

Направление тока – направление движения положительного заряда

Историческая традиция

В проводнике перемещаются отрицательные заряды, в газах и жидкостях - и те и другие

*Сопротивление, которое оказывает проводник потоку электронов*

- Сопротивление однородного проводника

$$R = \rho l / S,$$

- Сила постоянного тока  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$   
 $I = Q/t,$

$$Q = \int_0^t I dt$$

- Проводимость  $G$  проводника и удельная проводимость  $\gamma$  вещества

$$G = 1/R, \quad \gamma = 1/\rho.$$

- Зависимость удельного сопротивления от температуры

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t),$$

- Сопротивление соединения проводников:

последовательного  $R = \sum_{i=1}^n R_i;$

параллельного  $\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}.$

- Плотность электрического тока есть векторная величина, равная отношению силы тока к площади  $S$  поперечного сечения проводника:

$$\mathbf{j} = \frac{I}{S} \mathbf{k},$$

● Закон Ома:  $I \sim V$ . (в металлическом проводнике)

для неоднородного участка цепи  $I = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) \pm \mathcal{E}_{12}}{R} = \frac{U}{R}$  ;

для однородного участка цепи  $I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R} = \frac{U}{R}$  ;

для замкнутой цепи ( $\varphi_1 = \varphi_2$ )  $I = \mathcal{E}/R$ .

Здесь  $(\varphi_1 - \varphi_2)$  — разность потенциалов на концах участка цепи;  $\mathcal{E}_{12}$  — ЭДС источников тока, входящих в участок;  $U$  — напряжение на участке цепи;  $R$  — сопротивление цепи (участка цепи);  $\mathcal{E}$  — ЭДС всех источников тока цепи.

Определим новую микроскопическую величину: **плотность тока  $\mathbf{j}$** . Плотность тока определяется как *сила тока, приходящаяся на единицу площади поперечного сечения* в данной точке пространства. Если плотность тока  $\mathbf{j}$  в

$$j = \frac{I}{A}$$

$$I = \int \mathbf{j} \cdot d\mathbf{A}$$

$$\mathbf{j} = \frac{1}{\rho} \mathbf{E} = \sigma \mathbf{E}$$

$$j = \frac{I}{A} = -nev_d$$

$$I = \frac{Q}{t} = -nev_d A$$

- 3.79. Определить общее сопротивление между точками  $A$  и  $B$  цепи, представленной на рис. 50, если  $R_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = R_4 = R_6 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 4 \text{ Ом}$ . [1,2 Ом]

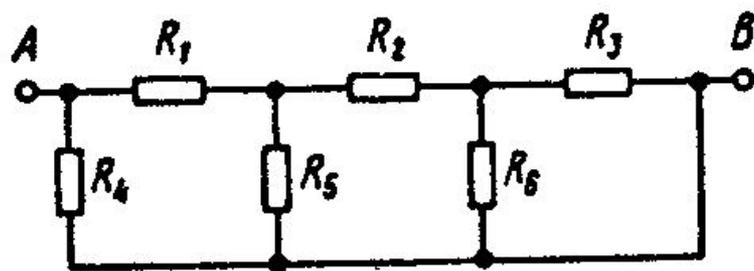
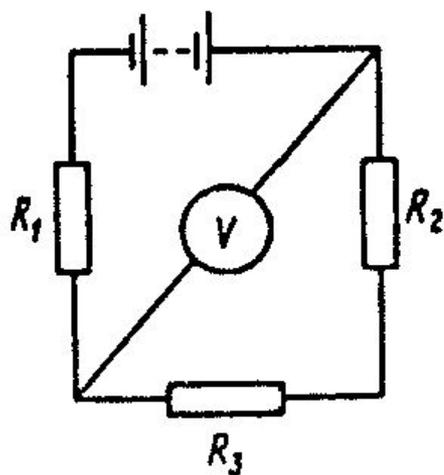


Рис. 50

- 3.93. На рис. 53  $R_1 = R_2 = R_3 = 100 \text{ Ом}$ . Вольтметр показывает  $U_V = 200 \text{ В}$ , сопротивление вольтметра  $R_V = 800 \text{ Ом}$ .

Определить э. д. с. батареи, пренебрегая ее сопротивлением. [325 В]

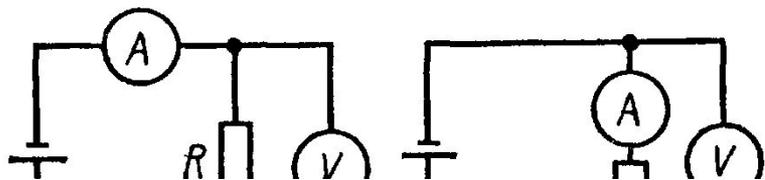


**3.95.** Определить: 1) э. д. с.  $\mathcal{E}$ ; 2) внутреннее сопротивление  $r$  источника тока, если во внешней цепи при силе тока 4 А развивается мощность 10 Вт, а при силе тока 2 А мощность 8 Вт. [1)  $\mathcal{E} = 5,5$  В; 2)  $r = 0,75$  Ом]

$R = P_1/I_1^2 = P_2/I_2^2$  не выполняется  $R$  – разные?

**19.1.** Сила тока в проводнике равномерно нарастает от  $I_0 = 0$  до  $I = 3$  А в течение времени  $t = 10$  с. Определить заряд  $Q$ , прошедший в проводнике.

**19.10.** Зашунтированный амперметр измеряет токи силой до  $I = 10$  А. Какую наибольшую силу тока может измерить этот амперметр без шунта, если сопротивление  $R_a$  амперметра равно 0,02 Ом и сопротивление  $R_{ш}$  шунта равно 5 мОм?



● Правила Кирхгофа. Первое правило: алгебраическая сумма сил токов, сходящихся в узле, равна нулю, т. е.

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0,$$

где  $n$  — число токов, сходящихся в узле.

Второе правило: в замкнутом контуре алгебраическая сумма напряжений на всех участках контура равна алгебраической сумме электродвижущих сил, т. е.

$$\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{i=1}^k \mathcal{E}_i,$$

где  $I_i$  — сила тока на  $i$ -м участке;  $R_i$  — активное сопротивление на  $i$ -м участке;  $\mathcal{E}_i$  — ЭДС источников тока на  $i$ -м участке;  $n$  — число участков, содержащих активное сопротивление;  $k$  — число участков, содержащих источники тока.

При составлении уравнений по первому закону Кирхгофа необходимо соблюдать правило знаков: ток, подходящий к узлу, входит в уравнение со знаком плюс; ток, отходящий от узла, — со знаком минус.

При составлении уравнений по второму закону Кирхгофа необходимо соблюдать следующее правило знаков:

а) если ток по направлению совпадает с выбранным направлением обхода контуров, то соответствующее произведение  $IR$  входит в уравнение со знаком плюс, в противном случае произведение  $IR$  входит в уравнение со знаком минус,

б) если ЭДС повышает потенциал в направлении обхода контура, т. е. если при обходе контура приходится идти от минуса к плюсу внутри источника, то соответствующая ЭДС входит в уравнение со знаком плюс, в противном случае — со знаком минус.

19.14. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС  $\mathcal{E}$  каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление  $r=0,2$  Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление  $R=1,5$  Ом. Найти силу тока  $I$  во внешней цепи.

19.19. Две батареи аккумуляторов ( $\mathcal{E}_1=10$  В,  $r_1=1$  Ом;  $\mathcal{E}_2=8$  В,  $r_2=2$  Ом) и реостат ( $R=6$  Ом) соединены, как показано на рис. 19.7. Найти силу тока в батареях и реостате.

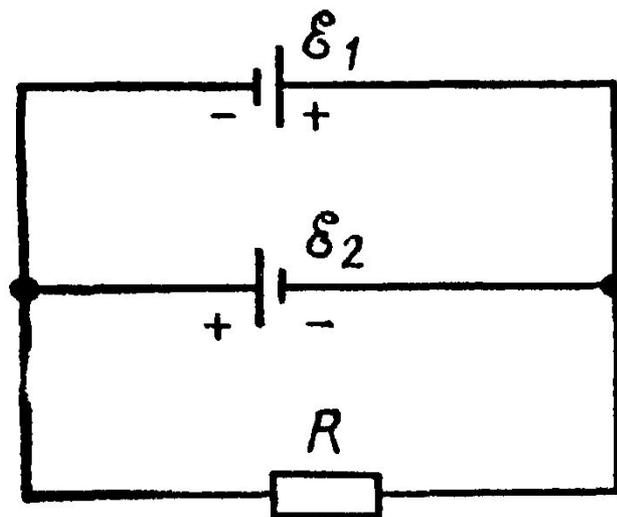
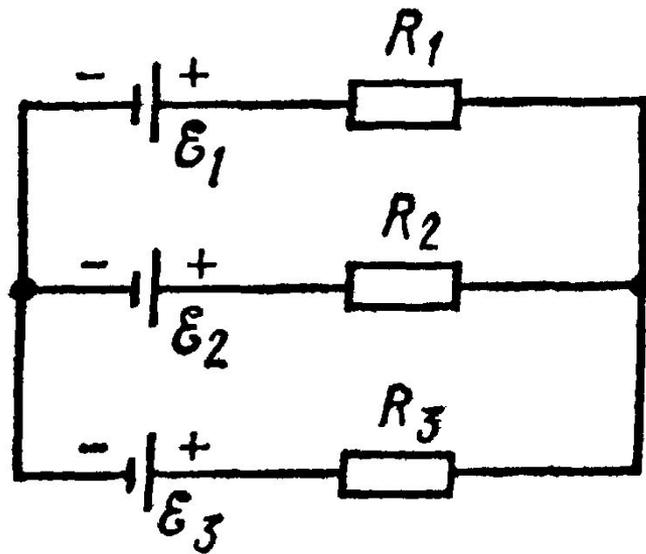


Рис. 19.7

19.23. Три источника тока с ЭДС  $\mathcal{E}_1=11$  В,  $\mathcal{E}_2=4$  В и  $\mathcal{E}_3=6$  В и три реостата с сопротивлениями  $R_1=5$  Ом,  $R_2=10$  Ом и  $R_3=2$  Ом соединены, как показано на рис. 19.10. Определить силы токов  $I$



# Домашнее задание 1

- **Т. ||| 3.81 ||| 3.94||| 3.98**
- **Ч. 19.2||| 19.13**

# Домашнее задание 2

- **Т. 3.103**
- **Ч. 19.20 ||| 19.24**

## Проверочная по теме 3

17.5. Шар радиусом  $R_1=6$  см заряжен до потенциала  $\varphi_1=300$  В, а шар радиусом  $R_2=4$  см — до потенциала  $\varphi_2=500$  В. Определить потенциал  $\varphi$  шаров после того, как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительного проводника пренебречь.

## Проверочная по теме 4

18.11. Пластину из эбонита толщиной  $d=2$  мм и площадью  $S=300$  см<sup>2</sup> поместили в однородное электрическое поле напряженностью  $E=1$  кВ/м, расположив так, что силовые линии перпендикулярны ее плоской поверхности. Найти: 1) плотность  $\sigma$  связанных зарядов на поверхности пластин; 2) энергию  $W$  электрического поля, сосредоточенную в пластине.

## №1

## Раздел 27.5

**30.** (II) В стимуляторе сердца, задающем ритм сокращений 70 ударов в минуту, установлен конденсатор емкостью 9,0 мкф. Каким должно быть сопротивление в  $RC$ -цепочке, чтобы стимулятор давал импульс (при котором происходит разряд конденсатора), когда напряжение на конденсаторе достигает 25% максимального?

## №2

Устройство для дефибрилляции создает в районе сердца шок, разряжая конденсатор, заряженный до напряжения 5000 В. Сопротивление тела между электродами равно 500 Ом. Какова будет сила тока в начале разрядки конденсатора? Через 6 мс напряжение на конденсаторе упадет до 250 В. Какова емкость устройства? Сколько энергии высвобождается при этом разряде?