



Работа электрического поля

10 класс

Работа электростатического

поля
Знак потенциальной энергии в механике

Знак потенциальной энергии в

электростатике
Независимость работы от

траектории

Потенциал электрического

поля

Напряженность и

напряжение

Энергия и потенциал точечного

заряда

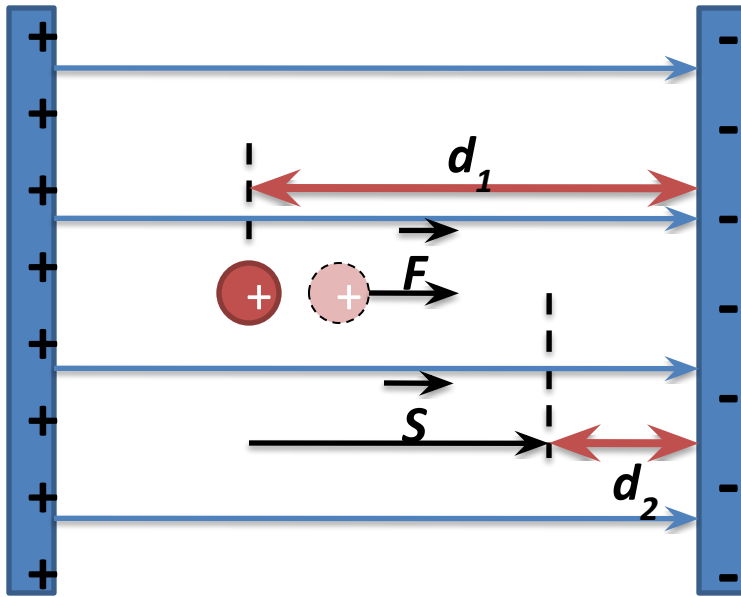
Заряды и массы. Аналогия.

Эквипотенциальные

поверхности

ВЫХОД

Работа электростатического поля



Используя заряд q в электрическом поле. Воздействуя на заряд q действует сила $F = qE$, которая совершает работу:

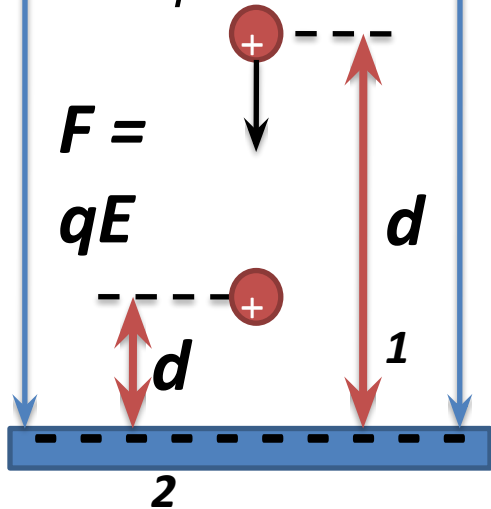
$$A = FScos(0^\circ) = qE(d_1 - d_2) = -(qEd_2 - qEd_1) = -\Delta W_p$$

$$W_p = qEd$$



Аналогия с работой силы тяжести

Заряд q
перемещается в
электрическом поле

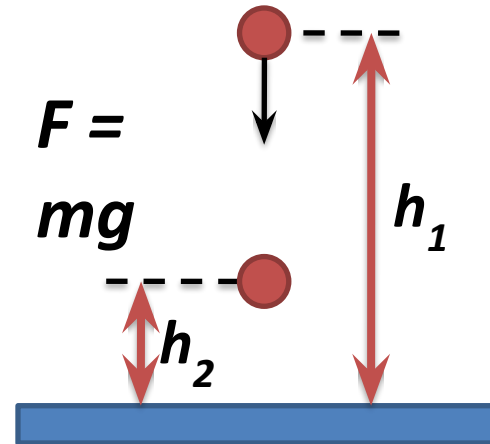


$$W_p = qEd$$

$$A_{\text{эл.поля}} = -$$

$$\Delta W_p$$

Тело массы m
перемещается в поле силы
тяжести



$$A = F \cos(0) = mgh(h_1 - h_2)$$

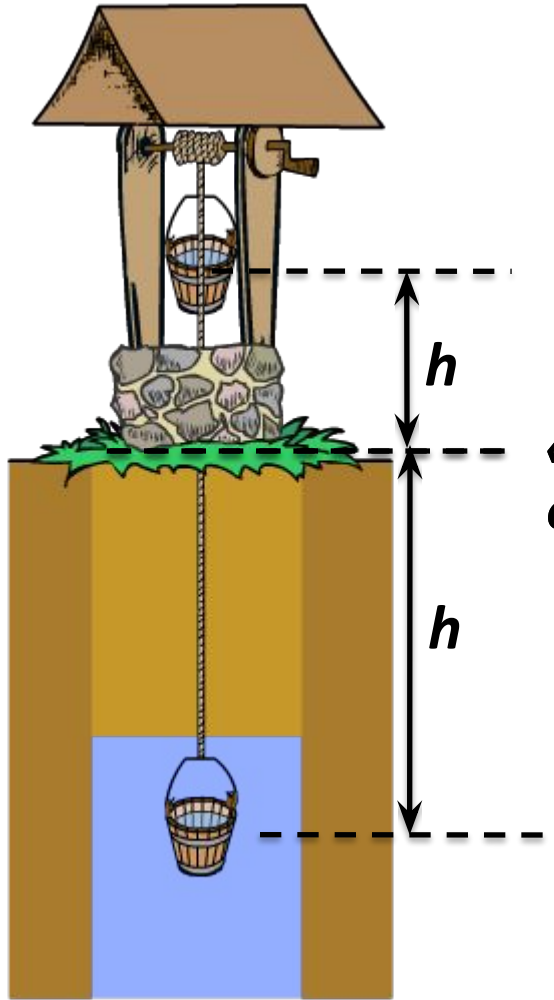
$$= -(mgh_2 - mgh_1) = -\Delta E_p$$

$$A_{\text{тяж}} = -$$

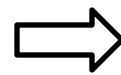
$$\Delta W_p$$



Знак потенциальной энергии



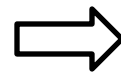
$$m > 0$$
$$h > 0$$



$$W_p = mgh > 0$$

«0»
высоты

$$m > 0$$
$$h < 0$$



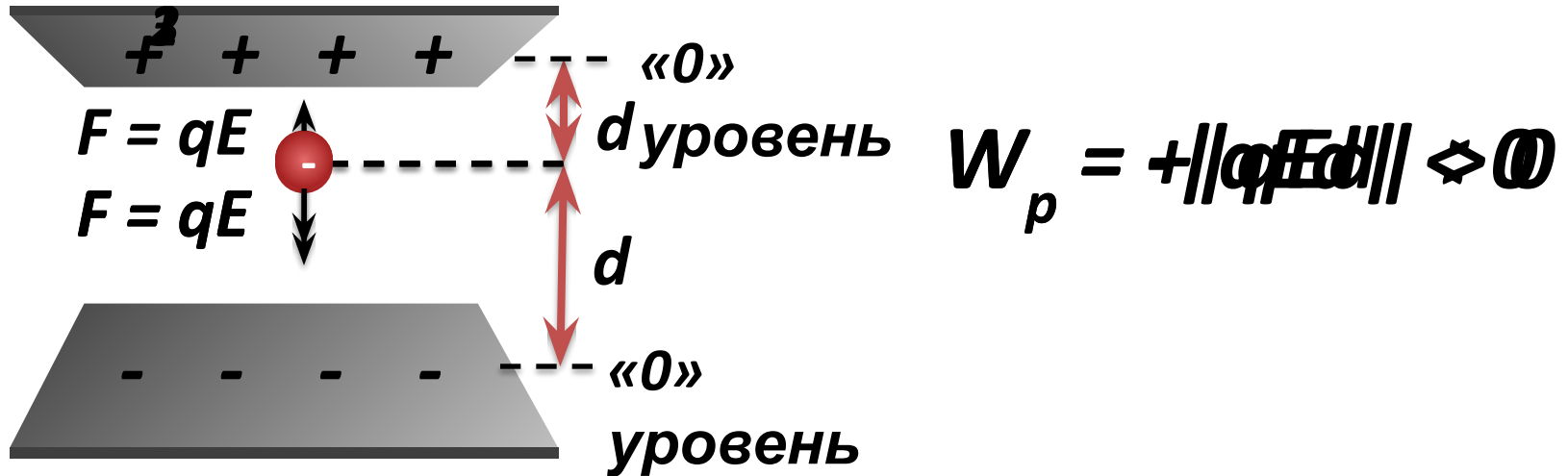
$$W_p = mgh < 0$$

**Знак потенциальной энергии
зависит только от знака
высоты (от выбора «0»
уровня)**



Знак потенциальной энергии

Пример



Знак энергии заряда, находящегося в электрическом поле, зависит: от направления поля, знака заряда и выбора «0» уровня

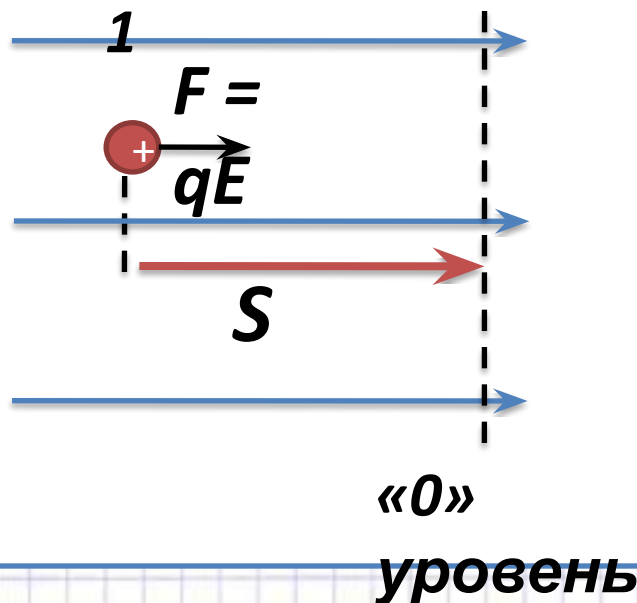


Знак потенциальной энергии

Знак потенциальной энергии равен знаку работы электрического поля при перемещении заряда на «0» уровень.

$$A = -\Delta W_p = -(W_{p2} - W_{p1}) = -(0 - W_{p1}) = W_{p1}$$

Пример



$$A = FS \cos(0^\circ) > 0$$



$$W_p = +|qEd|$$

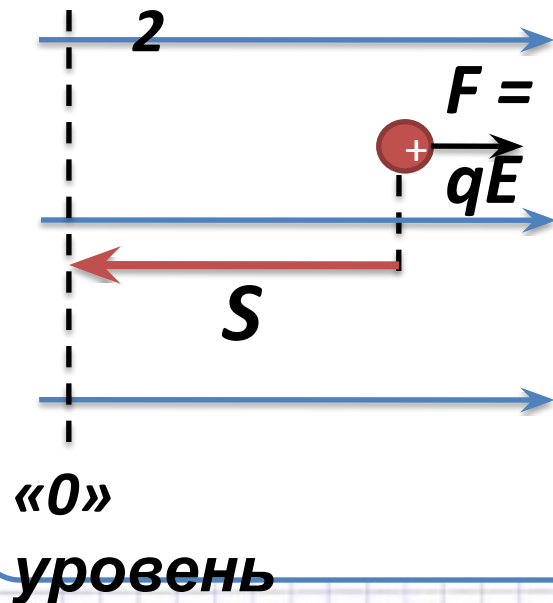


Знак потенциальной энергии

Второе определение потенциальной энергии равно работе по перемещению заряда из точки «0» в точку r при перемещении на заряд q в «0» уровень

$$A = -\Delta W_p = -(W_{p2} - W_{p1}) = -(0 - W_{p1}) = W_{p1}$$

Пример

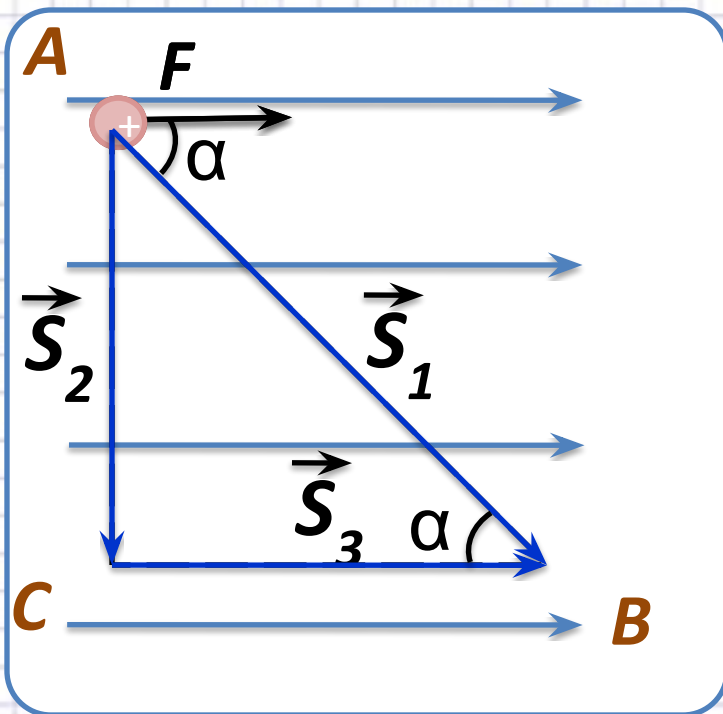


Для перемещения на «0» уровень необходимо на заряд q подействовать внешней силой $W = |qE| \cdot S$ (на рисунке не указана).



Работа при перемещении по разным траекториям

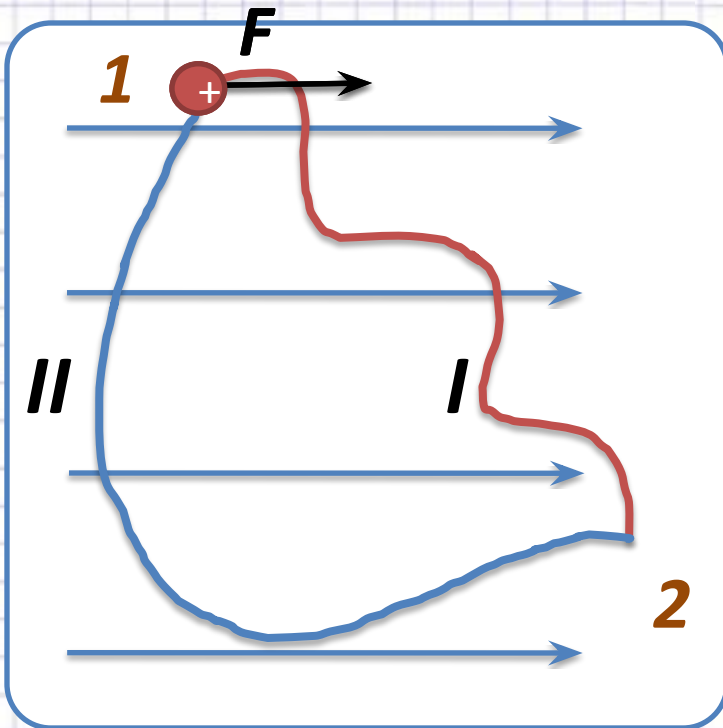
$A_2 = FS \cos(\alpha) = F \cdot AC \cos(\alpha) = F \cdot BC$
 Работа электрического поля не зависит от траектории.



$$\left. \begin{aligned} A_1 &= F \cdot BC \\ A_2 &= 0 \\ A_3 &= F \cdot BC \end{aligned} \right\} A_2 + A_3 = A_1$$

Работа электрического поля не зависит от траектории

$$A_{12} = -\Delta W_{12} = -(W_2 - W_1)$$

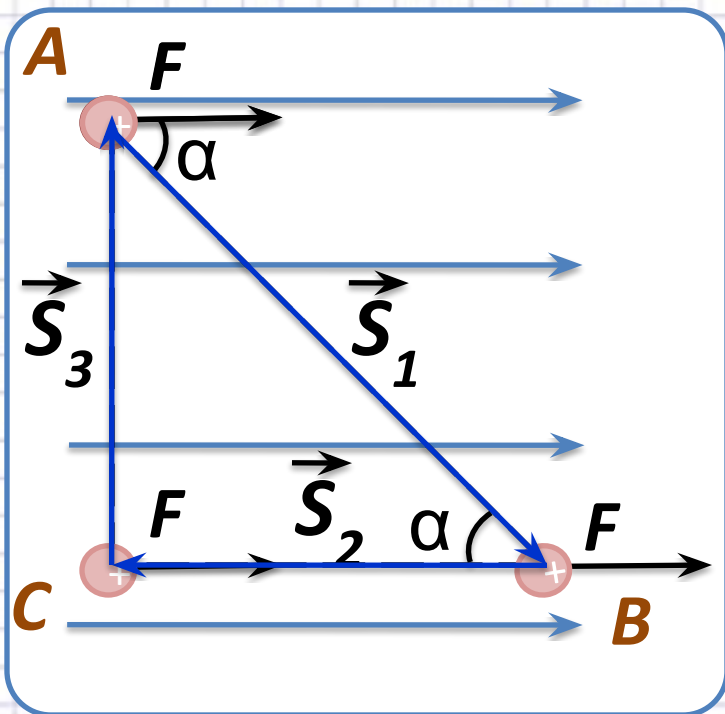


Энергии заряда W_1 и W_2
не зависят от
траектории.
Следовательно, при
перемещении заряда по
траекториям I и II
работа одинакова.



Работа при перемещении по замкнутой траектории

При перемещении заряда по замкнутой линии работа электрического поля равна нулю.*

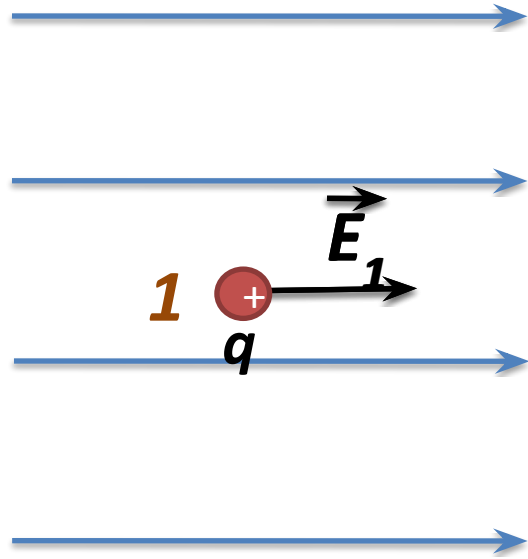


$$\left. \begin{aligned} A_1 &= F \cdot BC \\ A_2 &= -F \cdot BC \\ A_3 &= 0 \end{aligned} \right\} A_{123} = 0$$



Потенциал электрического поля

На заряд, находящийся в электрическом поле, действует сила F



Если удалить заряд, то в точке «останется» напряженность

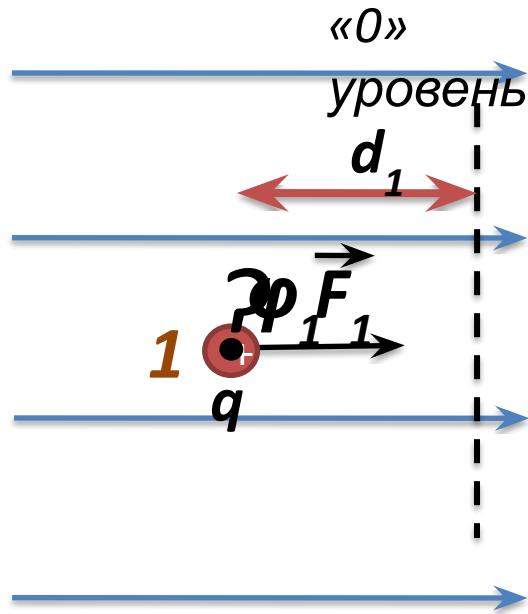
$$E = \frac{F}{q}$$

Напряженность – силовая характеристика электрического поля



Потенциал электрического поля

Заряд q перемещают из точки 1 в точку 0 в направлении вектора \vec{E} . Работа, совершаемая полем, равна изменению энергии.



Вопрос: «Осталась ли энергия в точке «остался» потенциал»

$$W_p = |qEd|$$
$$\varphi = \frac{W_p}{q} = \frac{qEd}{q} = Ed$$

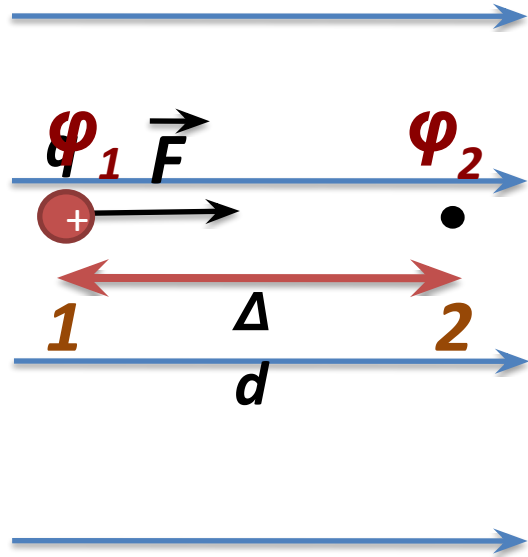
$$[\varphi] = \frac{[W_p]}{[q]} = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}$$



Напряженность и напряжение

Переместим заряд из точки 1 в точку 2

$\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\Delta d}$ $\frac{U}{\Delta d}$ $\frac{[U]}{[\Delta d]}$ $\frac{В}{м}$



Работа электрического поля: $A = FS = qE\Delta d$

$$A = - (W_{p2} - W_{p1}) = W_{p2} - W_{p1}$$

$$W_{p1} = q\varphi_1; \quad W_{p2} = q\varphi_2$$



$$A = qE\Delta d = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$$

$U = \varphi_1 - \varphi_2$ - разность потенциалов или

напряжение



Энергия и потенциал точечного заряда

F – изменяется, следовательно,
 Переместим заряд q из точки a в точку b
 разобьем путь на небольшие участки

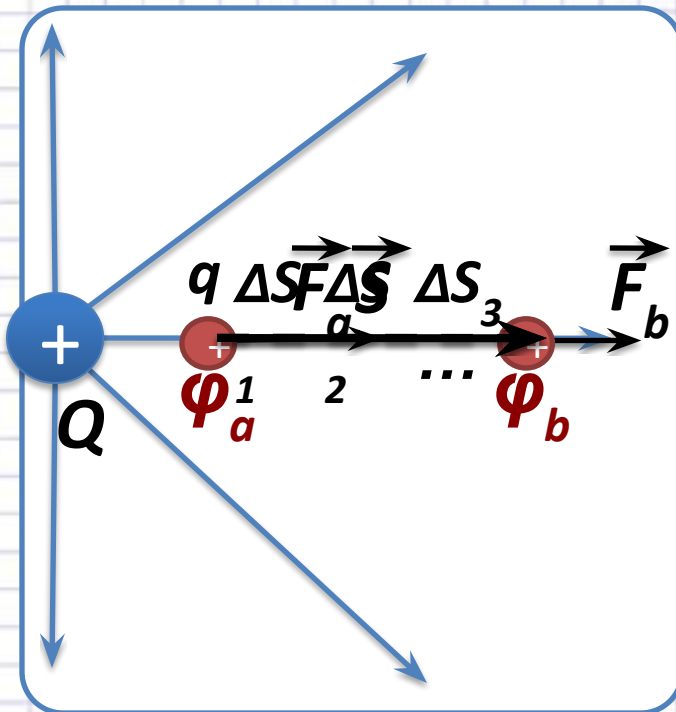
ΔS_i

Работа электрического поля:

$$A = F_1 \Delta S_1 + F_2 \Delta S_2 + \dots$$

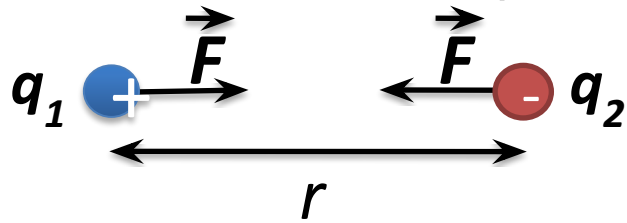
$$A = k \frac{Qq}{r_1^2} \Delta S_1 + k \frac{Qq}{r_2^2} \Delta S_2 + \dots$$

$$A = k \frac{Qq}{r_a} - k \frac{Qq}{r_b}$$



Заряды и массы. Аналогия.

Взаимодействие зарядов

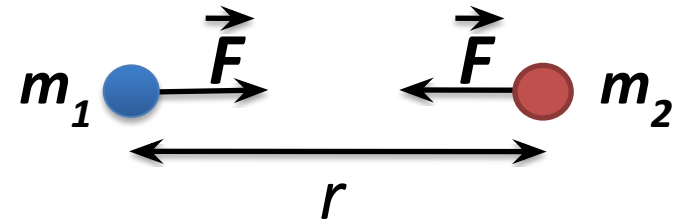


$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$W_p = k \frac{q_1 q_2}{r}$$

$$q_2 < 0 \rightarrow W_p < 0$$

Взаимодействие масс



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$W_p = -G \frac{m_1 m_2}{r}$$

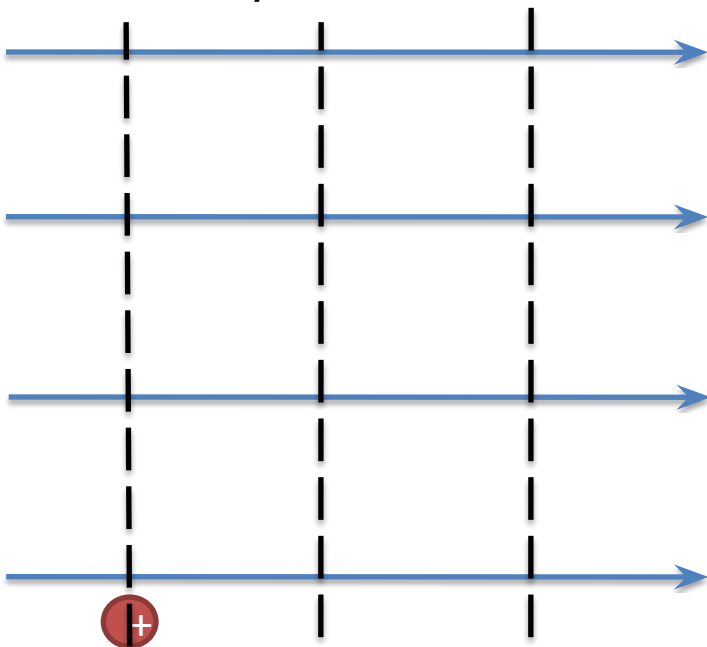


Эквипотенциальные поверхности

При перемещении заряда перпендикулярно силовым линиям электрического поля $A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = 0$, следовательно, $\varphi_1 = \varphi_2$

Поверхность, все точки которой имеют равный потенциал, называется эквипотенциальной

Однородное поле



Поле точечного заряда

