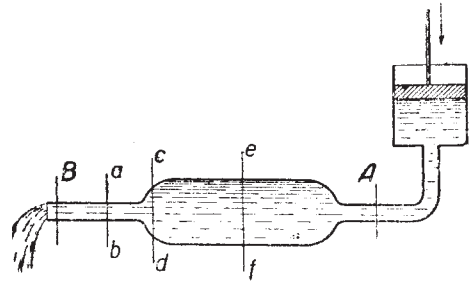


§25. Характеристики и применения тока

§36

Электрический ток во многом подобен току жидкости, который более нагляден и доступен экспериментальному исследованию.

Возьмем трубу с переменным поперечным сечением (см. рис.). Заполним ее водой, а затем начнем опускать поршень. При этом по трубе начнет перемещаться вода. Поскольку мы считаем воду несжимаемой, через любое сечение пройдет одинаковая масса воды Δm . Если сделать ток равномерным (т.е. вдвигать поршень равномерно), то масса воды, проходящая через любое сечение, будет прямо пропорциональна времени наблюдения. Следовательно, коэффициент пропорциональности (или отношение $\Delta m/\Delta t$) будет характеризовать ток жидкости.



Аналогично обстоит дело и с электрическим током. Если через любое поперечное сечение проводника проходит заряд Δq , величина которого пропорциональна времени наблюдения Δt , такой ток называется постоянным и характеризуется силой тока:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Единица силы тока в СИ названа ампером – в честь французского физика, математика и химика **Андре Мари Ампера**. Если в проводнике создан постоянный ток силой 1А, через поперечное сечение за каждую секунду проходит 1 Кл электричества: 1 Кл = 1 А · 1 с.



А. Ампер
(1775–1836)

Исторически сложилось так, что, хотя по металлическому проводнику движутся отрицательные заряды (электроны), за направление тока приняли движение положительных зарядов.

В 1826 году немецкий физик **Георг Ом** экспериментально открыл основной закон электрической цепи, в котором связал основные макропараметры – силу тока (I) и напряжение (U): в металлическом проводнике $I \sim U$.



Г. Ом
(1787–1854)

Коэффициент пропорциональности характеризует проводник и называется проводимостью, а обратная величина – сопротивлением R . $[R] = [1 \text{ В}/1 \text{ А} = 1 \text{ Ом}]$. Обычно закон Ома записывают в таком виде:

$$I = \frac{U}{R}$$

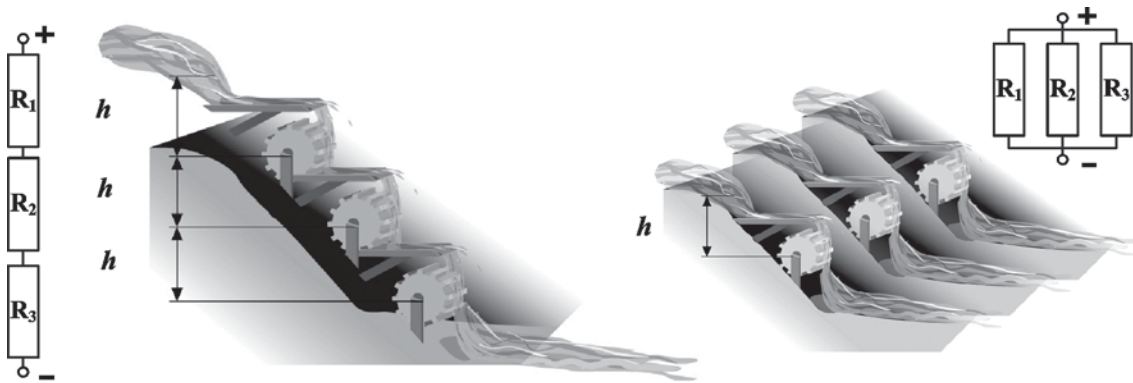
Дайте определение 1 ома.



Постройте график зависимости силы тока от напряжения в металлическом проводнике. Постройте аналогичный график для проводника, у которого сопротивление а) в 2 раза больше первоначального; б) в три раза меньше первоначального.

Сопротивление проводника тем больше, чем длиннее проводник и чем меньше площадь его поперечного сечения. Как вы думаете, можно ли провести такую же аналогию с трубой, по которой течет вода?

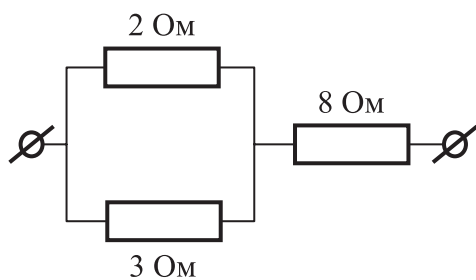
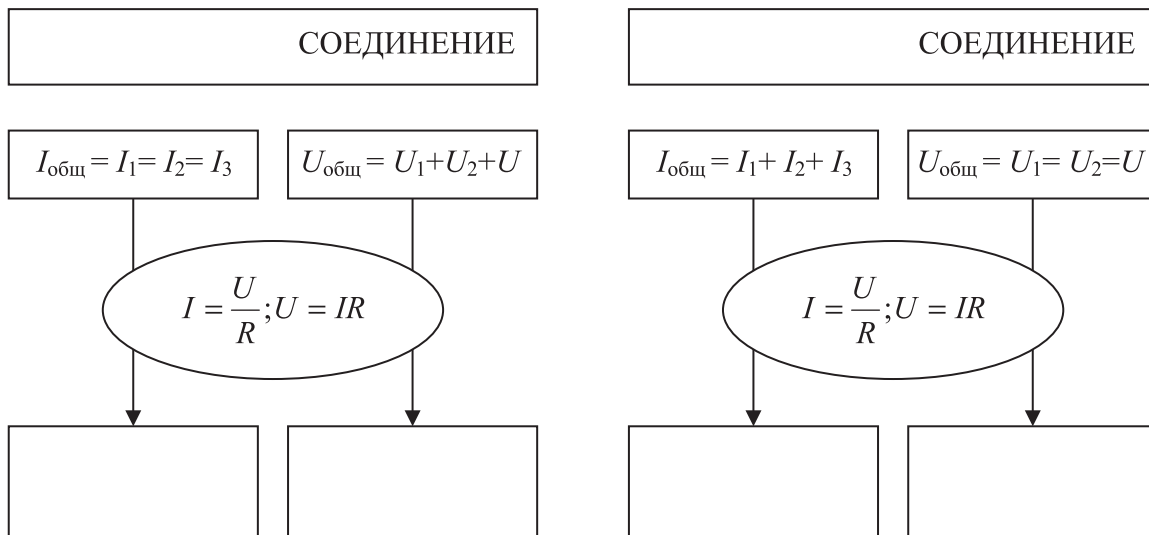
Рассмотрим параллельное и последовательное соединения проводников. В этом нам также поможет гидродинамическая аналогия (аналогия с током жидкости).



Дополните схемы и получите формулы, показывающие распределение токов и напряжений при последовательном и параллельном соединении проводников. Выведите правила расчета эквивалентных сопротивлений при этих соединениях.



Получите формулы для расчета эквивалентных сопротивлений для следующих частных случаев: 1) два сопротивления R_1 и R_2 соединены параллельно; 2) n одинаковых сопротивлений R соединены последовательно; 3) n одинаковых сопротивлений R соединены параллельно.



Найдите распределение токов и напряжений для соединения, показанного на рисунке, если известно, что на схему подано напряжение 20 В.



Решите еще задачи на последовательное и параллельное соединения проводников.



Поговорим о работе, которую может совершить электрический ток. Вновь воспользуемся аналогией с водным потоком (дальнейшие рассуждения снабдите, где возможно, рисунками).



Допустим, водный поток некоторой величины X может привести в действие одну мельницу. Логично предположить, что вдвое больший поток приведет в движение две мельницы, вчетверо больший – четыре. При этом перепад воды H может оставаться неизменным. Итак, мощность воды пропорциональна водяному потоку.

Что вы можете сказать о мощности электрического тока, пользуясь этой аналогией? Изобразите другие способы увеличения мощности водяного потока и, соответственно, мощности электрического тока. Покажите, что можно потоком $2X$ и вдвое меньшим перепадом $H/2$ добиться работы четырех мельниц.

Пользуясь указанной аналогией, можно предположить, что мощность электрического тока $P = IU$, работа тока $A = IUt$. Покажем это более строго.

Работа тока по переносу электрического заряда q по проводнику равна: $A = qU$ (это следует из определения разности потенциалов или напряжения). Заряд связан с силой тока известным соотношением: $q = It$. Следовательно, $A = IUt$. Так как мощность $P = U/I$, получим искомую формулу для мощности.

Если ток идет по металлическому проводнику, мы можем воспользоваться законом Ома для однородного участка цепи и получить еще две формулы для работы (мощности) тока: $A = I^2Rt$, $P = I^2R$, $A = \frac{U^2}{R}t$; $P = \frac{U^2}{R}$.



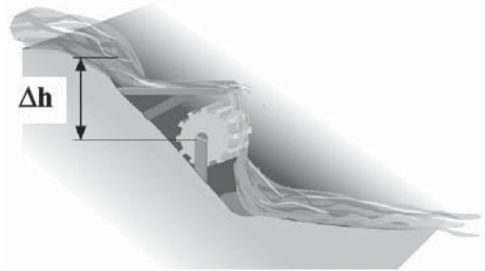
Выведите эти формулы самостоятельно. Какие формулы носят более общий характер, а какие могут применяться в частных случаях (каких)? Как зависит работа тока от сопротивления проводника?

При ответе на последний вопрос возникает странная ситуация: по одной формуле работа тока никак не зависит от сопротивления, по другой – зависимость прямая пропорциональная, по третьей – обратно пропорциональная! Значит ли это, что какая-то из формул неверна? Если для данного участка цепи справедлив закон Ома, можно пользоваться любой из трех формул для работы (мощности) тока. Однако считается, что какая-то одна формула удобнее при анализе последовательного соединения, какая-то – при анализе параллельного соединения.



Подумайте, какую формулу для каких расчетов удобнее использовать.

Потенциальная энергия падающей воды уменьшается. Изменение потенциальной энергии равно работе $A = -\Delta W$. Как сделать, так, чтобы эту энергию можно было использовать? Один из способов – с помощью гидротурбины. Если вода будет падать на лопадки турбины, то они будут вращаться. Давайте представим, что к турбине мы присоединили мельницу. Работа этой мельницы состоит в том, чтобы перемалывать зерно.



Как вы думаете, от чего зависит, сколько зёрен перемелется?

Очевидно, совершённая работа зависит от времени Δt , от разности высот Δh , от массы воды. Вспомним формулу для работы силы тяжести $A = mg\Delta h$.



Почему в эту формулу не входит время? Превращения каких видов энергии происходят при работе кофемолки? Заполните таблицу: какой вид энергии в какой превращается в следующих случаях. Придумайте свои примеры.

№		Энергия первоначальная	Энергия трансформированная
1	Водяная мельница		
2	Ветряная мельница		
3	Электрокофемолка, электромиксер		
4	Электроутюг, электроплитка		

При переходе энергии из одного вида в другой неизбежны потери энергии. Поэтому вводят понятие коэффициента полезного действия. По определению это отношение полезной энергии к затраченной. Его можно выражать в долях затраченной энергии, а можно в процентах.

$$КПД = \frac{\text{Энергия}_{\text{полезная}}}{\text{Энергия}_{\text{затраченная}}} \cdot 100\%$$