



حسین هاشمی

فصل ۲ فیزیک یازدهم: جریان الکتریکی و مدار مدرس: حسین هاشمی

نام آزمون: عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی تماس: ۰۹۱۲۷۷۴۴۲۸۱

سایت علی جبرا: Algebra.com

۱ در نقشه مفهومی زیر به جای حروف الف، ب و پ عبارت مناسب بنویسید:

عوامل‌های مؤثر بر رساناهای فلزی در دمای ثابت		
طول رسانا	(ب)	سطح مقطع رسانا
نوع نسبت	نوع نسبت	نوع نسبت
(الف)	مستقیم	(پ)

پاسخ: الف) مستقیم ب) مقاومت ویژه یا جنس رسانا پ) وارون

۲ در جمله زیر گزینه درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید.

پاسخ:

الف) در نیم‌رساناها، افزایش دما سبب (کاهش - افزایش) مقاومت ویژه آن‌ها می‌شود.

پاسخ: کاهش

۳ در ماشین‌های چمن‌زنی برقی برای مسافت‌های حداکثر تا 35 m از سیم‌های مسی نمره ۲۰ (قطر

0.8 cm) و برای مسافت‌های طولانی‌تر از سیم‌های ضخیم‌تر نمره ۱۶ (قطر 1.3 cm) استفاده می‌کنند تا بدین ترتیب مقاومت سیم را تا آنجا که ممکن است کوچک نگه دارند.

الف) مقاومت یک سیم ۳۰ متری ماشین چمن‌زنی چقدر است؟

ب) مقاومت یک سیم ۷۰ متری ماشین چمن‌زنی چقدر است؟

(دمای سیم‌ها را 20°C در نظر بگیرید و $\rho = 1.7 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot m$)

پاسخ: الف) در این حالت که مسیر کوتاه‌تر است، از سیم نمره ۲۰ استفاده می‌شود؛ یعنی قطر سیم 0.8 cm است و داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{30}{\pi(0.04 \times 10^{-2})^2} \approx 1.01\ \Omega$$

$$\rho_{\text{مس}} = 1.7 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot m$$

ب) در این حالت که طول سیم ۷۰ متر است، از سیم ۱۶ با قطر 1.3 cm استفاده می‌شود:

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{70}{\pi(0.065 \times 10^{-2})^2} \approx 0.9\ \Omega$$

۴ دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده‌اند و طول یکسانی دارند. رسانای A سیم توپری به قطر

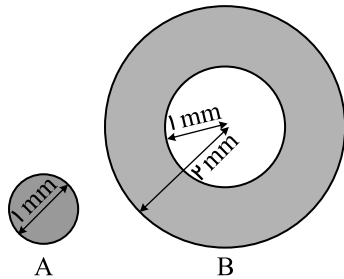
1.0 mm است. رسانای B لوله‌ای توخالی به شعاع خارجی 2.0 mm و شعاع داخلی 1.0 mm است. مقاومت

رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟

پاسخ: با فرض ثابت بودن دما، داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

بنابراین برای دو مقاومت A و B می‌توان نوشت:



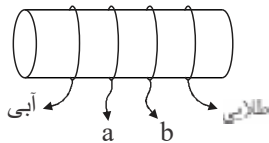
$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\cancel{\rho} \frac{L_A}{A_A}}{\cancel{\rho} \frac{L_B}{A_B}} = \frac{A_B}{A_A} \cdot \frac{\cancel{L_A}}{L_B} = \frac{\pi r_{\text{داخلی}}^2 - \pi r_{\text{خارجی}}^2}{\pi r_A^2}$$

$$\Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{(2)^2 - (1)^2}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{4 - 1}{\frac{1}{4}} = 12$$

توجه: چون شعاعها همگی برحسب میلی‌متر هستند و در صورت و مخرج قرار دارند، نیازی به تبدیل واحد نیست.

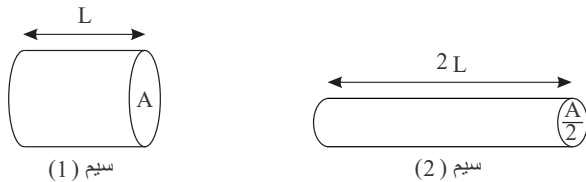
۵ الف) مقاومت قطعه کربنی زیر $10^4 \times 65$ اهم است. باتوجه به کدهای رنگی در جدول زیر، رنگ

حلقه‌های a و b را تعیین کنید.



رنگ	آبی	سبز	زرد	نارنجی
کد	۶	۵	۴	۳

ب) شکل زیر، دو سیم مسی استوانه‌ای را در یک دما نشان می‌دهد. سطح مقطع سیم (۲) نصف سیم (۱) و طول آن دو برابر سیم (۱) است. نسبت مقاومت سیم (۲) به مقاومت سیم (۱) چقدر است؟



پاسخ: الف) سبز $a =$ زرد $b =$

ب) سیم‌ها همجنس و هم‌دما هستند، پس مقاومت ویژه آنها یکسان است. بنابراین داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{A_1}{A_2} \times \frac{L_2}{L_1} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{A}{\frac{A}{2}} \times \frac{2L}{L} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 4$$

۶ دو سیم رسانا از جنس نقره و آلیاژ کرم و نیکل در دمای ثابت با سطح مقطع یکسان وجود دارند. اگر

در دمای ثابت، مقاومت دو سیم با هم برابر باشد، کدام یک، طول بیشتری دارد؟ چرا؟

نقره $\rho = 1,59 \times 10^{-8} \Omega m$ آلیاژ کرم و نیکل $\rho = 100 \times 10^{-8} \Omega m$

پاسخ: نقره: $\frac{L_2}{L_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \leftarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1}$ بنابراین نقره که مقاومت ویژه‌ی کمتری دارد طول

بیشتری دارد.

۷ در جمله‌های زیر کلمه مناسب را از پراتنز انتخاب نموده و در پاسخ‌برگ بنویسید.

پاسخ:

الف با ثابت نگه‌داشتن دما و طول یک سیم رسانای اهمی، اگر شعاع مقطع آن $\sqrt{2}$ برابر شود، مقاومتش (دو برابر - نصف) می‌شود.

پاسخ: نصف

۸ درستی یا نادرستی هر یک از جمله‌های زیر را تعیین کنید:

پاسخ:

الف از روستا به منظور تنظیم شدت جریان در مدار استفاده می‌شود.

پاسخ: درست

۹ سیم‌کشی خانه‌ها معمولاً با سیم‌های مسی‌ای صورت می‌گیرد که قطری برابر با $2,032\text{mm}$ دارد. مقاومت 100m از این سیم‌ها در دمای اتاق چقدر است؟ ($\rho_{\text{مس}} = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)

پاسخ:

$$R = \frac{\rho L}{A} \rightarrow R = 1,7 \times 10^{-8} \times \frac{100}{\pi \left(\frac{2,032}{2} \times 10^{-3} \right)^2} \simeq 0,52 \Omega$$

۱۰ جرم دو سیم مسی A و B با هم برابر است ولی قطر مقطع سیم A ، $\sqrt{2}$ برابر قطر مقطع سیم B است. اگر مقاومت الکتریکی سیم B برابر 10Ω باشد، مقاومت الکتریکی سیم A چند اهم است؟

۱) ۲,۵ ۲) ۵ ۳) ۲۰ ۴) ۱۲,۵

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ چون جرم دو سیم و جنس آن‌ها یکسان است بنابراین حجم آن‌ها یکسان است:

$$R = \frac{\rho L}{A} \Rightarrow R = \rho \frac{LA}{A^2} \rightarrow R = \rho \frac{V}{A^2} \rightarrow \text{حجم} \rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{A_B}{A_A} \right)^2$$

$$\rightarrow \frac{R_A}{10} = \left(\frac{\pi R_B^2}{\pi R_A^2} \right)^2 \rightarrow \frac{R_A}{10} = \frac{1}{4} \rightarrow R_A = 2,5 \Omega$$

۱۱ طول یک سیم فلزی 10 سانتی‌متر و قطر مقطع آن 2mm است. اگر سیم را از ابزاری عبور دهیم تا بدون تغییر جرم، مقاومت الکتریکی آن 16 برابر شود، طول آن چند سانتی‌متر می‌شود؟

۱) ۲,۵ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۶۰

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \xrightarrow[V=AL]{\rho_1=\rho_2} A_1 L_1 = A_2 L_2 \rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{A_1}{A_2}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow[\frac{A_1}{A_2} = \frac{L_2}{L_1}]{\rho_2=\rho_1} \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1} \right)^2 \xrightarrow{R_2=16R_1} \frac{16R_1}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1} \right)^2$$

$$\rightarrow 4 = \frac{L_2}{10} \rightarrow L_2 = 40 \text{ cm}$$

روش دوم: اگر با عبور از ابزاری، بدون تغییر جرم یا حجم، طول سیم n برابر شود، مقاومت الکتریکی اش n^2 برابر می‌شود. در اینجا مقاومت ۱۶ برابر شده؛ یعنی $n^2 = 16$ پس $n = 4$ بوده یعنی طول سیم چهار برابر شده، بنابراین:

$$\frac{L_2}{L_1} = 4 \rightarrow L_2 = 4L_1 = 40 \text{ cm}$$

۱۲ از سیمی به طول ۲۵ متر که اختلاف پتانسیل ۳ ولت در دو سر آن برقرار است، جریان ۱٫۲ آمپر عبور می‌کند، اگر مقاومت ویژه سیم $m \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ و چگالی آن $\frac{g}{\text{cm}^3}$ باشد، جرم سیم چند گرم است؟

 ۷۲ **۴**

 ۵۴ **۳**

 ۳۶ **۲**

 ۱۸ **۱**

پاسخ: **۱ ۲ ۳ ۴** با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{\ell}{A}$ و $\rho = \frac{m}{V}$ داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} R = \rho \frac{\ell}{A} \text{ مقاومت ویژه} \\ \rho_{\text{چگالی}} = \frac{m}{V} \xrightarrow{V=A \cdot L} \rho_{\text{چگالی}} = \frac{m}{A \cdot L} \Rightarrow A = \frac{m}{\rho \cdot L} \Rightarrow R = \rho \frac{\ell}{\frac{m}{\rho \cdot L}} = \frac{\rho^2 \cdot \ell \cdot L}{m} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R = \rho_{\text{مقاومت ویژه}} \frac{\rho_{\text{چگالی}} \cdot \ell^2}{m} \Rightarrow \frac{V}{I} = \rho_{\text{مقاومت ویژه}} \frac{\rho_{\text{چگالی}} \cdot \ell^2}{m} \\ R = \frac{V}{I} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \frac{3}{1.2} = \frac{1.8 \times 10^{-8} \times 8000 \times (25)^2}{m} \Rightarrow m = 0.36 \text{ kg} \Rightarrow m = 36 \text{ g}$$

۱۳ دو سیم فلزی A و B دارای طول و مقاومت الکتریکی مساوی‌اند. اگر جرم سیم B ، $\frac{2}{3}$ جرم سیم A بوده و چگالی آن $\frac{1}{3}$ چگالی سیم A باشد، مقاومت ویژه سیم B چند برابر مقاومت ویژه سیم A است؟

 ۲ **۴**

 ۳ **۳**
 $\frac{1}{2}$ **۲**
 $\frac{1}{3}$ **۱**

پاسخ: **۱ ۲ ۳ ۴**

$$\left\{ \begin{array}{l} m_B = \frac{2}{3} m_A \Rightarrow \rho_B V_B = \frac{2}{3} \rho_A V_A \xrightarrow{\rho_B = \frac{1}{3} \rho_A} \xrightarrow{V=AL} \frac{1}{3} \rho_A A_B L_B = \frac{2}{3} \rho_A A_A L_A \xrightarrow{L_B=L_A} A_B = 2 A_A \\ m = \rho V \end{array} \right.$$

اکنون باتوجه به رابطه $R = \rho \frac{l}{A}$ داریم:

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \xrightarrow{\substack{R_A=R_B \\ L_A=L_B}} 1 = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times 1 \times \frac{A_A}{A_B}$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{A_B=2A_A} \frac{\rho_B}{\rho_A} = 2$$

۱۴) پیچه ای از ۱۰۰ دور سیم مسی به قطر مقطع 2mm تشکیل شده که به صورت یک لایه دور استوانه ای به شعاع ۱۰ سانتی متر پیچیده شده است. مقاومت الکتریکی سیم پیچیده شده تقریباً چند اهم است؟
 ($\rho_{\text{مس}} = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$)

۳۴ (۴)

۱۷ (۳)

۰,۳۴ (۲)

۰,۱۷ (۱)

پاسخ: (۱) (۲) (۳) (۴)

(محیط هر حلقه \times تعداد حلقه‌ها) = طول مقاومت

$$L = (100 \times 2\pi r) \Rightarrow L = 100 \times (2\pi \times 0,1)$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\frac{\pi d^2}{4}} \Rightarrow R = \rho \frac{L}{\frac{\pi d^2}{4}} = 1,7 \times 10^{-8} \times \frac{2\pi \times 0,1 \times 100}{\pi \times \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{4}} = 0,34 \Omega$$

۱۵) طول سیم مسی A ، دو برابر طول سیم مسی B است و قطر مقطع سیم A ، نصف قطر مقطع سیم B است. مقاومت الکتریکی سیم A ، چند برابر مقاومت الکتریکی سیم B است؟

۸ (۴)

۴ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: (۱) (۲) (۳) (۴) هر دو سیم، مسی هستند. بنابراین با استفاده از رابطه مقایسه‌ای مقاومتها داریم:

$$R = \frac{\rho L}{A}, A = \pi \frac{D^2}{4}, \rho_A = \rho_B \text{ (هر دو مسی)}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{2}{1} \times \left(\frac{2}{1}\right)^2 = 8$$

۱۶) مقاومت الکتریکی سیمی 6Ω است. $\frac{3}{4}$ سیم را بریده و کنار می‌گذاریم و $\frac{1}{4}$ باقی‌مانده را از دستگاهی عبور می‌دهیم تا آن را یکنواخت نازک کرده و طولش را به طول سیم اولیه برساند. با ثابت ماندن دما، مقاومت سیم جدید چند اهم می‌شود؟

۲۴ (۴)

۱۸ (۳)

۱۲ (۲)

۹ (۱)

پاسخ: (۱) (۲) (۳) (۴)

$$\begin{cases} R_1 = 6\Omega = \rho \frac{L_1}{A} \\ R = \rho \frac{L_2}{A} \xrightarrow{L_2 = L_1 \cdot \frac{1}{4}} R_2 = \frac{1}{4} R_1 = 1,5\Omega \Rightarrow \rho \frac{L_2}{A} = 1,5\Omega \end{cases}$$

در گام بعدی طول سیم را افزایش می‌دهیم تا به L_1 برسد:

$$\left\{ \frac{R_3}{R_2} = \left(\frac{L_3}{L_2}\right)^2 \xrightarrow{\text{چون حجم ثابت است}} A_3 L_3 = A_2 L_2 \Rightarrow \frac{L_3}{L_2} = \left(\frac{A_2}{A_3}\right) \Rightarrow \frac{R_3}{R_2} = \left(\frac{L_3}{L_2}\right) \left(\frac{A_2}{A_3}\right) = \left(\frac{L_3}{L_2}\right)$$

$$\left\{ L_3 = L_1 \text{ و } L_2 = \frac{1}{4} L_1 \Rightarrow (L_2 = \frac{1}{4} L_3) \Rightarrow \frac{R_3}{R_2} = 16 \Rightarrow R_3 = 16 R_2 = 16 \times 1,5 \Rightarrow R_3 = 24\Omega \right.$$

۱۷) قطر مقطع سیم مسی A ، به میزان ۲ برابر قطر مقطع سیم مسی B است و طول آن نیز $\frac{1}{4}$ طول سیم B است. اگر مقاومت سیم A برابر 5Ω باشد، مقاومت سیم B چند اهم است؟

- ۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۴۰ ۴) ۸۰

پاسخ: ۱) ۲) ۳) ۴) در مقایسه مقاومت دو سیم A و B داریم:

$$\text{قطر: } D_A = 2D_B \xrightarrow{A \propto D^2} A_A = 4A_B \text{ و } L_A = \frac{1}{4}L_B$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{R_B}{5} = 4 \times 4 \Rightarrow R_B = 80\Omega$$

۱۸) در پدیده ابر رسانایی، مقاومت ویژه جسم با کاهش دما:

- ۱) با شیب ثابتی به صفر می‌رسد و در دماهای پایین‌تر نیز صفر می‌ماند.
 ۲) کاهش می‌یابد و در دمای خاصی، ناگهان به مقدار زیادی افزایش می‌یابد.
 ۳) در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و با ادامه کاهش دما، دوباره افزایش می‌یابد.
 ۴) در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند.

پاسخ: ۱) ۲) ۳) ۴) نکته: مقاومت ویژه رساناهای فلزی با افزایش دما زیاد می‌شود، در حالی که مقاومت ویژه نیمه‌رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد. در برخی موارد، مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاص به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند؛ این پدیده را «ابررسانایی» می‌گویند.

۱۹) سیم‌های فلزی C ، B و A قطر یکسان دارند و به ترتیب از راست به چپ مقاومت ویژه و طول آن‌ها (L, ρ) ، $(L, 0.5\rho)$ ، $(2L, 1.5\rho)$ می‌باشد. کدام رابطه بین مقاومت سیم‌ها (R) درست است؟

- ۱) $R_A = 3R_C$ ، $R_C = 2R_B$ ۲) $R_B = 6R_A$ ، $R_A = 3R_C$
 ۳) $R_A = 3R_C$ ، $R_B = 2R_C$ ۴) $R_A = 6R_B$ ، $R_C = 3R_A$

پاسخ: ۱) ۲) ۳) ۴) بنا به رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ برای هر سه مقاومت داریم:

$$\begin{cases} R_A = (1.5\rho) \frac{(2L)}{A} = 3\rho \frac{L}{A} \\ R_B = (0.5\rho) \frac{L}{A} = 0.5\rho \frac{L}{A} \\ R_C = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{A} \end{cases} \Rightarrow R_A = 3R_C, R_C = 2R_B$$

۲۰) مقاومت ویژه سیم A ، ۳ برابر مقاومت ویژه سیم B است. اگر طول و مقاومت الکتریکی این دو سیم باهم برابر باشند، قطر مقطع سیم A چند برابر قطر مقطع سیم B است؟

- ۱) $\sqrt{3}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ۴) ۹

پاسخ: ۱) ۲) ۳) ۴) باتوجه به رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ برای مقایسه مقاومت دو سیم A و B داریم:

$$\rho_A = 3\rho_B, L_A = L_B, R_A = R_B$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{\text{مساحت: } A \propto d^2} 1 = 3 \times 1 \times \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^2 = \frac{1}{3}$$
$$\Rightarrow \left(\frac{d_A}{d_B}\right)^2 = 3 \Rightarrow \frac{d_A}{d_B} = \sqrt{3}$$