

Задача 2.3.5 Сила тока $I(t)$ в проводнике меняется со временем t по уравнению $I(t) = 4 + 2t$, где I выражено в амперах и t в секундах.

1. Какое количество электричества проходит через поперечное сечение проводника за время от $t_1 = 2$ с до $t_2 = 6$ с?
2. При какой силе постоянного тока через поперечное сечение проводника за это же время проходит такое же количество электричества?

Ответ: 48 Кл, 12 А.

Количество заряда за промежуток времени dt определяется как $dq = Idt$, тогда $q = \int_2^6 Idt = 4t + t^2 \Big|_2^6 = 48$

При $I = \text{const}$ получаем, что $I = \frac{q}{t} = \frac{48}{4} = 12$

Ответ: 48 Кл, 12 А.

Задача 2.3.15 Из кусочка алюминия массой $m = 21.2$ г изготавливают цилиндрический провод длиной $l = 10$ м. Найти его сопротивление. Каков диаметр провода? Плотность алюминия $\rho_m = 2.70 \cdot 10^3$ кг/м³.

Ответ: 0.32 Ом, 1 мм.

Удельное сопротивление алюминия $\rho_R = 0.028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} = 2.8 \cdot 10^{-8} \text{Ом} \cdot \text{м}$

Сопротивление проводника вычисляется по формуле $R = \frac{\rho_R l}{S} = \frac{\rho_R l}{\frac{V}{l}} = \frac{\rho_R l^2 \rho}{m} = \frac{2.8 \cdot 10^{-8} \cdot 10^2 \cdot 2.7 \cdot 10^3}{0.0212} = 0.356 \text{ Ом}$

Диаметр проводника $d = 2r = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{m}{\pi \rho l}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 1 \text{ мм}$

Ответ: 0.356 Ом, 1 мм.

Задача 2.3.26 Две батареи с ЭДС $\varepsilon_1 = 20$ В, $\varepsilon_2 = 30$ В и внутренним сопротивлением $r_1 = 4$ Ом, $r_2 = 6$ Ом соединены параллельно. Каковы ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, которым можно заменить эти батареи без изменения тока в нагрузке?

Ответ: 24 В, 2.4 Ом.

Источники тока соединены параллельно, тогда их общее внутреннее сопротивление $r = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} = \frac{4 \cdot 6}{10} = 2.4 \text{ Ом}$

Общая сила тока источников равна $I = I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} = 10 \text{ A}$
Тогда у заменяющей батареи должна быть ЭДС $\varepsilon = Ir = 24 \text{ В}$

Ответ: 24 В, 2.4 Ом.

Задача 2.3.56 Аккумулятор замыкается один раз на сопротивление $R_1 = 20 \text{ Ом}$, другой раз - на сопротивление $R_2 = 5 \text{ Ом}$. При этом количество тепла, выделяющееся во внешней цепи в единицу времени, одинаково. Найти внутреннее сопротивление аккумулятора.

Ответ: 10 Ом.

По закону Джоуля-Ленца $Q = I_1^2 R_1 \Delta t = I_2^2 R_2 \Delta t$, где $I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r}$, $I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r}$

Получаем $\varepsilon^2 R_1 (R_1 + r)^2 = \frac{\varepsilon^2 R_2}{(R_2 + r)^2}$

$$(R_2 + r)^2 \cdot R_1 = (R_1 + r)^2 \cdot R_2 \implies 100 + 40r + 4r^2 = 400 + 40r + r^2 \implies r = 10$$

Ответ: 10 Ом.