

+

×

—


÷

§1. Электростатика

1. Существуют заряды: \oplus \ominus
обозначения "+" и "-"
условны

- а) Заряды чувствуют друг друга "мгновенно"
- б) Существует электрическое поле, его можно рассматривать как отдельный объект
- в) Заряд $q = \text{const}$ (скаляр) - не зависит от С.О. (т.е. от скорости частицы)
- 2) Внутри изолированной системы заряд сохраняется (З.С.З)

2. Напряженность поля

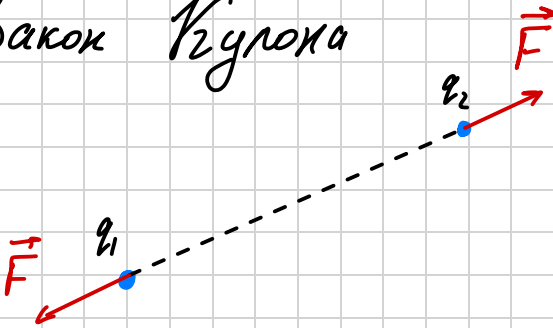
- а)  В точку A помещаем пробный заряд q_1 , такой что он не влияет на внешнее поле, и смотрим силу, которая на него действует

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

б) Верек принцип суперпозиции

$$\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i$$

3. Закон Кулона



$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}} \quad \text{— сила на } q_2 \text{ со стороны } q_1$$

СИ

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Кл}^2 \cdot \text{м}^3}{\text{с}^2 \cdot \text{Кл}^2}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{В} \cdot \text{м}}$$

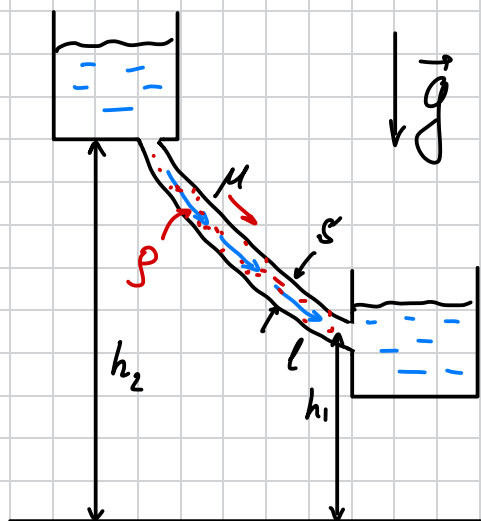
! СГС !

$$k = 1$$

ВАУ!
Как это удобно!

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \quad -4,8 \cdot 10^{-10} \text{ ед. СГС}$$

Пиризеское отступление: Гидродинамическая аналогия



$$\mu = \frac{\Delta m}{\Delta t} \left[\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right] - \text{массовый расход}$$

ρ - "пористость" трубки (затрудняет движение)

Найдем μ из качественных соображений

$$1) \mu \propto (h_2 - h_1)$$

$$2) \mu \propto g$$

$$3) \mu \propto S, l$$

$$4) \mu \propto \frac{1}{\rho}$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{(g h_2 - g h_1) S l}{\rho} \left[\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right]$$

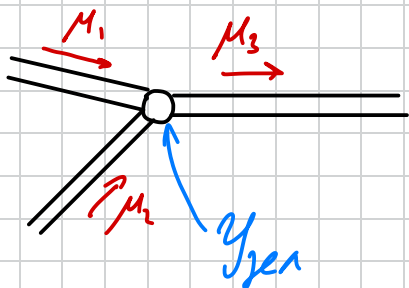
Введем величину - $\varphi = g h$ - Потенциал

Потенциал это характеристика поля (в данном случае - гравитационного). Зная потенциал, можно найти поле. Потенциал определен с точностью до константы, т.е. $\varphi_2 = \varphi_1 + \text{const}$ задает то же поле

Потенциальная энергия в поле (гравитационном)

$$W_{\text{п}} = \underset{\substack{\uparrow \\ \text{хар-ка} \\ \text{объекта}}}{m} g h = m \cdot \varphi$$

Рассмотрим подключение труб:



Очевидно, что дополнительная вода не может просто появиться поэтому:

$$\mu_1 + \mu_2 - \mu_3 \Rightarrow \sum_{i=1}^n \mu_i = 0$$

↑
закон сохр. массы

Название	Гидродинамика	Электричество
Потенциал	$\varphi = g h$	$\varphi = ??$
Ток	$\mu = \frac{S'}{R L} \Delta \varphi$	$I = \frac{\Delta \varphi}{R}$
Сопротивление	$R = \rho \frac{L}{S'}$	$R = \rho \frac{L}{S}$ ↑ удельное сопр
Пток в узлах	$\sum \mu_i = 0$	$\sum I_i = 0$

Теперь рассмотрим эти понятия подробнее

Опр: Электрический ток - кол-во заряда, протекающего в единицу времени

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} [A = \text{Ампер}]$$

q - заряд [Си: Кл, СГС: ед. СГСЭ]

Опр: Сопротивление - характеристика проводника

$$R = \rho \frac{l}{S} [\text{Ом}]$$

↑
удельное сопр

Опр: Электрический потенциал - характеристика электрического поля, однозначно задающая это поле

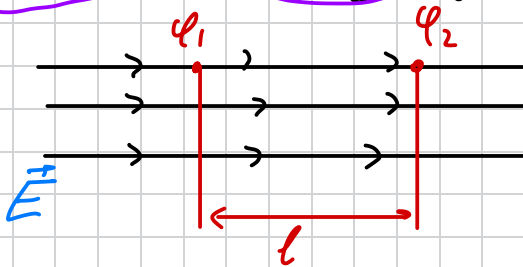
$$\varphi = \frac{W_{\text{п}}}{q}$$

- это же $\vec{E} = -\text{grad} \varphi$ (опр-е)
вот это опр-е

Опр: Электрическое поле, в котором напряженность одинакова по модулю и направлению в то-

Этой тоже пр-ва, называется однородным

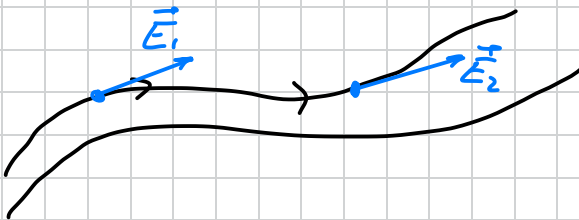
Разность потенциалов однородного поля:



$$\varphi_1 = \varphi_2 + E \cdot l$$

Замечание (ОЧЕНЬ ВАЖНО)

Касательные к линиям электрического поля показывают направление \vec{E} в каждой точке



Упр.: Докажите, что линии эл. поля не пересекаются

§2. Электрические цепи

Опр.: Проводник - в-во, проводящее электрический ток

Замечание: Проводник эквипотенциален: $\varphi = \text{const}$!

! Закон Ома!

$$U = IR$$

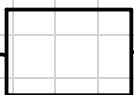
U - напряжение на эл-те цепи [В]

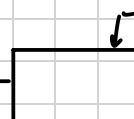
I - ток [А]


R - сопротивление [Ом]

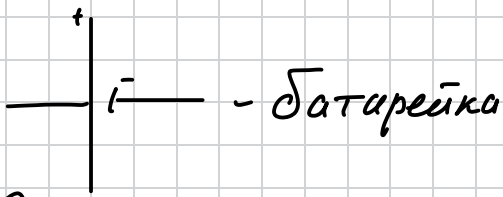
Некоторые обозначения в эл. цепях:

_____ - идеальный проводник $R = 0$

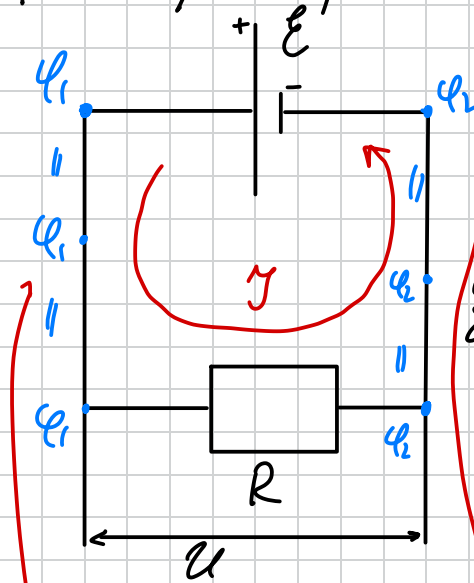
 - проводник, имеющий сопр. R (резистор)

 - реостат (можно изменять R)

 - ключ



Рассмотрим простейшую схему



$\mathcal{E} [B]$ - Электр. Δ-вижущая Сила (ЭДС)

Напряжение, необходимое чтобы ток циркулировал в цепи, создается **НЕ** э. силами - обычно хим. реакции

$\mathcal{U} [B]$ - Напряжение (на резисторе)

$\Delta\varphi [B]$ - разность потенциалов

проводник эквипотенциален

Кемкого разные потенциалы, но в R классе убивает

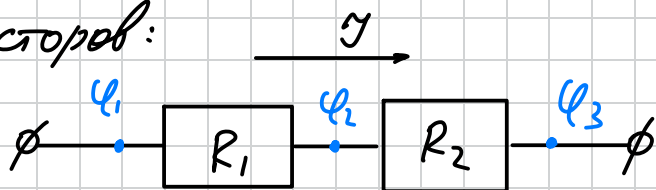
$$\varphi_1 - \varphi_2 = IR = \mathcal{U} = \mathcal{E}$$

Рассмотрим параллельное и последовательное подключение

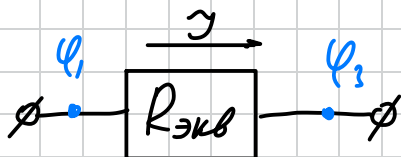
Последовательное подключение

Утв: При последовательном подключении $I_1 = I_2$
(по сути - закон сохранения заряд - заряд нигде в проводнике не задерживается)

Рассмотрим последовательное подключение 2-х резисторов:



Попробуем заменить 2 последовательных резистора на 1 ЭКВИВАЛЕНТНЫЙ

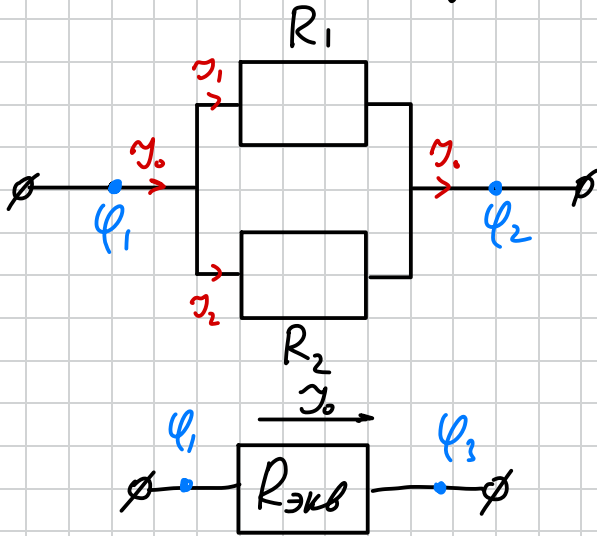


$$IR_{\text{экв}} = \phi_1 - \phi_3 = \phi_1 - \phi_2 - (\phi_2 - \phi_3) = IR_1 + IR_2$$

$$R_{\text{экв}} = R_1 + R_2$$

Параллельное подключение

Утв: При параллельном подключении $U_1 = U_2$ (следует из эквипотенциальности проводника)



$$\begin{cases} I_0 R_{экв} = I_1 R_1 \\ I_0 R_{экв} = I_2 R_2 \\ I_0 = I_1 + I_2 \end{cases} \Rightarrow I_0 = I_0 \frac{R_{экв}}{R_1} + I_0 \frac{R_{экв}}{R_2}$$

$$\boxed{\frac{1}{R_{экв}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$