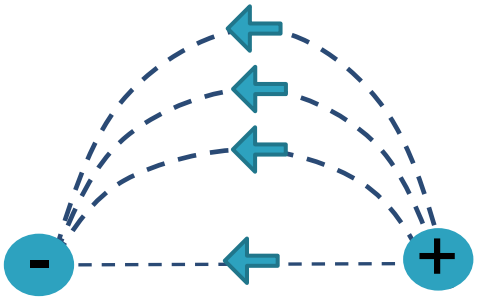
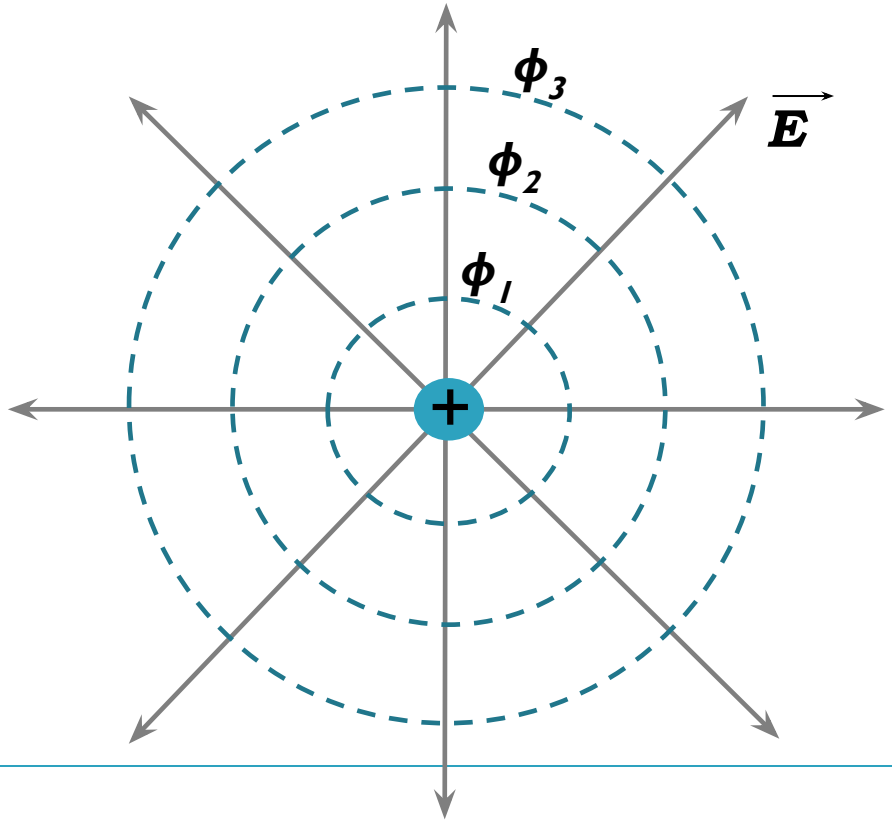


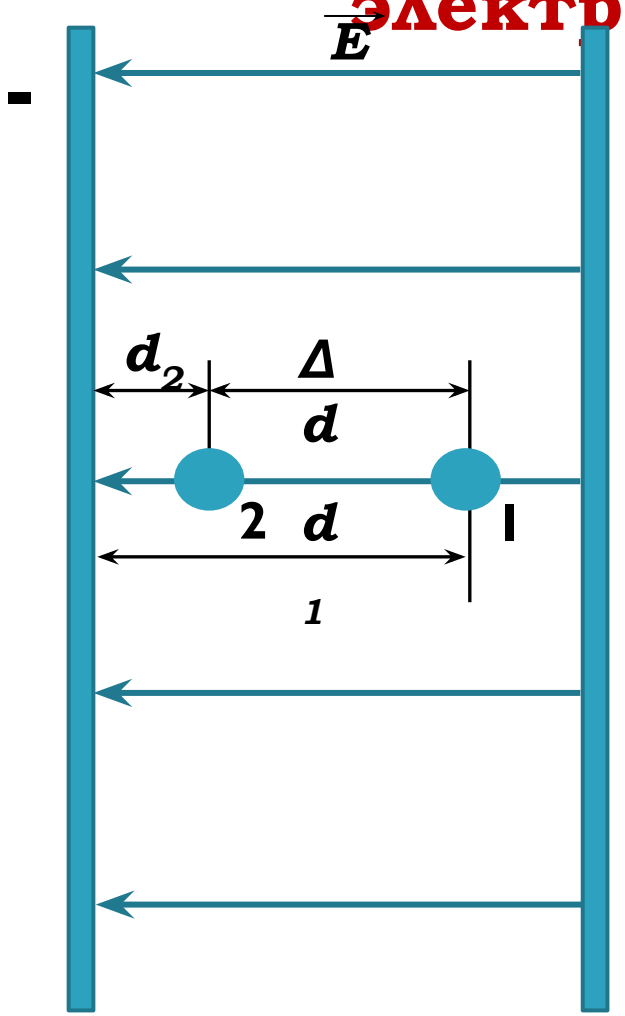


Потенциальная энергия заряженного тела в однородном электростатическом поле. Потенциал. Разность потенциалов.

СОДЕРЖАНИЕ

- Работа поля по перемещению заряда ……
- Потенциальная энергия заряженного тела ……
- Потенциал электростатического поля……
- Связь между напряженностью и напряжением ……
- Поразмыслим…… ……

Работа при перемещении заряда в однородном электростатическом поле

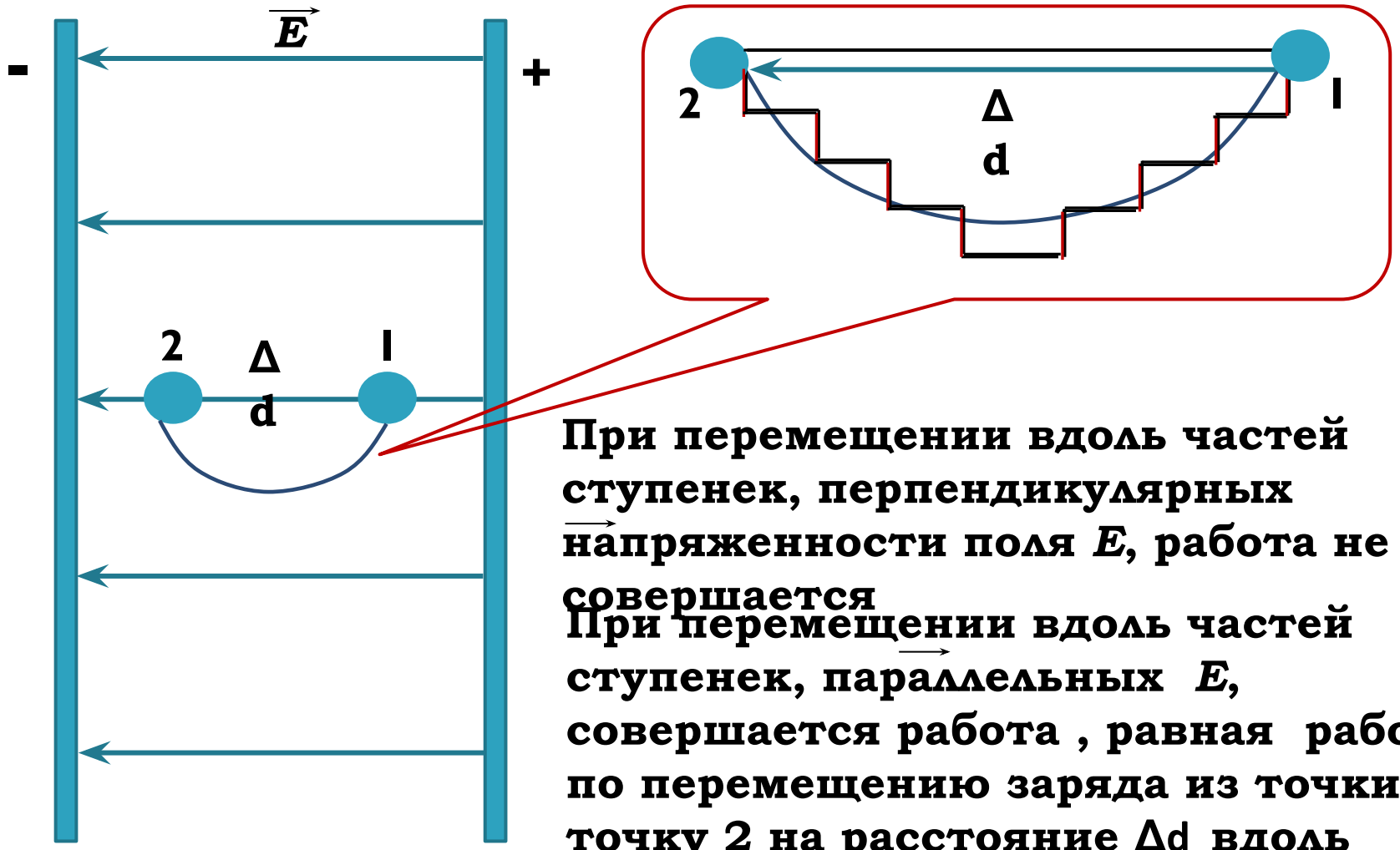


Вычислим работу поля при перемещении положительного заряда q из точки 1, находящейся на расстоянии d_1 от «-» пластины, в точку 2, расположенную на расстоянии d_2 от нее. Работа поля положительна и равна:

$$A = F(d_1 - d_2) = qE(d_1 - d_2)$$

$$= -(qEd_2 - qEd_1)$$

Работа поля не зависит от формы траектории



При перемещении вдоль частей ступенек, перпендикулярных напряженности поля $\vec{E}$, работа не совершается

При перемещении вдоль частей ступенек, параллельных $\vec{E}$, совершается работа , равная работе по перемещению заряда из точки 1 в точку 2 на расстояние Δd вдоль силовой линии

Потенциальная энергия

Известный факт: Если работа не зависит от формы траектории, то она равна изменению потенциальной энергии, взятому с противоположным знаком, т.е.

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}) = -\Delta W_p$$

Ранее мы получили формулу: $A = -(qEd_2 - qEd_1)$

Очевидно, что потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле равна: $W_p = qEd$

Важные зависимости

- Если $A > 0$, то $\Delta W_p < 0$ – потенциальная энергия заряженного тела уменьшается, а кинетическая энергия возрастает;
- Если $A < 0$, то $\Delta W_p > 0$ – потенциальная энергия возрастает, а кинетическая энергия уменьшается;
- Если $A = 0$, то $\Delta W_p = 0$ – потенциальная энергия не изменяется и кинетическая энергия постоянна.

! ! ! На замкнутой траектории работа поля равна нулю

Потенциал электростатического поля

Потенциальное поле

- **Работа поля при перемещении тела из одной точки в другую не зависит от формы траектории**
- **Работа поля при перемещении тела на замкнутой траектории равна нулю**

- **Любое электростатическое поле потенциально;**
- **Только для однородного электростатического поля применима формула** $W_p = qEd$

$W_{p1} = q_1Ed$
$W_{p2} = q_2Ed$
$W_{p3} = q_3Ed$
$W_{pn} = q_nEd$

$W_p \sim q$
значит
$W_p / q = const$

$$\varphi = \frac{W_p}{q}$$

Потенциалом электростатического поля называют отношение потенциальной энергии заряда в поле к этому заряду

Единица потенциала в СИ: 1[φ]=1В

Потенциал – энергетическая характеристика поля

Разность потенциалов

Значение потенциала в данной точке **зависит** от выбора нулевого уровня для отсчета потенциала

Изменение же **потенциала** от выбора нулевого уровня отсчета потенциала **не зависит.**

$$W_p = q\,\varphi$$

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}) = -q(\varphi_2 - \varphi_1) = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$$

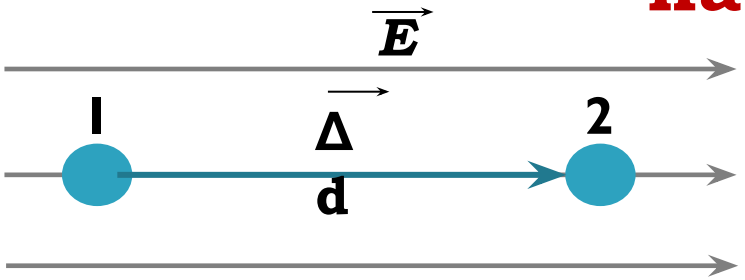
где $U = \varphi_1 - \varphi_2$ - разность потенциалов, т. е. разность значений потенциала в начальной и конечной точках траектории

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = A/q$$

Разность потенциалов (напряжение) между двумя точками равна отношению работы поля при перемещении заряда из начальной точки в конечную к этому заряду.

Единица разности потенциалов в СИ: 1[U] = 1Дж/Кл = 1 В

Связь между напряженностью электростатического поля и напряжением



$A = qE\Delta d$

$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$

$U = E\Delta d$

$E = U / \Delta d$

U - разность потенциалов между точками 1 и 2;

$\overrightarrow{\Delta d}$ – вектор перемещения, совпадающий по направлению с вектором $\overrightarrow{E}$

Т.к. $A = q(\varphi_1 - \varphi_2) > 0$, то $\varphi_1 > \varphi_2$ =>

! ! !

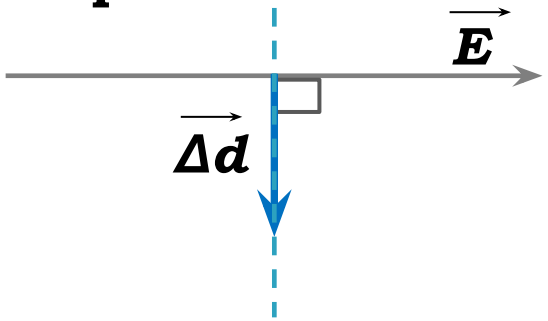
напряженность электрического поля направлена в сторону убывания потенциала

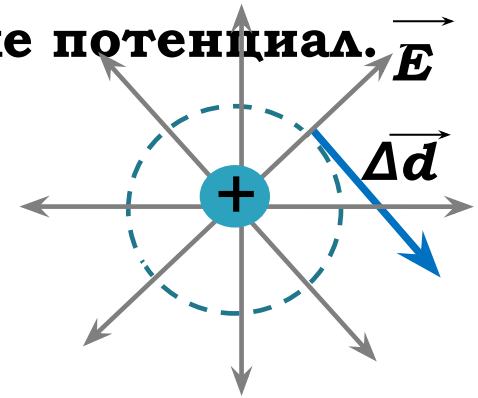
Единица напряженности в СИ:

1[E]=1В/м

Эквипотенциальные поверхности

Если провести поверхность, перпендикулярную в каждой точке силовым линиям, то при перемещении заряда вдоль этой поверхности электрическое поле не совершает работы, => все точки этой такой поверхности имеют один и тот же потенциал.

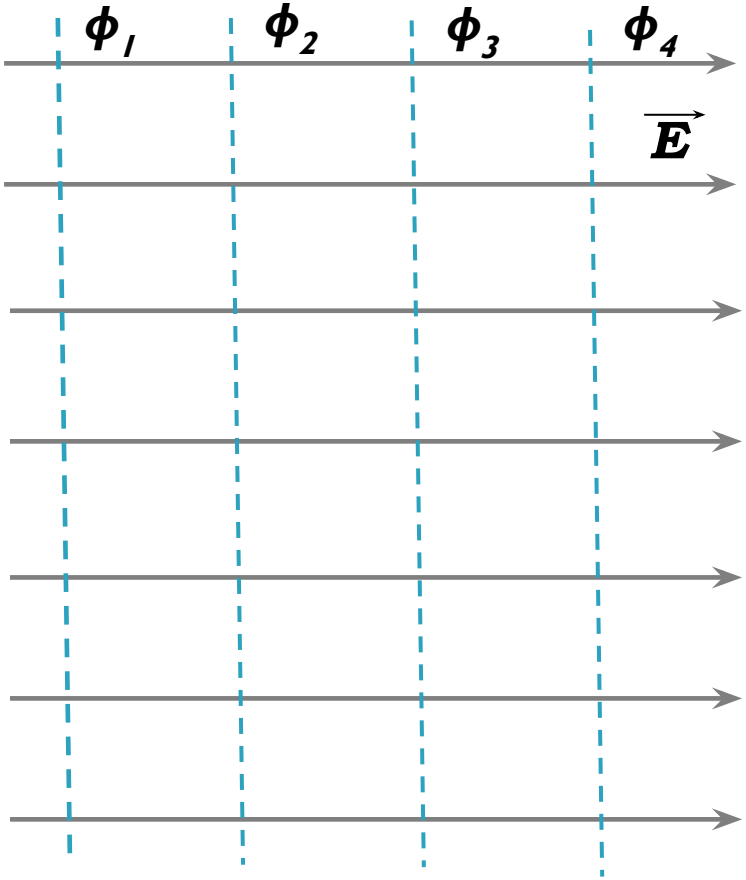




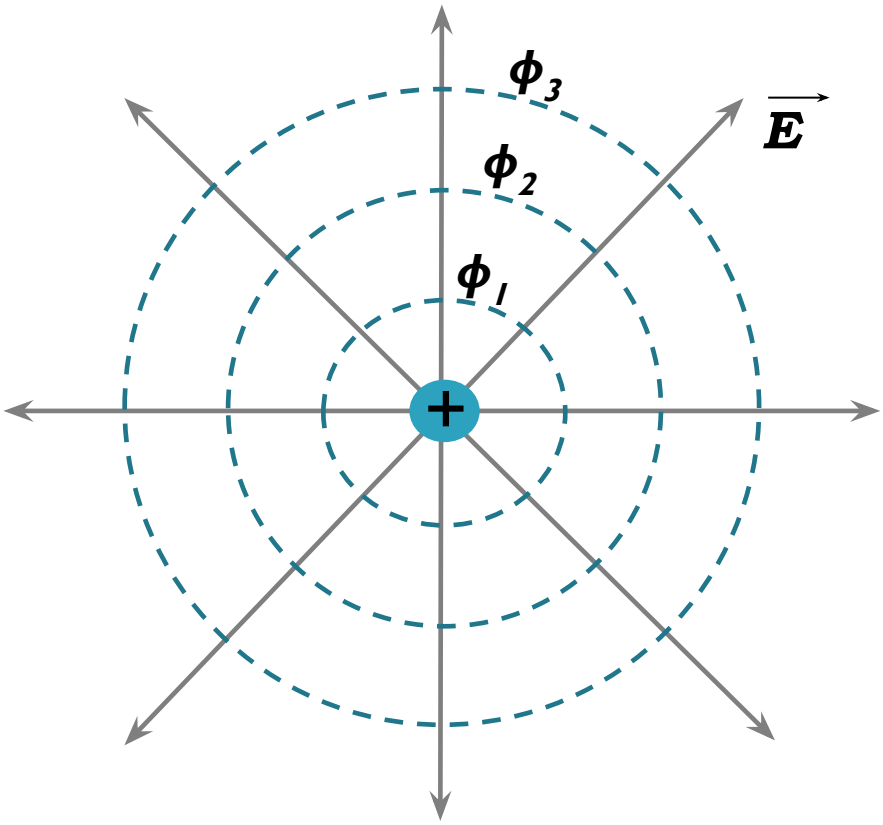
Эквипотенциальные – поверхности равного потенциала

- **для однородного поля – плоскости**
- **для поля точечного заряда – концентрические сферы**
- **поверхность любого проводника в электростатическом поле**

Примеры эквипотенциальных поверхностей

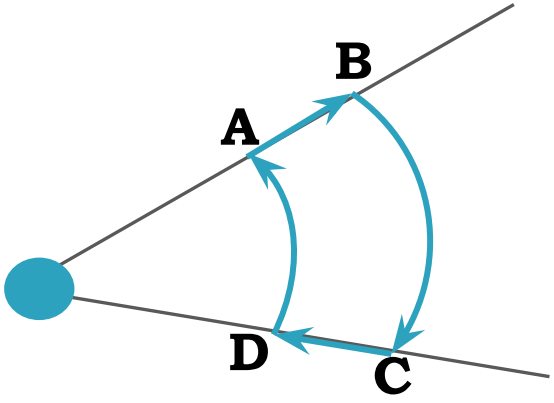


$\varphi_4 < \varphi_3 < \varphi_2 < \varphi_1$



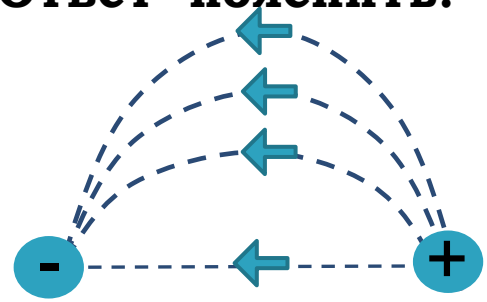
$\varphi_3 < \varphi_2 < \varphi_1$

Поразмыслим



1. Электрический заряд $q_1 > 0$ переместили по замкнутому контуру ABCD в поле точечного заряда $q_2 > 0$. На каких участках работа поля по перемещению заряда была: положительной? отрицательной? равной нулю?
Как изменялась потенциальная энергия системы ?
Чему равна полная работа по перемещению заряда ?

2. Потенциал электростатического поля возрастает в направлении снизу вверх. Куда направлен вектор напряженности поля? Ответ пояснить.



3. Сравните работы по перемещению заряда q по каждой из линий напряженности электрического поля.

4. Известно, что все точки внутри проводника имеют один и тот же потенциал . Докажите это.

Решите и запишите

1. Какую работу совершает электрическое поле при перемещении заряда 2 нКл из точки с потенциалом 20 В в точку с потенциалом 200 В?

Дано:

$q = 2 нКл = 2 \times 10^{-9}$ Кл

$\varphi_1 = 20$ В

$\varphi_2 = 200$ В

A - ?

Решение:

$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = 2 \times 10^{-9}$ Кл (20 В – 200 В) =

= – 0,36 мкДж.

Ответ: A = 0,36 мкДж.

2. Поле образовано зарядом 17 нКл. Какую работу надо совершить, чтобы одноименный заряд 4 нКл перенести из точки, удаленной от первого заряда на 0,5 м в точку, удаленную от него на 0,05 м?

Дано:

$q_1 = 17 нКл = 17 \times 10^{-9}$ Кл

$d_1 = 0,5$ м; $d_2 = 0,05$ м;

$q_2 = 4$ нКл $= 4 \times 10^{-9}$ Кл

A - ?

Решение:

$A = q_2 E d_2 - q_2 E d_1 = k q_2 q_1 (1/d_2 - 1/d_1)$

=

= 11 мкДж

Ответ: A = 11 мкДж.

Д/З:

1. § 96-98, на стр.276 примеры решения задач, упр.17 №2-5

⇒