

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.12.* Через сколько времени в кипятильнике с обмоткой из проволоки сопротивлением 10 Ом закипит 0,6 кг воды, если начальная температура воды 16°C и средний КПД при нагреве кипятильника 60%. Напряжение в сети 120 В. Удельную теплоемкость воды принять равной $4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К). (Отв.: 245 с).

Дано:

$$R = 10 \text{ } \Omega$$

$$m = 0,6 \text{ кг}$$

$$T_0 = 16^\circ \text{C}$$

$$T = 100^\circ \text{C}$$

$$\eta = 60 \%$$

$$U = 120 \text{ В}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$t - ?$

Решение:

$$Q_{\text{пол}} = cm(T - T_0);$$

$$Q_{\text{пол}} = L_{\text{полез}};$$

$$\eta = \frac{L_{\text{полез}}}{L_{\text{затр}}} \Rightarrow L_{\text{полез}} = \eta \cdot L_{\text{затр}};$$

$$L_{\text{затр}} = IUt = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t;$$



РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

$$\left. \begin{aligned} L_{\text{полез}} &= \eta \cdot \frac{U^2}{R} t \\ L_{\text{полез}} &= Q_{\text{пол}} = cm(T - T_0) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \eta \frac{U^2}{R} t = cm(T - T_0) \Rightarrow$$

$$t = \frac{cm(T - T_0)R}{\eta U^2},$$

$$t = \frac{4200 \cdot 0,6(373 - 289) \cdot 10}{0,6 \cdot 120^2} = 245 \text{ (с)}.$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.13.* Источник замыкается один раз проволокой сопротивлением 2,5 Ом, другой раз проволокой сопротивлением 10 Ом. При этом в обоих случаях выделяется равное количество теплоты. Определить внутреннее сопротивление источника. (Отв.: 5 Ом).

Дано:

$$R_1 = 2,5 \text{ } \Omega$$

$$R_2 = 10 \text{ } \Omega$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$r = ?$$

Решение:

$$Q_1 = I_1^2 R_1 t$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r}$$

$$Q_2 = I_2^2 R_2 t$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r}$$

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

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

$$\frac{R_1}{(R_1 + r)^2} = \frac{R_2}{(R_2 + r)^2} \Rightarrow R_1 [R_2^2 + 2R_2r + r^2] = R_2 [R_1^2 + 2R_1r + r^2]$$

$$R_1R_2^2 + 2R_1R_2r + R_1r^2 = R_2R_1^2 + 2R_1R_2r + R_2r^2 \Rightarrow$$

$$R_1R_2^2 - R_2R_1^2 = (R_2 - R_1)r^2 \Rightarrow$$

$$r = \sqrt{\frac{R_1R_2^2 - R_2R_1^2}{R_2 - R_1}},$$

$$r = \sqrt{\frac{2,5 \cdot 10^2 - 10 \cdot 2,5^2}{10 - 2,5}} = 5 \text{ (}\Omega\text{)}.$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.14.* К источнику, на зажимах которого напряжение $U = 6$ В, подключена нагрузка. Коэффициент полезного действия этой установки равен 60%. Определите ЭДС источника. (Отв.: 10 В).

Дано:

$$U = 6 \text{ В}$$

$$\eta = 60 \%$$

$$\varepsilon - ?$$

Решение:

$$\eta = \frac{L_{\text{полез}}}{L_{\text{затр}}} = \frac{IU}{I\varepsilon} \Rightarrow \eta = \frac{U}{\varepsilon} \Rightarrow$$

$$\varepsilon = \frac{U}{\eta}, \quad \varepsilon = \frac{6}{0,6} = 10 \text{ (В)}.$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.15.* Определите напряжение на зажимах источника питания, если он обеспечивает в цепи ток $I = 2$ А. Цепь состоит из двух параллельно включенных лампочек мощностью $P = 30$ Вт каждая. Потери мощности в подводящих проводах составляют 10% полезной мощности. (Отв.: 33 В).

Дано:

$$I = 2 \text{ А}$$

$$P = 30 \text{ Вт}$$

$$\eta = 90 \%$$

$$U - ?$$

Решение:

$$U = \text{const}$$

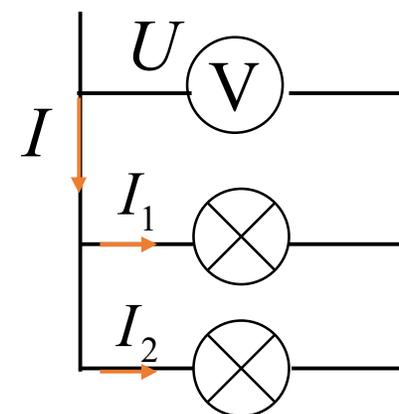
$$I = I_1 + I_2$$

$$P_{\text{общ}} = IU \Rightarrow I = \frac{P_{\text{общ}}}{U}$$

$$P = I_1 U \Rightarrow I_1 = \frac{P}{U}$$

$$P = I_2 U \Rightarrow I_2 = \frac{P}{U}$$

$$\frac{P_{\text{общ}}}{U} = \frac{P}{U} + \frac{P}{U} \Rightarrow P_{\text{общ}} = 2P$$



РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

$$P_{\text{пол}} = \eta \cdot P_{\text{общ}} = \eta \cdot I \cdot U \Rightarrow U = \frac{P_{\text{общ}}}{\eta \cdot I} = \frac{2 \cdot P}{\eta \cdot I},$$

$$U = \frac{2 \cdot 30}{0,9 \cdot 2} = 33,3 \text{ (В)}.$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.20.* На сопротивлении $R = 3$ Ом, подключенного к источнику с внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом за 30 с выделяется 810 Дж тепла. Определить ЭДС источника. (Отв.: 12 В).

Дано:

$$R = 3 \text{ } \Omega$$

$$r = 1 \text{ } \Omega$$

$$t = 30 \text{ с}$$

$$Q = 810 \text{ Дж}$$

$$\varepsilon = ?$$

Решение:

$$Q = I^2 R t$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$



$$Q = \frac{\varepsilon^2}{(R + r)^2} R t \Rightarrow$$

$$\varepsilon^2 = \frac{Q(R + r)^2}{R t} \Rightarrow \varepsilon = (R + r) \sqrt{\frac{Q}{R t}},$$

$$\varepsilon = (3 + 1) \sqrt{\frac{810}{3 \cdot 30}} = 12 \text{ (В)}.$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.26.* Электрическая печь должна давать количество тепла $Q = 100$ кДж за время $t = 10$ мин. Какова должна быть длина нихромовой проволоки сечением $S = 5 \cdot 10^{-7}$ м², если печь питается от электросети с напряжением $U = 36$ В? Удельное сопротивление нихрома $\rho = 1,2 \cdot 10^{-6}$ Ом·м. (Отв.: 3,24 м).

Дано:

$$Q = 100 \text{ кДж}$$

$$t = 10 \text{ мин}$$

$$S = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$$

$$U = 36 \text{ В}$$

$$\rho = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$l - ?$$

Решение:

$$Q = \frac{U^2}{R} t \Rightarrow R = \frac{U^2 t}{Q}$$

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$\frac{\rho l}{S} = \frac{U^2 t}{Q} \Rightarrow$$

$$l = \frac{SU^2 t}{\rho Q}, \quad l = \frac{5 \cdot 10^{-7} \cdot 36^2 \cdot 600}{1,2 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \cdot 10^3} = 3,24 \text{ (м)}.$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ

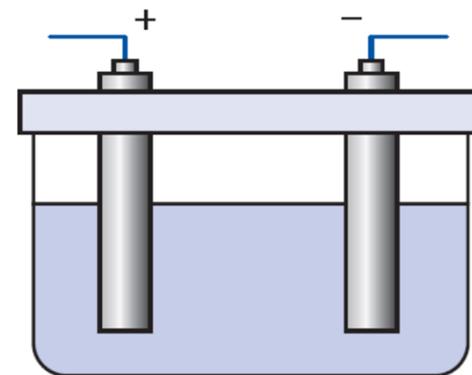
Хорошо известен факт, что поваренная соль (NaCl), а также дистиллированная вода являются изоляторами, т.е. не проводят электрический ток, однако водный раствор поваренной соли является проводящей средой.

Электролитами называются вещества – соли, кислоты, основания, растворы которых проводят электрический ток.

Свободными носителями электрического заряда в электролитах являются ионы противоположного знака. *Электролиты – это вещества с ионной проводимостью.*

Сосуд с электролитом, в который помещают два электрода, обычно угольных, называется *электролитической ванной*.

Электрод, соединенный с положительным полюсом источника тока, называется *анодом*, а соединенный с отрицательным – *катодом*.



РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Если между электродами приложено электрическое напряжение, то положительные ионы перемещаются к катоду и поэтому называются *катионами*, а отрицательные перемещаются к аноду и называются *анионами*.

Совокупность электрохимических процессов, которые происходят на электродах, помещенных в электролит, при прохождении через него электрического тока, называется электролизом.

Электролиз экспериментально был изучен М. Фарадеем, который установил соответствующие законы (1833).

Первый закон Фарадея для электролиза: масса вещества, выделившегося на электроде, прямо пропорциональна электрическому заряду, перенесенному через электролит:

$$m = k \cdot q,$$

где k - электрохимический эквивалент.

$$[k]_{СИ} = \frac{\text{КГ}}{\text{КЛ}}.$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Второй закон Фарадея для электролиза:
электрохимический эквивалент вещества прямо пропорционален его химическому эквиваленту:

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n},$$

где $F=96500$ Кл/моль - *постоянной* или *числом Фарадея*, а $\frac{M}{n}$ — называется *химическим эквивалентном*.

Объединенный закон Фарадея для электролиза:

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n} \cdot It.$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.64.* При электролизе раствора HCl, на аноде выделилось 34 г хлора. Какое количество водорода выделилось на катоде за время электролиза? Электрохимические эквиваленты водорода и хлора соответственно равны: $0,01 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл и $0,34 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (Отв.: 1 г).

Решение:

Дано:

$$m_{Cl} = 34 \text{ г}$$

$$k_H = 0,01 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$$

$$k_{Cl} = 0,34 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$$

$$\left. \begin{array}{l} m_H = k_H \cdot q; \\ m_{Cl} = k_{Cl} \cdot q; \end{array} \right\} \frac{m_H}{m_{Cl}} = \frac{k_H \cdot q}{k_{Cl} \cdot q} \Rightarrow$$

$$m_H = \frac{k_H \cdot m_{Cl}}{k_{Cl}}, \quad m_H = \frac{0,01 \cdot 10^{-6} \cdot 34}{0,34 \cdot 10^{-6}} = 1 \text{ (г)}.$$

$$m_H = ?$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.65.* Последовательно с электролитической ванной включен амперметр, который показывает ток 1,590 А. Какую поправку надо внести в показание амперметра, если за время $t = 10$ мин на катоде отложилось 0,316 г меди? Электрохимический эквивалент меди $k = 3,3 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. (Отв.: 6 мА).

Дано:

$$I = 1,59 \text{ А}$$

$$t = 10 \text{ мин}$$

$$m_{\text{Cu}} = 0,316 \text{ г}$$

$$k_{\text{Cu}} = 3,3 \cdot 10^{-7} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$$

$$\Delta I - ?$$

Решение:

$$m_{\text{Cu}} = k_{\text{Cu}} \cdot I_0 \cdot t \Rightarrow I_0 = \frac{m_{\text{Cu}}}{k_{\text{Cu}} \cdot t},$$

$$I_0 = \frac{0,316 \cdot 10^{-3}}{3,3 \cdot 10^{-7} \cdot 600} = 1,596 \text{ (А)}.$$

$$\Delta I = I_0 - I = 1,596 - 1,59 = 0,006 \text{ (А)}.$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.66.* Атомная масса серебра $A_1 = 0,108$ кг/моль, его валентность $n_1 = 1$ и электрохимический эквивалент $k_1 = 1,118 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. Найти электрохимический эквивалент золота k_2 , если атомная масса золота $A_2 = 0,197$ кг/моль, а его валентность $n_2 = 3$. Результат округлить до сотых. (Отв.: 0,68 мг/Кл).

Дано:

$$M_1 = 0,108 \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$$

$$n_1 = 1$$

$$k_1 = 1,118 \cdot 10^{-6} \frac{\text{КГ}}{\text{КЛ}}$$

$$M_2 = 0,197 \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$$

$$n_2 = 3$$

Решение:

$$k_1 = \frac{1}{F} \cdot \frac{M_1}{n_1}$$

$$k_2 = \frac{1}{F} \cdot \frac{M_2}{n_2}$$

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{M_2}{F \cdot n_2} \cdot \frac{F \cdot n_1}{M_1} \Rightarrow$$

$$k_2 = \frac{k_1 \cdot M_2 \cdot n_1}{n_2 \cdot M_1},$$

$$k_2 = \frac{1,118 \cdot 10^{-6} \cdot 0,197 \cdot 1}{3 \cdot 0,108} = 0,679 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{КГ}}{\text{КЛ}} \right).$$

$$k_2 = ?$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.68.* При электролизе раствора сернокислого цинка в течение 1 часа, выделилось 2,448 г цинка. Электрохимический эквивалент цинка равен $0,34 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. При каком напряжении поддерживается электролиз, если сопротивление ванны 3 Ом? (Отв.: 6 В).

Решение:

Дано:

$$t = 1 \text{ ч}$$

$$m = 2,448 \text{ г}$$

$$k = 0,34 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$$

$$R = 3 \text{ }\Omega$$

$$m = k \cdot q$$

$$q = I \cdot t$$

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

$$m = k \frac{U}{R} t \Rightarrow U = \frac{m \cdot R}{k \cdot t},$$

$$U = \frac{2,448 \cdot 10^{-3} \cdot 3}{0,34 \cdot 10^{-6} \cdot 3600} = 6 \text{ (В)}.$$

 $U - ?$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.71.* При электролизе раствора серной кислоты за 50 мин выделилось 0,5 г водорода. Определить мощность, расходуемую на нагревание электролита, если его сопротивление равно 0,9 Ом. Электрохимический эквивалент водорода $0,01045 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (Отв.: 250 Вт).

Решение:

Дано:

$$t = 50 \text{ мин}$$

$$m = 0,5 \text{ г}$$

$$R = 0,9 \text{ Ом}$$

$$k = 0,01045 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$$

 $P = ?$

$$\left. \begin{aligned} P &= IU = I^2 R \\ m &= k \cdot I \cdot t \Rightarrow I = \frac{m}{k \cdot t} \end{aligned} \right\} P = \frac{m^2 \cdot R}{k^2 \cdot t^2},$$

$$P = \frac{(0,5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,9}{(0,01045 \cdot 10^{-6} \cdot 3000)^2} = 228,9 \text{ (Вт)}.$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.81.* Вычислить израсходованную энергию для получения 1 кг никеля, если электролиз производится при напряжении 10,8 В. Электрохимический эквивалент никеля 1080 мг/(А·час). (Отв.: 10 кВт·ч).

Дано:

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$U = 10,8 \text{ В}$$

$$k = 1080 \frac{\text{мг}}{\text{А} \cdot \text{час}}$$

 $P = ?$

Решение:

$$P = I \cdot U$$

$$m = k \cdot I \cdot t \Rightarrow I = \frac{m}{k}$$

$$\rightarrow P = \frac{m}{k} U,$$

$$P = \frac{1 \cdot 10,8}{1080 \cdot 10^{-6}} = 10000 \text{ (Вт} \cdot \text{час)}.$$

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ