







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

# СОДЕРЖАНИЕ

---

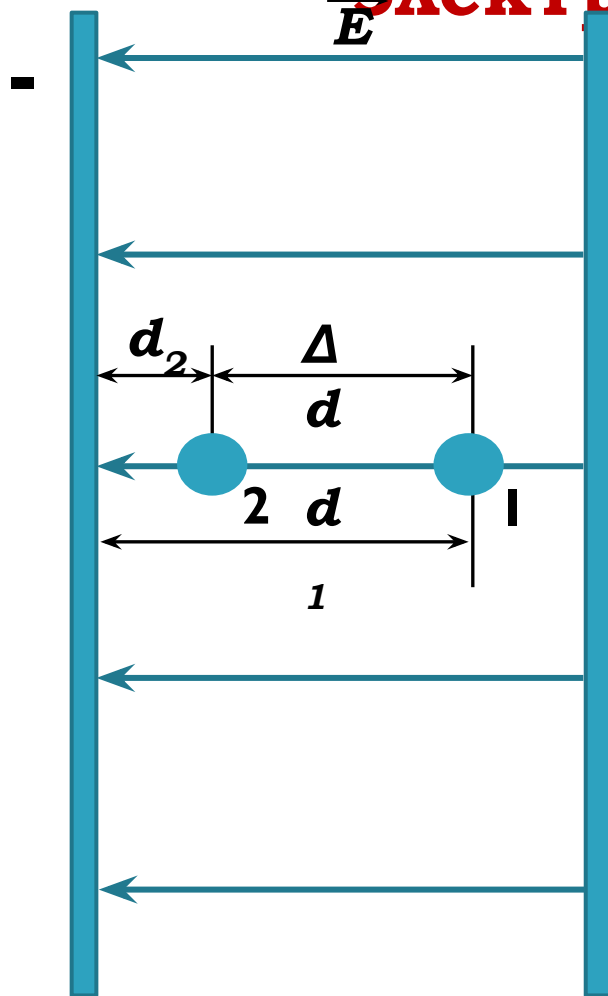
---

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



# Работа при перемещении заряда в однородном

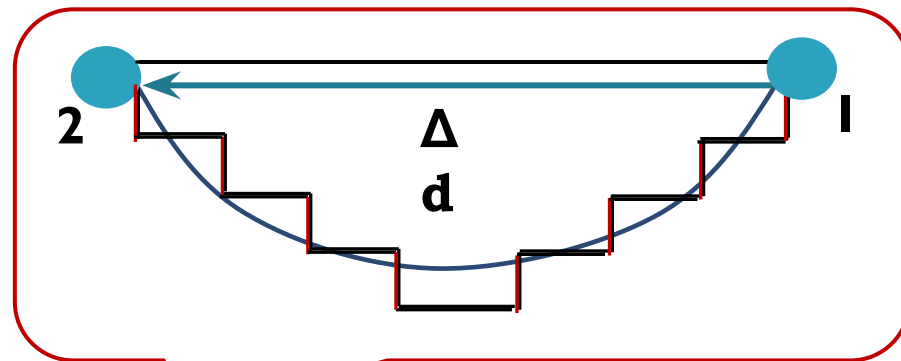
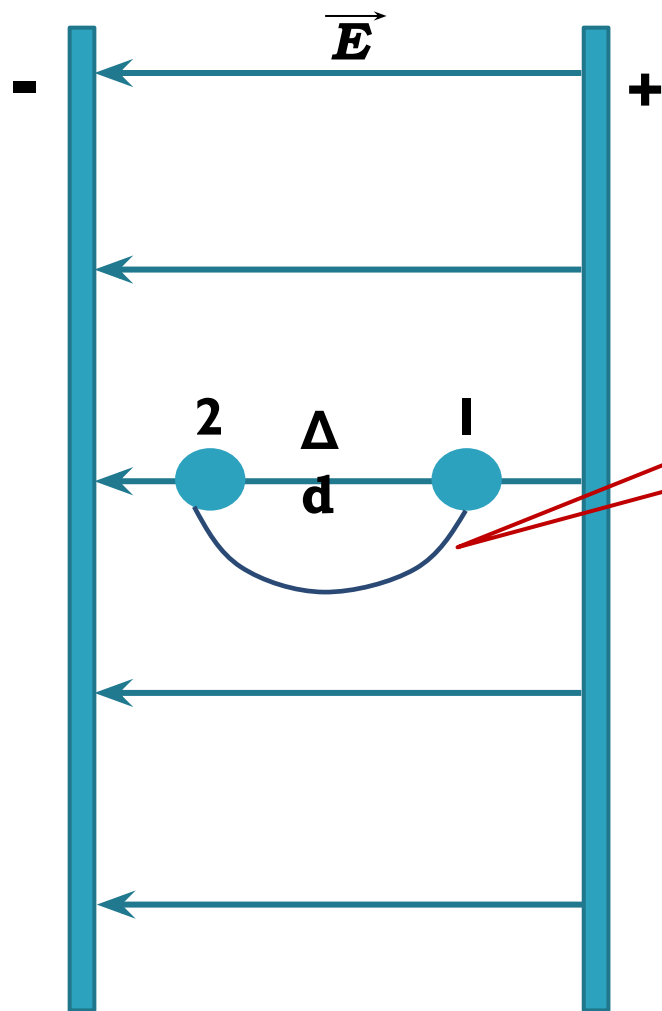
## электростатическом поле



+ 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:

$$\begin{aligned} A &= F ( d_1 - d_2 ) = qE ( d_1 - d_2 ) \\ &= - ( qEd_2 - qEd_1 ) \end{aligned}$$

# Работа поля не зависит от формы траектории



При перемещении вдоль частей ступенек, перпендикулярных  $\vec{E}$ , 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  $\Delta d$  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.

Ранее мы получили формулу:  $A = - (W_{p2} - W_{p1}) = - \Delta W_p$   
 $A = - (qEd_2 - qEd_1)$

Очевидно, что потенциальная энергия заряда в однородном

электростатическом поле равна:  $W_p = qEd$

**Важные**

- 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**



# 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  $W_p = qEd$

$$\left. \begin{aligned} W_{p1} &= q_1 E d \\ W_{p2} &= q_2 E d \\ W_{p3} &= q_3 E d \\ W_{pn} &= q_n E d \end{aligned} \right\}$$

$W_p \sim q$ ,  
значит  
 $W_p / q = \text{const}$   
 $\varphi = \frac{W_p}{q}$

**Потенциалом** электростатического поля называют отношение потенциальной энергии заряда

Единица потенциала в СИ: В поле к этому заряду  
 $1[\varphi] = 1\text{В}$

▶ **Потенциал – энергетическая характеристика**



# 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

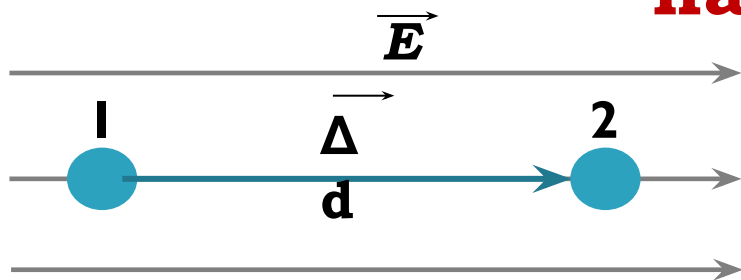
$$U = \frac{A}{q} = \varphi_1 - \varphi_2$$

**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:  $1[U] = 1\text{Дж}/$

$\text{Кл} = 1\text{В}$

# Связь между напряженностью электростатического поля и напряжением



$$A = qE$$

$$\frac{\Delta d}{qU} = q(\varphi_1 - \varphi_2) =$$

$$\left. \begin{array}{l} U = E \\ \Delta d \end{array} \right\}$$

$$E = U / \Delta d$$

$U$  - разность потенциалов  
между точками 1 и 2;

$\vec{\Delta d}$  - вектор перемещения,  
совпадающий по  
направлению с вектором  $E$

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

!!!

**напряженность электрического  
поля направлена  
в сторону убывания  
Единица напряженности в  
СИ:**

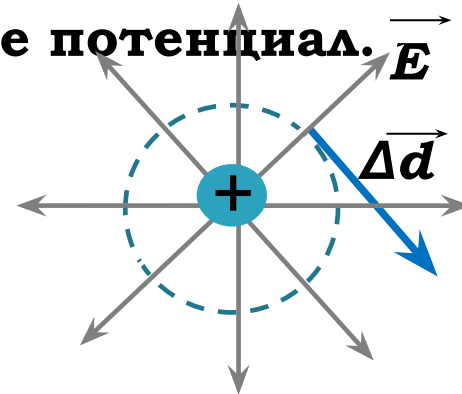
$$1[E] = 1\text{В/м}$$





# Эквипотенциальные поверхности

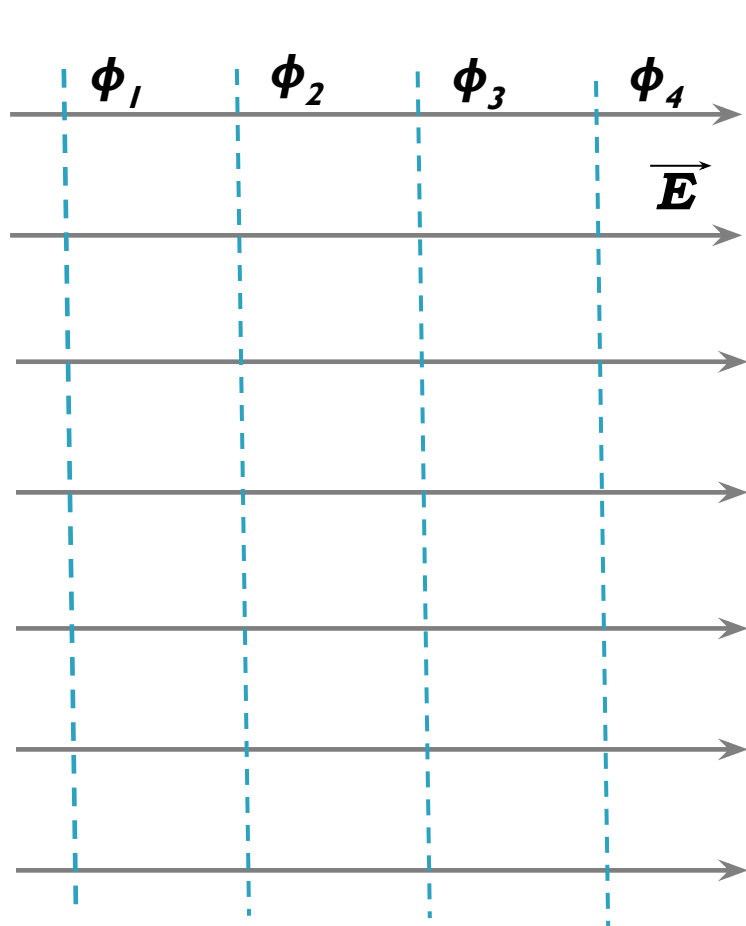
Если провести поверхность, перпендикулярную в каждой точке силовым линиям, то при перемещении заряда вдоль этой поверхности электрическое поле не совершает работы, => все точки этой такой поверхности имеют один и тот же потенциал.



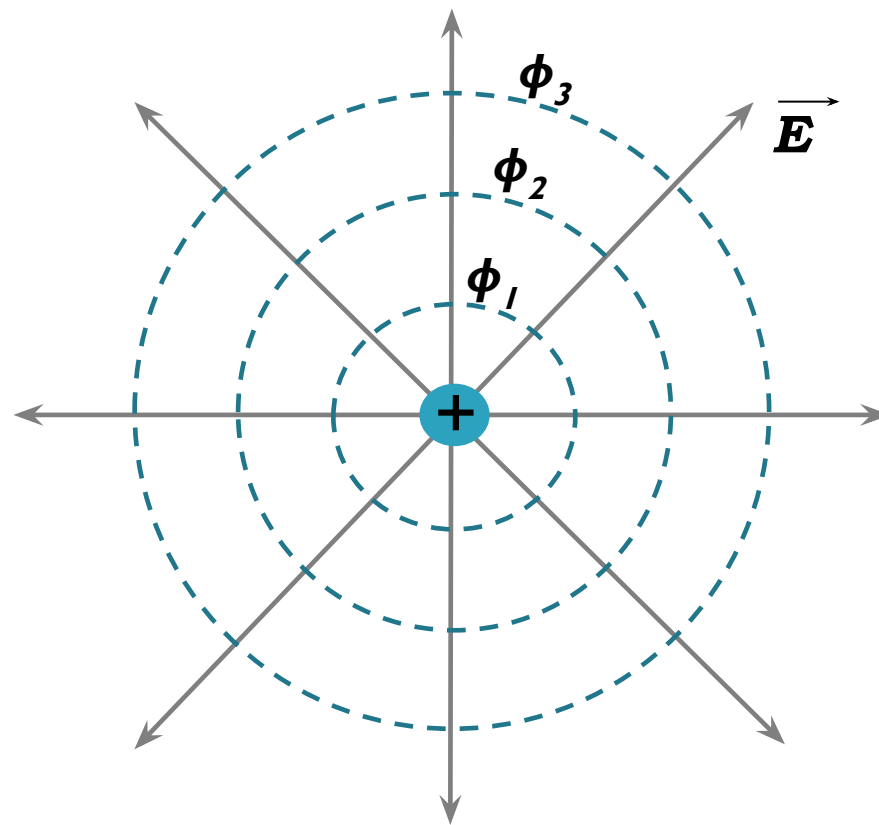
**Эквипотенциальные** – поверхности равного  
потенциала

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

# Примеры эквипотенциальных поверхностей



$$\phi_4 < \phi_3 < \phi_2 < \phi_1$$

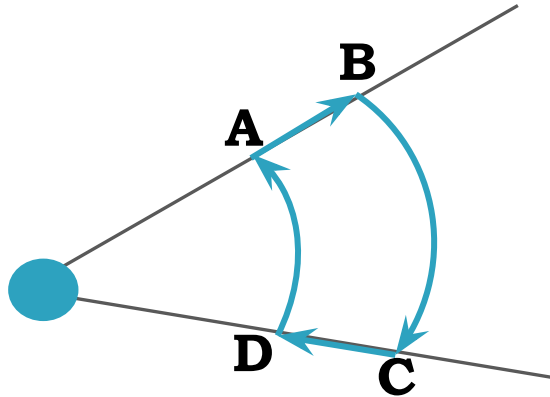


$$\phi_3 < \phi_2 < \phi_1$$



# Поразмысли

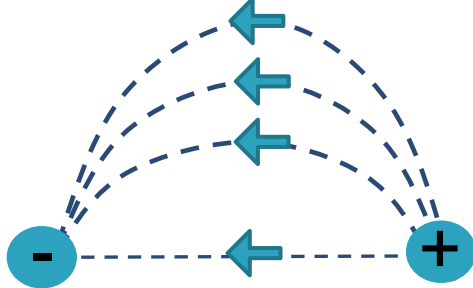
## М



**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

**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

Дано:  $2 \text{ нКл}$  из точки с потенциалом  $20 \text{ В}$  в точку с потенциалом  $200$

$$q = 2 \text{ нКл} = 2 \times 10^{-9} \text{ Кл}$$

$\varphi_1 = 20 \text{ В}$

$$\varphi_2 = 200 \text{ В}$$

$$\varphi_2 = 200 \text{ В}$$

Решени

$$A = q (\varphi_1 - \varphi_2) = 2 \times 10^{-9} \text{ Кл} (20 \text{ В} - 200 \text{ В}) = -0,36 \text{ мкДж.}$$

Ответ:  $A = 0,36 \text{ мкДж.}$

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

$$q_1 = 17 \text{ нКл} = 17 \times 10^{-9} \text{ Кл}$$

$d_1 = 0,5 \text{ м}; d_2 = 0,05 \text{ м};$

$$q_2 = 4 \text{ нКл} = 4 \times 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$q_2 = 4 \text{ нКл} = 4 \times 10^{-9} \text{ Кл}$$

$A = ?$

Решени

$$A = q_2 E d_2 - q_2 E d_1 = k q_2 q_1 (1/d_2 - 1/d_1) = 11 \text{ мкДж}$$

Ответ:  $A = 11$

$\text{мкДж.}$

**Д/**

**З:**

---

**І. § 96-98, на стр.276 примеры решения  
задач, упр. І7 №2-5**

