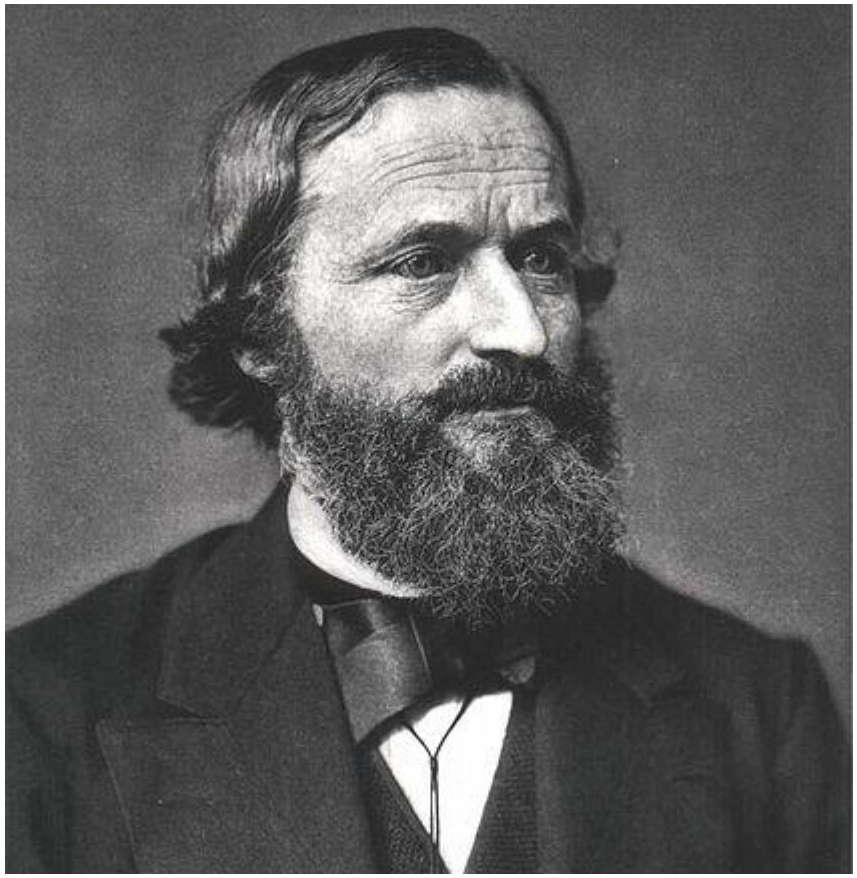
ЗАКОНЫ КИРХГОФА



ГУСТАВ РОБЕРТ КИРХГОФ (1824-1887)

Gustav Robert Kirchhoff
Немецкий физик, один из великих физиков XIX века.

ЗАКОНЫ КИРХГОФА

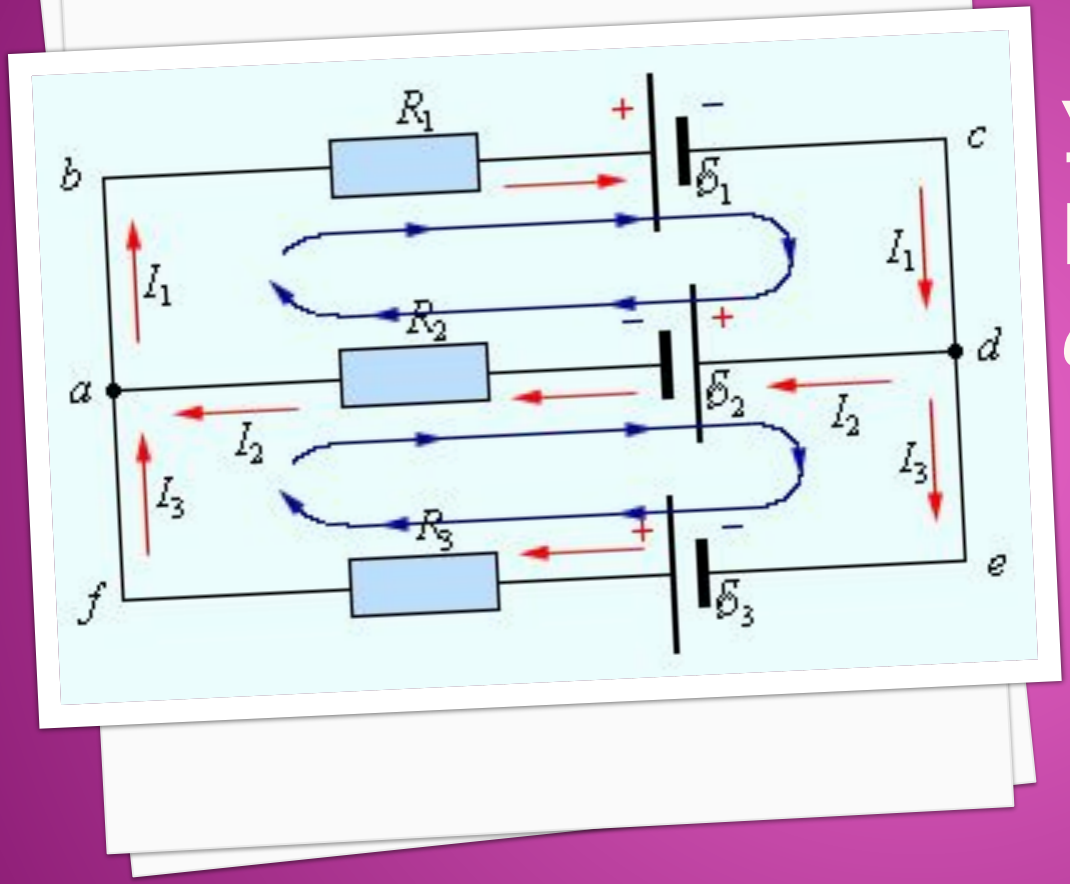
Зако́ны Кирхго́фа — два *правила*, основанные на *законах сохранения заряда* и *энергии*, которые применимы к цепям электрического тока. Сформулированы Густавом Кирхгофом в 1845 году.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ КИРХГОФА

Законы Кирхгофа позволяют рассчитывать любые электрические цепи постоянного тока. Применение законов Кирхгофа к линейной цепи позволяет получить систему линейных уравнений относительно токов и найти значение токов на всех ветвях цепи.

ФОРМУЛИРОВКА

Для формулировки законов Кирхгофа, в электрической цепи выделяются *узлы* — точки соединения трёх и более проводников — и *контуры* — замкнутые пути из проводников. При этом каждый проводник может входить в несколько контуров.



УЗЛЫ: *a* и *d*

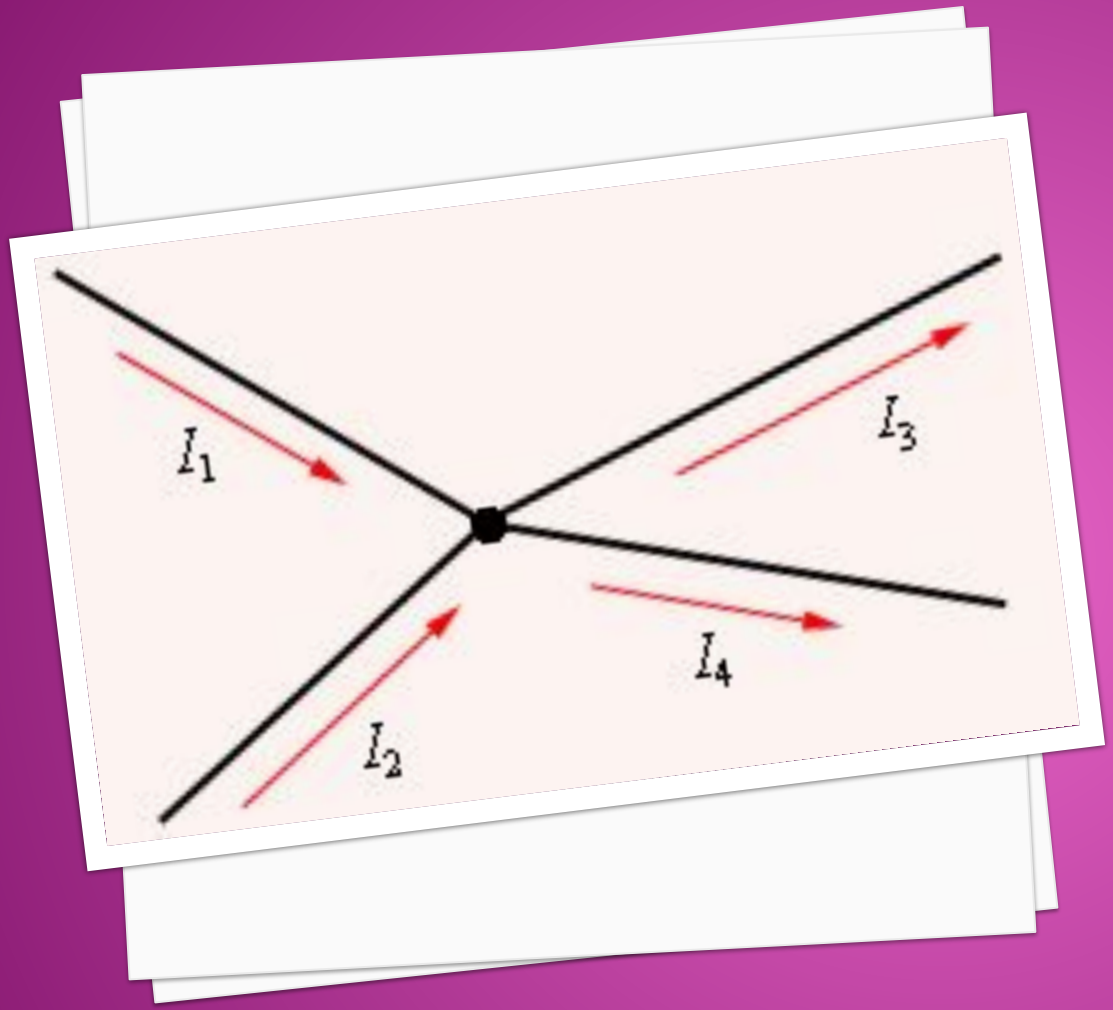
КОНТУРЫ: *abcd*, *adef* и *abcdef*

ПЕРВЫЙ ЗАКОН КИРХГОФА (ЗАКОН ТОКОВ КИРХГОФА)

Алгебраическая сумма токов, сходящихся в узле электрической цепи, равна нулю:

$$\sum_{j=1}^{n} I_j = 0.$$

Устанавливать знаки для входящих и исходящих токов можно произвольно, но обычно придерживаются *правила знаков*: токи, входящие в узел, берутся со знаком "+", а выходящие из узла - со знаком "-".



$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

ПЕРВЫЙ ЗАКОН КИРХГОФА

Иными словами, сколько тока втекает в узел, столько из него и вытекает. Данный закон следует из *закона сохранения заряда*.

Если цепь содержит *p* узлов, то она описывается *p* – 1 уравнениями токов.

Этот закон может применяться и для других физических явлений (к примеру, водяные трубы), где есть закон сохранения величины и поток этой величины.

ВТОРОЙ ЗАКОН КИРХГОФА (ЗАКОН НАПРЯЖЕНИЙ КИРХГОФА)

Алгебраическая сумма падений напряжений по любому замкнутому контуру цепи равна алгебраической сумме ЭДС, действующих вдоль этого же контура:

Для *постоянных* напряжений:

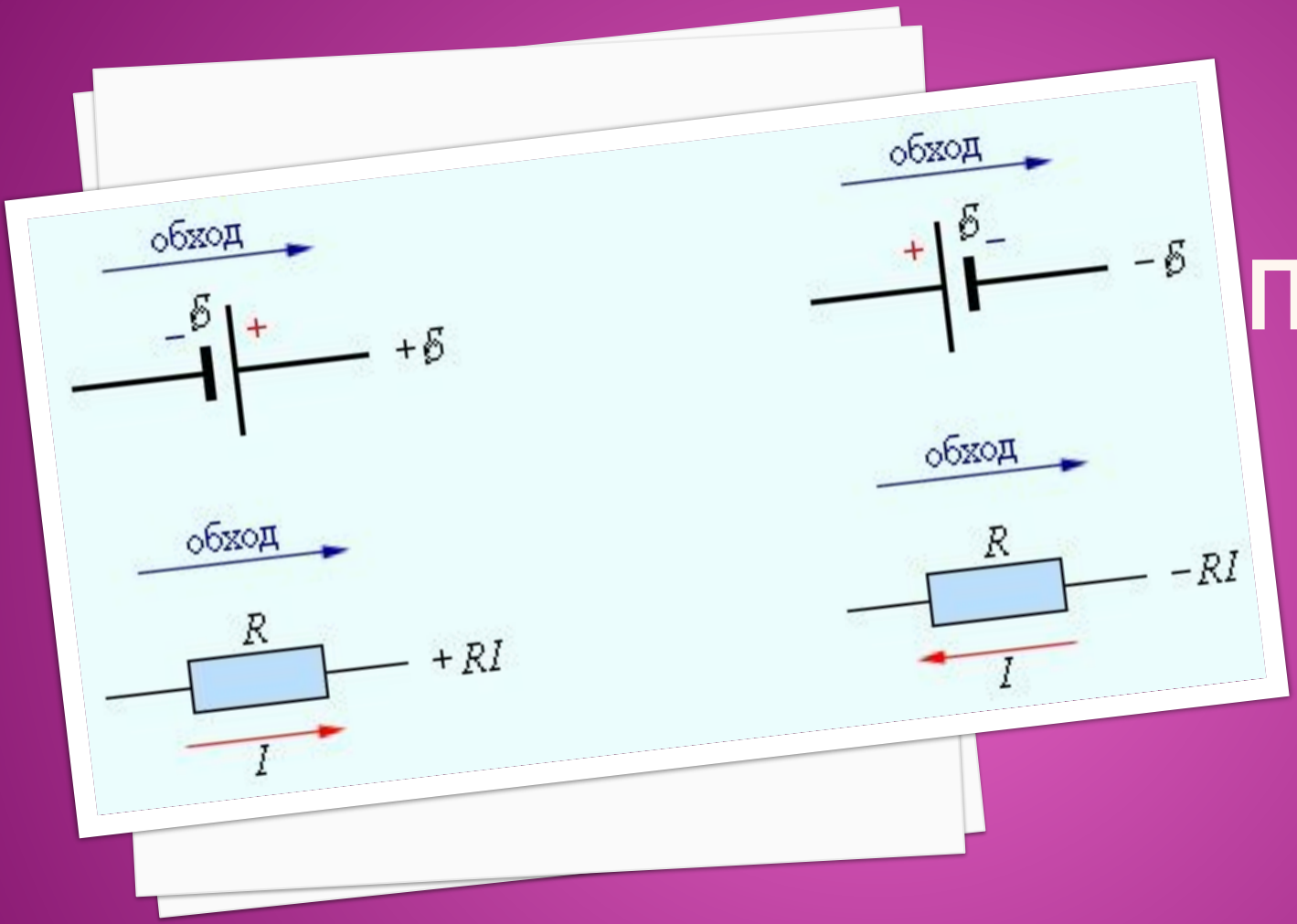
$$\sum_{k=1}^{n} E_k = \sum_{k=1}^{m} U_k = \sum_{k=1}^{m} R_k I_k;$$

Для *переменных* напряжений:

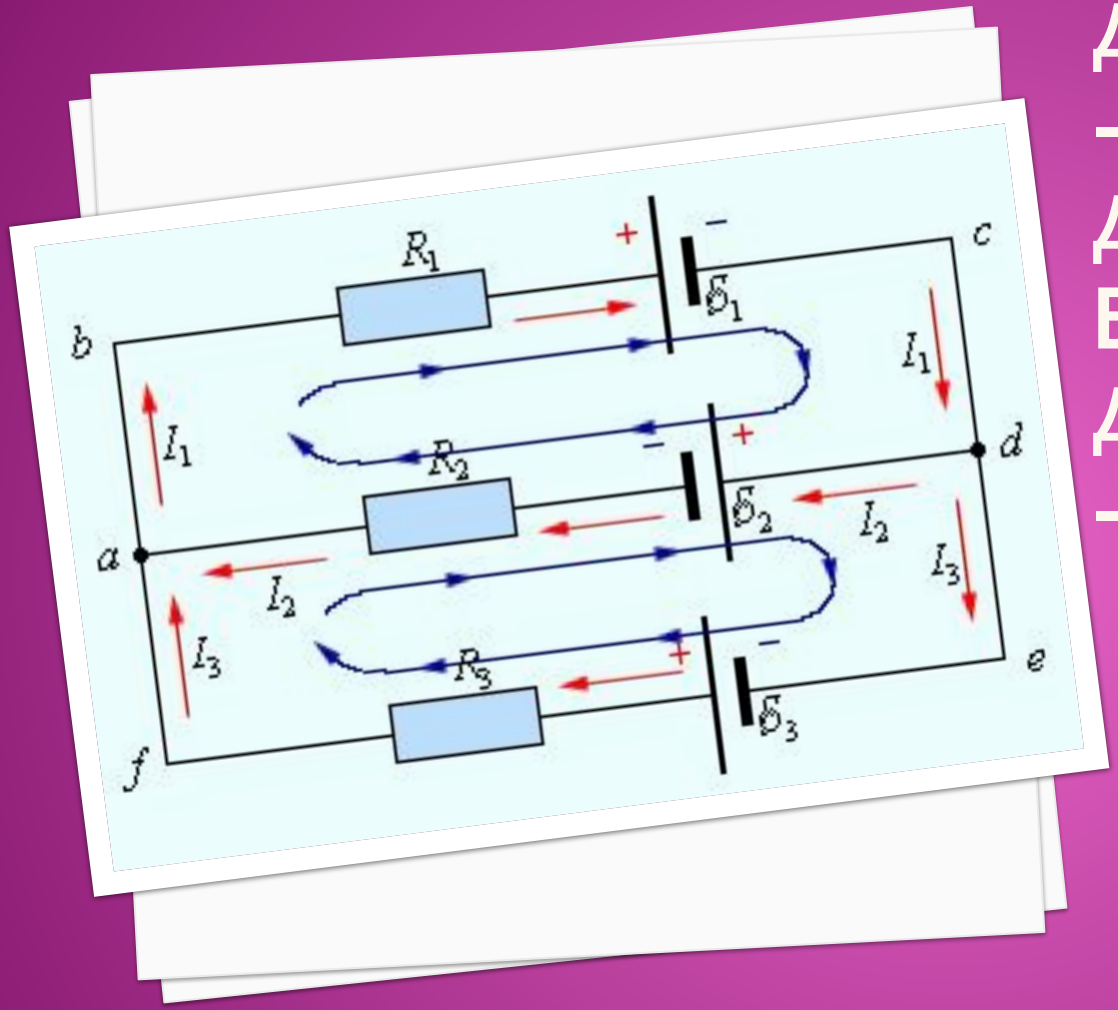
$$\sum_{k=1}^{n} e_k = \sum_{k=1}^{m} u_k = \sum_{k=1}^{m} R_k i_k + \sum_{k=1}^{m} u_{L\,k} + \sum_{k=1}^{m} u_{C\,k}.$$

ВТОРОЙ ЗАКОН КИРХГОФА

Перед записью уравнения по второму закону Кирхгофа выбирают направление обхода по замкнутому контуру (по часовой стрелке или против). Здесь так же принято *правило знаков*: слагаемые, в которых ток и ЭДС совпадают по направлению с выбранным направлением обхода контура, берутся со знаком плюс "+", в противном случае берутся со знаком минус "-".



ПРАВИЛО ЗНАКОВ



ДЛЯ КОНТУРА *abcd*:

$-E_1-E_2 = U_1+U_2$

ДЛЯ КОНТУРА *adef*:

$E_2+E_3 = -U_2+U_3$

ДЛЯ КОНТУРА *abcdef*:

$-E_1+E_3 = U_1+U_3$

где

$U_1 = I_1R_1$

$U_2 = I_2R_2$

$U_3 = I_3R_3$

по закону Ома

ВТОРОЙ ЗАКОН КИРХГОФА

Иными словами, при обходе цепи по контуру, потенциал, изменяясь, возвращается к исходному значению.

Если цепь содержит *m* ветвей, из которых содержат источники тока ветви в количестве *mi*, то она описывается *m* – *mi* – (*p* – 1) уравнениями напряжений.

Частным случаем второго закона Кирхгофа для цепи, состоящей из одного контура, является *закон Ома* для этой цепи.

Справедливость законов Кирхгофа

Законы Кирхгофа справедливы для линейных и нелинейных цепей при любом характере изменения во времени токов и напряжений.

ПРАВИЛА КИРХГОФА

«Законы Кирхгофа» также именуют «Правилами Кирхгофа», ибо они не отражают фундаментальных сущностей природы (и не являются обобщением большого количества опытных данных), а могут быть выведены из других положений и предположений.