

ПОСТОЯНЕН ЕЛЕКТРИЧЕН ТОК

Лектор: Доц. д-р Т. Йовчева

1 зад. Колко ампера е токът, който тече по проводник, ако за една минута ($t = 1$ минута) през всяко напречно сечение на проводника преминава заряд $q = 6$ С?

$$I = \frac{q}{t} = \frac{6}{60} = 0,1\text{A}$$

2 зад. Колко кулона е зарядът q , преминаващ за време $t = 2$ минути, през напречното сечение на проводник, по който тече ток $I = 2$ А?

$$q = It = 2 \cdot 120 = 240\text{C}$$

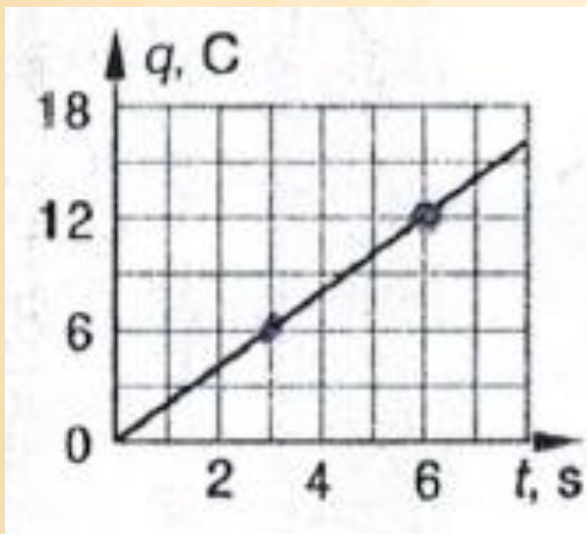
3 зад. Определете времето, за което кондензатор с капацитет $C = 200 \mu\text{F}$ се зарежда до напрежение $U = 20 \text{ V}$ от постоянен ток $I = 2 \text{ mA}$.

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

$$t = \frac{q}{I} \quad q = CU$$

$$t = \frac{CU}{I} = \frac{200 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{2 \cdot 10^{-3}} = 2000 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ s}$$

4 зад. На фигурата е представена зависимостта на заряда q , който преминава през напречното сечение на проводник от времето t . Определете тока, който тече по проводника.



$$t = 6 \text{ s}$$

$$q = 12 \text{ C}$$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{12}{6} = 2 \text{ A}$$

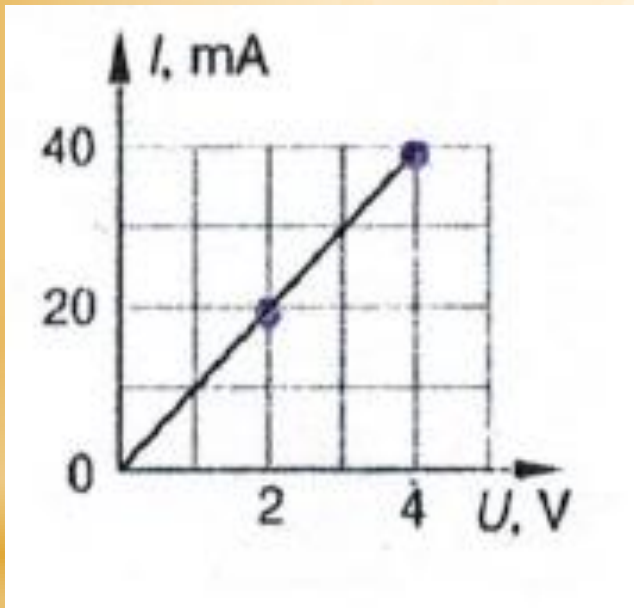
5 зад. Насоченото движение на електроните от електронните снопове в кинескопа на телевизор може да се разглежда като електричен ток, който протича във вакуум. Колко електрона попадат върху екрана на телевизора за време $t = 1,6$ s при електричен ток $I = 60$ μA ?

$$q = Ne$$

$$N = \frac{q}{e} \quad q = It$$

$$N = \frac{It}{e} = \frac{60 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 60 \cdot 10^{13} \text{ електрона}$$

6 зад. На фигурата е показана зависимостта на тока I , който тече по проводник, от приложеното между двата края на проводника напрежение U .
Определете съпротивлението R на проводника.

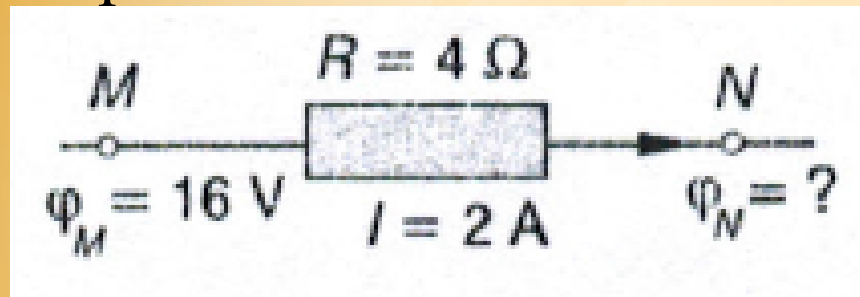


$$U = 4V$$

$$I = 40mA$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4}{40 \cdot 10^{-3}} = 100 \Omega$$

7 зад. На фигурата е показана част от електрическа верига. Определете потенциала на точка N.

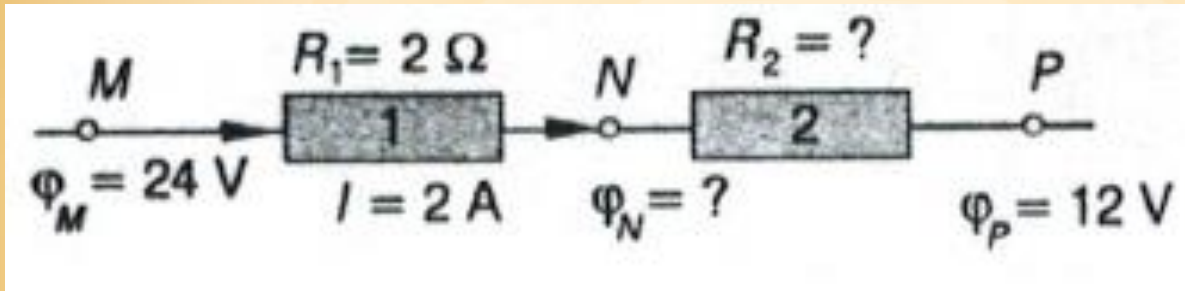


$$I = \frac{U}{R} \qquad U = \varphi_M - \varphi_N$$

$$I = \frac{\varphi_M - \varphi_N}{R} \Rightarrow \varphi_M - \varphi_N = IR$$

$$\varphi_N = \varphi_M - IR = 16 - 2.4 = 8V$$

8 зад. На фигурата е показана част от електрическа верига, в която тече ток $I = 2$ А. Определете потенциала на точка N и съпротивлението R_2 на резистора 2.



$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{\varphi_M - \varphi_N}{R_1} \Rightarrow \varphi_M - \varphi_N = IR_1$$

$$\varphi_N = \varphi_M - IR_1 = 24 - 2 \cdot 2 = 20V$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{\varphi_N - \varphi_P}{I} = \frac{20 - 12}{2} = \frac{8}{2} = 4\Omega$$

9 зад. Две еднакви цилиндрични пръчки с дължина $l = 0,2 \text{ m}$ и напречно сечение $S = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ са направени от различни материали – едната от алуминий, а другата от стъкло. Пресметнете тяхното електрично съпротивление. Специфичното съпротивление на алуминия е $\rho_1 = 2,8 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$, а на стъклото е $\rho_2 = 4 \cdot 10^{10} \Omega \text{ m}$.

$$R_1 = \frac{\rho_1 l}{S} = \frac{2,8 \cdot 10^{-8} \cdot 0,2}{4 \cdot 10^{-4}} = 1,4 \cdot 10^{-5} \Omega$$

$$R_2 = \frac{\rho_2 l}{S} = \frac{4 \cdot 10^{10} \cdot 0,2}{4 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^{13} \Omega$$

10 зад. Цилиндричен проводник има диаметър $d = 2 \text{ mm}$, дължина $l = 3,14 \text{ m}$ и съпротивление $R = 1,5 \text{ }\Omega$. Определете специфичното съпротивление на материала, от който е направен проводникът.

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

$$\rho = \frac{RS}{l}$$

$$S = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\rho = \frac{R\pi d^2}{4l} = \frac{1,5 \cdot 3,14 \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2}{4 \cdot 3,14} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ }\Omega m$$

11 зад. Птица е кацнала върху проводник от електропровод, по който тече ток $I = 500$ А. Съпротивлението на единица дължина от проводника е $\rho_1 = 2 \cdot 10^{-5}$ Ω/m . Краката на птицата са разположени на разстояние $l = 5$ cm един от друг. Под какво напрежение U се намира птицата? Опасно ли е това за нея?

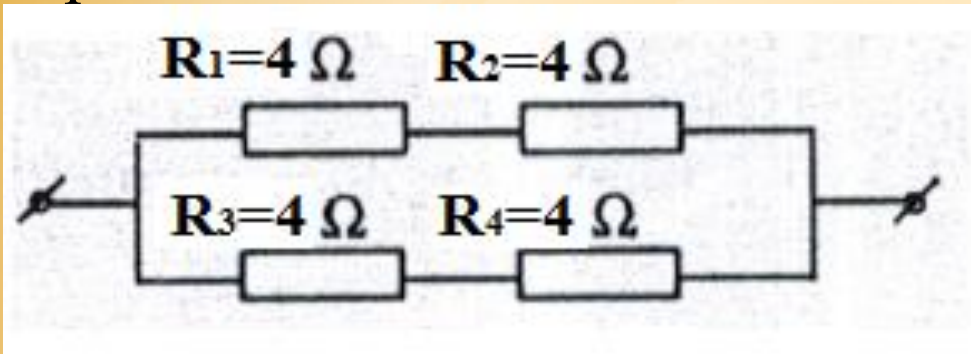
$$U = RI \qquad R = \frac{\rho l}{S} \qquad \rho_1 = \frac{\rho}{S}$$

$$U = \rho_1 l I = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 500 = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

$$U = 0,5 \text{ mV}$$

Такова малко напрежение е напълно безопасно.

12 зад. Определете еквивалентното съпротивление на веригата.



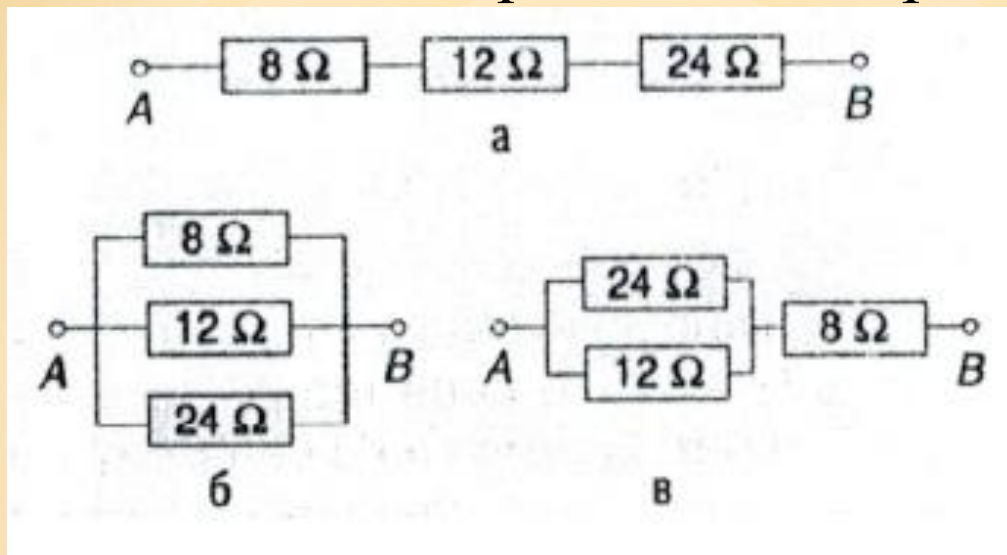
$$R^* = R_1 + R_2 = 4 + 4 = 8\ \Omega$$

$$R^{**} = R_3 + R_4 = 4 + 4 = 8\ \Omega$$

$$\frac{1}{R^{***}} = \frac{1}{R^*} + \frac{1}{R^{**}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$$

$$R^{***} = 4\ \Omega$$

13 зад. Колко ома е еквивалентното съпротивление между точките А и В на електрическите вериги, показани на фигурата.



$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 8 + 12 + 24 = 44\Omega$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{8} + \frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{3}{24} + \frac{2}{24} + \frac{1}{24} = \frac{6}{24}$$

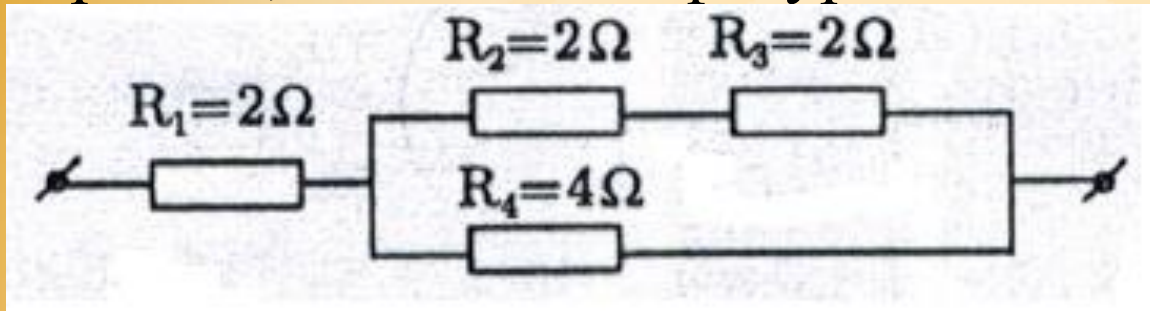
$$R = 4\Omega$$

$$\frac{1}{R^*} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{24} + \frac{1}{12} = \frac{2}{24} + \frac{1}{24} = \frac{3}{24}$$

$$R^* = \frac{24}{3} = 8\Omega$$

$$R = R^* + R_3 = 8 + 8 = 16\Omega$$

14 зад. Определете еквивалентното съпротивление на веригата, показана на фигурата.



$$R^* = R_2 + R_3 = 2 + 2 = 4\Omega$$

$$\frac{1}{R^{**}} = \frac{1}{R^*} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$R^{**} = 2\Omega$$

$$R^{***} = R^{**} + R_1 = 2 + 2 = 4\Omega$$

15 зад. Електрическа лампа има мощност $P_1 = 60 \text{ W}$, ако се захранва от напрежение $U_1 = 220 \text{ V}$. Каква ще бъде мощността P_2 на лампата, ако тя се включи към напрежение $U_2 = 120 \text{ V}$?

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R} \qquad P_2 = \frac{U_2^2}{R}$$

$$P_2 = \frac{U_2^2}{\frac{U_1^2}{P_1}} = \frac{U_2^2 P_1}{U_1^2} = \frac{120^2 \cdot 60}{220^2} \approx 18 \text{ W}$$

16 зад. На проводник е подадено напрежение $U = 10 \text{ V}$. Определете количеството топлина, което ще се отдели в проводника, когато по него премине електричен заряд $q = 200 \text{ C}$.

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

$$Q = IUt = \frac{qUt}{t} = qU = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ J}$$

17 зад. За отопление на 1 m^3 от жилище през зимата е необходима 40 W електрична мощност.

Колко лева трябва да платите, ако отоплявате непрекъснато стая с размери $4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$ в продължение на един месец (30 денонощия)? Цената на електроенергията приемете 10 стотинки за 1 kWh .

$$V = a.b.c = 4.4.2,5 = 40\text{m}^3$$

$$P = P_1.V = 40.40 = 1600\text{W} = 1,6\text{kW}$$

$$t = 30.24 = 720\text{h}$$

$$W = Pt = 1,6.720 = 1152\text{kWh}$$

$$1152\text{kWh}.0,1\text{lv} = 115,2\text{lv}$$

18 зад. В плочата на котлон са монтирани два реотана, всеки от които има съпротивление $R = 50 \ \Omega$. Какво количество топлина се отделя за една секунда от котлона при захранването му с напрежение $U = 220 \text{ V}$, ако:

- а) е включен само един реотан;
- б) реотаните са свързани последователно;
- в) реотаните са свързани успоредно?

$$Q = \frac{U^2}{R} t = \frac{220^2 \cdot 1}{50} = 968 \text{ J}$$

$$Q = \frac{U^2}{2R} t = \frac{220^2 \cdot 1}{100} = 484 \text{ J}$$

$$\frac{1}{R^*} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1}{50} + \frac{1}{50} = \frac{2}{50} = \frac{1}{25}$$

$$Q = \frac{U^2}{R^*} t = \frac{220^2 \cdot 1}{25} = 1936 \text{ J}$$

19 зад. От източник с ЕДН $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$ се черпи постоянен ток $I = 100 \text{ mA}$. Колко е работата на страничните (електродвижещи) сили за време $t = 2$ минути.

$$A_{\text{стр.}} = q\mathcal{E}$$

$$q = It$$

$$A_{\text{стр.}} = It\mathcal{E} = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 12 = 144 \text{ J}$$

20 зад. Към двата полюса на батерия с ЕДН $\mathcal{E} = 9 \text{ V}$ и вътрешно съпротивление $r = 0,1 \text{ } \Omega$ е свързан резистор със съпротивление $R = 0,9 \text{ } \Omega$. Определете:

а) тока във веригата;

б) пада на напрежението върху резистора;

в) мощността на тока през резистора;

г) количеството топлина, което се отделя в батерията за време $t = 10 \text{ s}$.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{9}{0,9 + 0,1} = 9 \text{ A}$$

$$U = RI = 0,9 \cdot 9 = 8,1 \text{ V}$$

$$P = I^2 R = 9^2 \cdot 0,9 = 72,9 \text{ W}$$

$$Q = I^2 r t = 9^2 \cdot 0,1 \cdot 10 = 81 \text{ J}$$

21 зад. Резистор със съпротивление $R = 0,8 \ \Omega$ е свързан към батерия с ЕДН $\mathcal{E} = 3 \text{ V}$. Определете мощността на тока през резистора, ако вътрешното съпротивление на батерията е $r = 0,2 \ \Omega$.

$$P = I^2 R$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

$$P = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2} = \frac{3^2 \cdot 0,8}{(0,8 + 0,2)^2} = 7,2 \text{ W}$$

22 зад. Слънчева батерия има ЕДН $\mathcal{E} = 2,2 \text{ V}$. Колко е вътрешното съпротивление на батерията, ако при късо съединение през батерията протича ток $I = 1,1 \text{ A}$?

$$I_{\text{късо съед.}} = \frac{\mathcal{E}}{r}$$

$$r = \frac{\mathcal{E}}{I} = \frac{2,2}{1,1} = 2\Omega$$

22 зад. Слънчева батерия има ЕДН $\mathcal{E} = 2,2 \text{ V}$. Колко е вътрешното съпротивление на батерията, ако при късо съединение през батерията протича ток $I = 1,1 \text{ A}$?

Решение: Ако във веригата не е свързан консуматор ($R = 0$), това свързване се нарича свързване на късо. Протичащият ток тогава ще е много силен и се нарича ток на късо съединение и се определя по формулата: $I_{\text{късо съед.}} = \frac{\mathcal{E}}{r}$.

Вътрешното съпротивление на батерията е

$$r = \frac{\mathcal{E}}{I} = \frac{2,2}{1,1} = 2 \Omega .$$

Отг. $r = \frac{\mathcal{E}}{I} = 2 \Omega$