

(Примечание: считается, что заряд проводящего шара сосредоточен в центре шара)

$$\varphi = k \cdot \frac{q}{\varepsilon \cdot r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 18 \cdot 10^{-2}} = 10^6 \text{ В.}$$

Разность потенциалов: $U = \varphi - \varphi_{\infty} = 10^6 - 0 = 10^6 \text{ В.}$

Работа: $A = q \cdot U = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6 = 5 \text{ Дж.}$

Ответ: 5 Дж.

Закрепление материала

Вопросы для обсуждения:

Что характеризует потенциал электрического поля?

В чём отличие потенциала от напряжённости?

Почему потенциал определяется с точностью до постоянной?

Как связаны напряжённость и разность потенциалов?

Почему вектор напряжённости перпендикулярен эквипотенциальной поверхности?

Домашнее задание:

Выучить основные формулы и определения.

Решить задачи:

Найти потенциал поля точечного заряда 2 нКл на расстоянии 5 см.

Определить работу поля при перемещении заряда 3 мкКл между точками с разностью потенциалов 200 В.

Изобразить силовые линии и эквипотенциальные поверхности для поля точечного заряда.