# فیزیک ۲ یازدهم تجربی

## مجموعهٔ طبقه‌بندی شده

- **۲۸ موضوع منطبق با ۲۸ موضوع کتاب درسی**
- **۴۱ زیر موضوع، تناظر یک به یک با زیر موضوعات کتاب درسی**
- **۱۶۷ مفهوم کلیدی، مفاهیمی که درس‌نامه‌ها و سؤال‌ها حول محور آن‌ها نوشته شده‌اند.**
- **۳۷ درس‌نامه کاربردی با بیش‌ترین ارتباط مفهومی با سوال‌ها**
- **۷۸۷ تست شناسنامه‌دار**
- **۶۴۷** تست منتخب از کنکورهای سراسری داخل و خارج کشور و آزمون‌های کانون
- **۱۴۰** تست طراحی‌شده مرتبط با کتاب درسی برای پوشش کامل

**۷۸۷** =(تست طراحی شده مرتبط با کتاب درسی) **۱۴۰** + (تست کنکورهای سراسری و آزمون کانون) **۶۴۷**

**مؤلفان: هیأت مؤلفان کانون فرهنگی آموزش**

**هماهنگی و نظارت علمی: محمد اکبری**

## ۶ مفهوم کلیدی

جریان الکتریکی

جریان الکتریکی ـ نحوه برقراری جریان الکتریکی در مدار ـ جهت قراردادی جریان الکتریکی ـ محاسبه جریان الکتریکی متوسط ـ جریان مستقیم ـ آمپر ساعت

درس نامه ۱

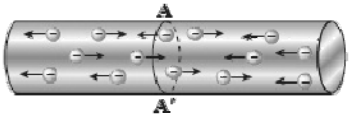
### جریان الکتریکی

#### ✓ نحوهٔ برقراری جریان الکتریکی در مدار

هر چند جریان الکتریکی ناشی از شارش (انتقال) بارهای الکتریکی متحرک از یک ناحیه به ناحیهٔ دیگر است ولی هر مجموعه‌ای از بارهای الکتریکی متحرک، لزوماً جریان الکتریکی ایجاد نمی‌کند. در واقع، برای این‌که جریان الکتریکی داشته باشیم، باید یک شارش خالص بار از یک سطح معیّن بگذرد که برای این منظور نیاز به یک مولّد الکتریکی (مثل باتری) داریم تا با ایجاد یک میدان الکتریکی، بارهای الکتریکی را در راستای معیّنی به حرکت درآورد.

#### الف) بررسی جسم رسانا در نبود اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سر آن

در یک رسانای مسی تعداد زیادی الکترون آزاد وجود دارند، ولی آن‌ها با سرعت‌هایی از مرتبهٔ $۱۰^{۶}\frac{m}{s}$ به طور کاتوره‌ای در همهٔ جهت‌ها حرکت می‌کنند و بنابراین، هیچ شارش خالص باری از مقطعی معیّن نداریم.

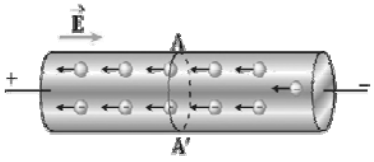



در نبود اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سر رسانا، شارش بار خالصی از مقطع معیّن $AA'$ رسانا نداریم.

همهٔ نقاط رسانایی منزوی که به تعادل الکتروستاتیکی رسیده است، صرف‌نظر از این‌که بار اضافی داشته باشد یا نه، پتانسیل الکتریکی یکسانی دارد و میدان الکتریکی در تمام نقاط درون آن صفر است. بنابراین، گرچه در رسانا الکترون‌های آزاد داریم، ولی هیچ نیروی خالص الکتریکی بر آن‌ها وارد نمی‌شود و در نتیجه، هیچ جریانی در آن وجود ندارد.

#### ب) بررسی جسم رسانا در حضور اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سر آن

وقتی میدان الکتریکی را به دو سر رسانا اعمال می‌کنیم، الکترون‌ها حرکت کاتوره‌ای خود را قدری تغییر می‌دهند و با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان الکتریکی به طور بسیار آهسته‌ای سوق پیدا می‌کنند که این اتفاق، موجب برقراری جریان الکتریکی در رسانا می‌شود. سرعت سوق در یک رسانای فلزّی معمولاً کم‌تر از $۱\frac{mm}{s}$ است.




در حضور اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سر رسانا، شارش بار خالص از مقطع $AA'$ رسانا، دیگر برابر صفر نیست.

#### ✓ جهت قراردادی جریان الکتریکی در مدار:

از پتانسیل الکتریکی بیش‌تر به پتانسیل الکتریکی کم‌تر و در خلاف جهت حرکت الکترون‌های آزاد است.

### ✓محاسبهٔ جریان الکتریکی متوسط

به بار الکتریکی شارش شده در واحد زمان، جریان الکتریکی متوسط می‌گوییم.

جریان الکتریکی متوسط : $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ $\xrightarrow{\text{اگر آهنگ تغییر } q \text{ ثابت باشد.}}$ $I=\frac{\Delta q}{\Delta t}$

طبق رابطهٔ $\Delta q = I(\Delta t)$، یکای بار الکتریکی آمپر ـ ثانیه $(A.s)$ است که معادل کولن $(C)$ می‌باشد.

**نکته ۱:** اگر در رابطهٔ $\Delta q = I(\Delta t)$، یکای شدت جریان را آمپر $(A)$ و یکای زمان را ساعت $(h)$ در نظر بگیریم، یکای بار الکتریکی آمپر ـ ساعت $(A.h)$ می‌شود. باتری خودروها و گوشی‌های همراه به ترتیب با آمپر ـ ساعت و میلی‌آمپر ـ ساعتِ آن‌ها مشخص می‌شود و هرچه آمپر ـ ساعتِ یک باتری بیش‌تر باشد، حداکثر باری که باتری می‌تواند از مدار عبور دهد تا به طور ایمن تخلیه شود، بیش‌تر است. $1A.h = 3600C$

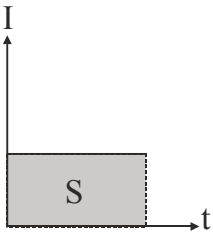
برخی از مقادیر تقریبی جریان‌های متداول عبارتند از: $1A$ برای لامپ حبابی $100W$، $200A$ برای استارت خودرو، $1mA$ برای تأمین انرژی نمایشگر گوشی همراه، $1nA$ برای جریان نورون‌های مغزی، $10kA$ در یک یورش آذرخش نوعی و $1GA$ در بادهای خورشیدی.

**نکته ۲:** تعداد الکترون‌هایی $(n)$ که در یک مدت معین $(\Delta t)$، هنگام عبور جریان ثابت $(I)$ از هر مقطع مدار می‌گذرند، برابر است با:

$$\begin{cases}\Delta q = I(\Delta t)\\ \Rightarrow ne = I(\Delta t) \Rightarrow n = \frac{I(\Delta t)}{e} \quad (\text{بار الکتریکی هر الکترون}: e = 1/6\times10^{-19}C)\\ \Delta q = ne\end{cases}$$

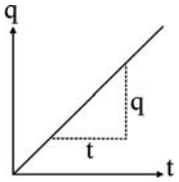
توجه داشته باشید که مقدار $\frac{I(\Delta t)}{e}$ همواره باید یک عدد طبیعی باشد، چون تعداد الکترون‌های درون رسانا یک کمیت کوانتیده است.

**نکته ۳:** مساحت سطح محصور بین نمودار جریان برحسب زمان $(I\text{-}t)$ و محور زمان، بیانگر بار شارش شده در مدار است.




$$q = S_{(I-t)}$$

**نکته ۴:** نمودار بار الکتریکی بر حسب زمان $(q\text{-}t)$ برای جریان مستقیم، خط راستی است که شیب آن بیانگر اندازهٔ شدت جریان $(I)$ است.




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

**جریان مستقیم:** به جریانی الکتریکی که در آن جهت جریان با زمان تغییر نکرده و مقدار جریان ثابت می‌ماند، جریان مستقیم گفته می‌شود.

## ۱ جریان الکتریکی

### نحوهٔ برقراری جریان الکتریکی در مدار

۱۸۵. کدام گزینه صحیح نیست؟ (صفحه‌های ۴۰ و ۴۱ کتاب درسی) (آزمون کانون ۵ آذر ۹۵)

۱) جریان الکتریکی در یک رسانا ناشی از شارش بارهای متحرک آن است، ولی هر بار متحرکی جریان ایجاد نمی‌کند.

۲) بزرگی سرعت حرکت کاتوره‌ای الکترون‌های آزاد در یک سیم مسی از مرتبهٔ $10^6 \frac{m}{s}$ است.

۳) چنان‌چه میدان الکتریکی به یک قطعهٔ فلزی اعمال کنیم، حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها متوقف شده و الکترون‌ها با سرعت سوق حرکت می‌کنند که موجب جریان الکتریکی در رسانا می‌شود.

۴) سرعت سوق الکترون‌ها در یک رسانای فلزی، خلاف جهت میدان الکتریکی ایجاد شده است و مقدار آن معمولاً کم‌تر از $1 \frac{mm}{s}$ می‌باشد.

۱۸۶. کدام گزینه دربارهٔ مفهوم سرعت سوق صحیح است؟ (شکل ۲ - ۷ وفعالیت ۲ - ۱ کتاب درسی) (آزمون کانون ۲۱ اسفند ۹۴)

۱) جهت سرعت سوق که باعث برقراری جریان الکتریکی در رسانا می‌گردد، در جهت میدان الکتریکی اعمالی است.

۲) در یک رسانا که در تعادل الکتروستاتیکی است، حرکت الکترون‌های آزاد با سرعت سوق و به‌صورت کاتوره‌ای رخ می‌دهد.

۳) اندازهٔ سرعت سوق در یک رسانای فلزی معمولاً بسیار اندک و به کندی سرعت حرکت یک حلزون است.

۴) همهٔ گزینه‌ها صحیح هستند.

۱۸۷. مسیر ..... حرکت یک الکترون آزاد در یک رسانای فلزی، در حضور میدان الکتریکی به گونه‌ای سوق می‌یابد که جهت قراردادی جریان الکتریکی و سرعت سوق، ..... باشند. (شکل ۲-۷ کتاب درسی)

۱) زیگ‌زاگ ـ در خلاف جهت هم
۲) مستقیم ـ هم‌جهت با هم
۳) زیگ‌زاگ ـ هم‌جهت با هم
۴) مستقیم ـ در خلاف جهت هم

### محاسبهٔ جریان الکتریکی متوسط

۱۸۸. مرتبهٔ بزرگی جریان الکتریکی متداول کدام یک از موارد زیر، از بقیه کوچک‌تر است؟ (صفحهٔ ۴۱ کتاب درسی)

۱) استارت خودرو
۲) جریان نورون‌های مغزی
۳) بادهای خورشیدی
۴) نمایشگر گوشی همراه

۱۸۹. از یک سیم رسانا جریان ۵A عبور می‌کند. مدت زمانی‌که طول می‌کشد تا ۸C بار الکتریکی از مقطع سیم عبور کند، چند ثانیه است؟ (مرتبط با مثال ۲-۱ «الف» کتاب درسی) (آزمون کانون ۵ آذر ۹۵)

۱) ۰/۶۲۵
۲) ۱/۶
۳) ۴۰
۴) ۶۲۵

۱۹۰. دو کرهٔ رسانای مشابه A و B روی پایه‌های عایق قرار داشته و به‌ترتیب دارای بار الکتریکی $+12mC$ و $-8mC$ هستند. اگر توسط سیمی رسانا آن‌ها را با هم تماس دهیم، در مدت ۰/۰۱s به تعادل الکتریکی می‌رسند. شدت جریان متوسط عبوری از سیم در این مدت چند آمپر است؟ (مکمل مثال ۲-۱ «الف» کتاب درسی) (آزمون کانون ۲۱ آبان ۹۵)

۱) ۲
۲) ۱
۳) ۴
۴) ۳

۱۹۱. از مقطع سیمی در مدت زمان $\Delta t = ۲۰\mu s$ تعداد $۵\times۱۰^{۱۳}$ الکترون عبور می‌کند. جریان الکتریکی متوسط عبوری از این سیم در مدت زمان $\Delta t$، چند میلی‌آمپر است؟ $(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$ (مکمل مثال ۲-۱ «الف» کتاب درسی) (آزمون کانون ۷ فروردین ۹۵)

① $۴\times۱۰^{۲}$ ② $۴\times۱۰^{۳}$

③ $۴\times۱۰^{-۱}$ ④ $۴\times۱۰^{-۳}$

۱۹۲. با توجه به این‌که بار الکتریکی هر الکترون برابر $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$ کولن است، وقتی که جریانی به شدت یک آمپر از مداری می‌گذرد، در هر ثانیه چند الکترون از این مدار در حال عبور است؟ (مکمل مثال ۲-۱ «الف» کتاب درسی) (سراسری تجربی ۷۴)

① $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ ② $۱/۶\times۱۰^{۱۹}$

③ $\frac{۱}{۱/۶}\times۱۰^{۱۹}$ ④ ۹۶۵۰۰

۱۹۳. در هر ۲ دقیقه از سیمی که در آن شدت جریان ثابت ۱۶ میلی‌آمپر جریان دارد، چند الکترون عبور می‌کند؟ $(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$ (مکمل مثال ۲-۱ «الف» کتاب درسی) (آزمون کانون ۶ اسفند ۹۵)

① $۱/۲\times۱۰^{۱۹}$ ② $۱/۶\times۱۰^{۱۹}$ ③ $۱/۶\times۱۰^{۱۸}$ ④ $۲/۴\times۱۰^{۱۹}$

۱۹۴. آمپر ساعت واحد کدام‌یک از کمیت‌های زیر است؟ (مشابه تمرین ۲-۱ کتاب درسی) (آزاد ریاضی ۸۹)

① توان ② بار الکتریکی

③ کار ④ انرژی

۱۹۵. ۴۰۰ ساعت طول می‌کشد تا یک باتری قلمی نو ضمن فراهم آوردن جریان الکتریکی متوسط ۵۰۰ میکروآمپر برای یک مدار الکتریکی، به طور کامل تخلیه شود. بار الکتریکی اولیهٔ ذخیره شده در این باتری، چند میلی‌آمپر ـ ساعت است؟ (مرتبط با مثال ۲-۱ «الف» و تمرین ۲-۱ کتاب درسی)

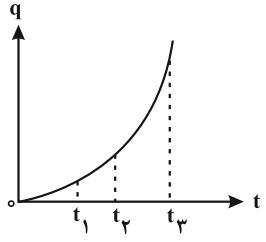
① ۰/۲ ② ۲۰۰

③ ۲۰۰۰۰۰ ④ اطلاعات مسأله کافی نیست.

۱۹۶. در یک پدیدهٔ باد خورشیدی ۳ تراژول انرژی تحت اختلاف پتانسیل یک میلیون ولت در بازهٔ زمانی ۵ میلی‌ثانیه آزاد می‌شود. جریان الکتریکی متوسط این باد خورشیدی چند گیگاآمپر است؟ (مرتبط با مثال ۲-۱ «ب» و مشابه مسألهٔ ۴ صفحه ۶۲ کتاب درسی)

① ۰/۰۶ ② ۰/۶ ③ ۶ ④ ۶۰

۱۹۷. نمودار بار الکتریکی شارش‌شده از یک رسانا بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. شدت جریان متوسط عبوری از رسانا در کدام بازهٔ زمانی بیش‌تر است؟ (صفحه‌های ۴۱ و ۴۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۲۱ آبان ۹۵)



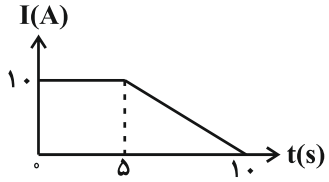

① ۰ تا $t_۱$

② $t_۱$ تا $t_۲$

③ $t_۲$ تا $t_۳$

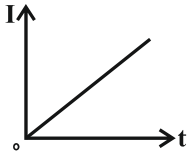
④ ۰ تا $t_۳$

۱۹۸. اگر نمودار تغییرات شدت جریان عبوری بر حسب زمان در یک مدار الکتریکی به‌صورت زیر باشد، شدت جریان متوسط عبوری از مدار در ۱۰ ثانیهٔ اول چند آمپر است؟ (صفحه‌های ۴۱ و ۴۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۱۹ خرداد ۹۶)



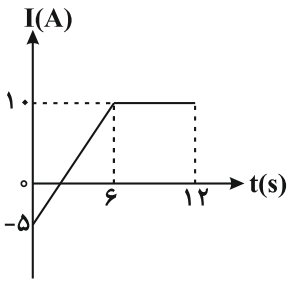

① ۵
② ۷/۵
③ ۱۰
④ ۱۲/۵

۱۹۹. نمودار جریان عبوری از یک سیم بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. نسبت بار عبوری از هر مقطع سیم در دو ثانیهٔ سوم چند برابر بار عبوری از هر مقطع سیم در دو ثانیهٔ اول است؟ (صفحه‌های ۴۱ و ۴۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۱۹ آذر ۹۵)




① ۳
② ۲
③ ۵
④ ۴

۲۰۰. نمودار شکل زیر، جریان الکتریکی عبوری از یک رسانا بر حسب زمان را نشان می‌دهد. در فاصلهٔ زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 12s$، جریان متوسط گذرنده از رسانا چند آمپر است؟ (صفحه‌های ۴۱ و ۴۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۱ اردیبهشت ۹۶)




① ۷/۵
② ۶/۷۵
③ ۶/۲۵
④ ۵/۶۲۵

۲۰۱. معادلهٔ بار شارش شده از هر مقطع یک رسانا برحسب زمان در SI به‌صورت $q = t^2 + t$ است. جریان الکتریکی متوسط در ثانیهٔ سوم چند برابر جریان الکتریکی متوسط در ۳ ثانیهٔ اوّل است؟ (صفحه‌های ۴۱ و ۴۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۸ بهمن ۹۵ (با اندکی تغییر))

① ۱
② $\frac{۳}{۲}$
③ $\frac{۱}{۲}$
④ $\frac{۲}{۳}$

درس نامه ۲

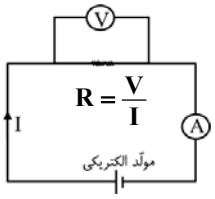
## مقاومت الکتریکی و قانون اهم

### ✓ مفهوم فیزیکی مقاومت الکتریکی

می‌دانیم که اعمال یک اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سر یک رسانا، موجب حرکت الکترون‌های آزاد در آن می‌شود. این الکترون‌ها با اتم‌های رسانا که در حال نوسان‌اند، برخورد می‌کنند و این موضوع باعث گرم شدن رسانا می‌شود. در واقع الکترون‌های آزاد هنگام حرکت در رسانا همیشه با نوعی مقاومت روبه‌رو هستند که اصطلاحاً می‌گوییم رسانا دارای مقاومت الکتریکی است.

### ✓ قانون اهم

جریان عبوری از وسیله‌ای که از قانون اهم پیروی می‌کند، همواره با اختلاف پتانسیل اعمال شده به دو سر آن، رابطهٔ مستقیم دارد. به عبارت دیگر، در دمای ثابت، نسبت اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک رسانا ($V$) به شدّت جریانی که از آن می‌گذرد ($I$)، یعنی مقاومت الکتریکی رسانا ($R$) همواره مقدار ثابتی است. به وسیله‌هایی که از قانون اُهم پیروی می‌کنند، مقاومت یا رسانای اُهمی گفته می‌شود.

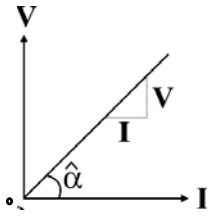



یکای مقاومت الکتریکی، ولت بر آمپر $(\frac{V}{A})$ است که به پاس خدمات علمی «جُرج سیمون اُهم»، اُهم نامیده شده و با نماد $\Omega$ نشان داده می‌شود.

**نکته ۱:** اندازهٔ مقاومت الکتریکی یک مقاومت یا رسانای اُهمی در دمای ثابت به جنس و ابعاد هندسی آن (طول و سطح مقطع) بستگی دارد و با تغییر $V$ (اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر رسانا) یا $I$ (شدّت جریان الکتریکی عبوری از رسانا)، تغییر نمی‌کند.

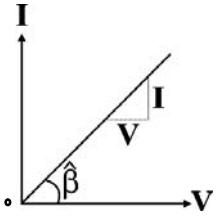
**نکته ۲:** در مورد اجسامی که از قانون اُهم تبعیّت می‌کنند، یعنی در دمای ثابت جریان الکتریکی عبوری از آن‌ها تابعی خطّی از اختلاف پتانسیل الکتریکی است، نمودارهای ولتاژ- جریان به صورت خط راست هستند. داریم:

الف) نمودار I-V:




$V = RI \Rightarrow$ شیب نمودار $= \tan\hat{\alpha} = \frac{V}{I} = R$

ب) نمودار V-I:



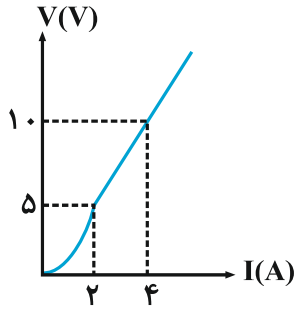

$I = \frac{1}{R}V \Rightarrow$ شیب نمودار $= \tan\hat{\beta} = \frac{I}{V} = \frac{1}{R}$

قانون اُهم برای اغلب فلزات و بسیاری از رساناهای غیرفلزی در دمای ثابت برقرار است. با این حال، وسیله‌های زیادی نظیر دیودهای نورگسیل (LED) یافت می‌شوند که از این قانون پیروی نمی‌کنند. بنابراین لفظ «قانون» برای این بیان، چندان صحیح نیست، امّا بنا به دلایل تاریخی، هم‌چنان از آن به عنوان «قانون» یاد می‌شود.

**۲۰۲.** یک لامپ معمولی کوچک که رشتهٔ فیلامان درون آن رسانایی اهمی است، از یک باتری کتابی ۹ ولتی، جریانی برابر با ۰/۱۸ آمپر می‌کشد. اگر باتری ضعیف شده و ولتاژ آن به اندازهٔ ۳ ولت کاهش یابد، جریان الکتریکی عبوری از لامپ نسبت به حالت قبل ... آمپر ..... می‌یابد. (مشابه مثال ۲ – ۲ کتاب درسی)

① ۰/۱۲ – کاهش
② ۰/۰۶ – افزایش
③ ۰/۰۶ – کاهش
④ ۰/۱۲ – افزایش

**۲۰۳.** در یک آزمایش، نمودار ولتاژ برحسب جریان برای یک وسیله به صورت زیر به دست آمده است. در محدودهٔ جریان الکتریکی ..... ، رفتار این وسیله از قانون اهم پیروی می‌کند و در این محدوده، مقاومت الکتریکی وسیله برابر با ..... اهم است. (مشابه مسألهٔ ۵ صفحهٔ ۶۲ کتاب درسی)

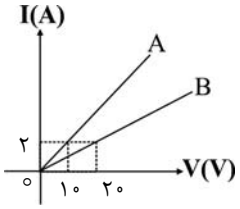



① ۰ تا ۲A ـ ۲/۵
② ۲A تا ۴A ـ ۳/۷۵
③ ۰ تا ۲A ـ ۵
④ ۲A تا ۴A ـ ۲/۵

**۲۰۴.** سیمی به مقاومت ۳Ω را به اختلاف پتانسیل ۱۲V وصل می‌کنیم. در هر دقیقه چند الکترون از هر مقطع این سیم عبور می‌کند؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$ (مشابه مسألهٔ ۲ صفحهٔ ۶۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۷ اسفند ۹۴)

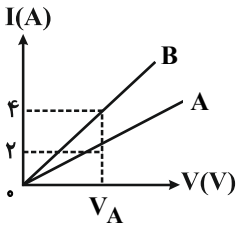
① $16\times10^{19}$
② $16\times10^{20}$
③ $15\times10^{19}$
④ $15\times10^{20}$

**۲۰۵.** نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت A و B برحسب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت A و B مطابق شکل زیر است. مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟ (مرتبط با مسألهٔ ۶ صفحهٔ ۶۲ کتاب درسی) (سراسری ریاضی ۸۵)




① ۲
② ۵
③ $\frac{1}{2}$
④ $\frac{1}{5}$

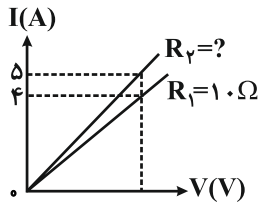
**۲۰۶.** در شکل زیر، نمودار تغییر جریان با تغییرات ولتاژ برای دو مقاومت A و B در یک محور مختصات رسم شده است. نسبت $\frac{R_A}{R_B}$ کدام است؟ (مرتبط با مسألهٔ ۶ صفحهٔ ۶۲ کتاب درسی) (سراسری تجربی ۷۴)




① ۴
② ۲
③ $\frac{1}{2}$
④ $\frac{1}{4}$

۲۰۷. نمودار تغییرات شدت جریان و اختلاف پتانسیل دو سر رساناهای $R_1 = 10\Omega$ و $R_2$ به شکل زیر است. $R_2$ چند اهم است؟

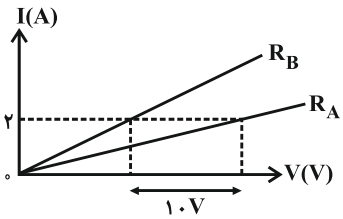
(مرتبط مسألهٔ ۶ صفحهٔ ۶۲ کتاب درسی) (آزاد ریاضی ۷۸)




① ۱۲/۵
② ۸
③ ۴
④ ۲

۲۰۸. نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت مجزای $R_A$ و $R_B = 12\Omega$ برحسب اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها مطابق شکل زیر است. مقاومت الکتریکی $A$ چند اهم است؟ (دما ثابت فرض شود.)

(مکمل مسألهٔ ۶ صفحهٔ ۶۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۷ فروردین ۹۶)




① ۵
② ۷
③ ۱۷
④ اطلاعات مسأله کافی نیست.

۲۰۹. «اُهم آمپر» معادل با کدام است؟ (صفحهٔ ۴۳ کتاب درسی) (سراسری خارج کشور هنر ۹۴)

① نیوتون متر
② ژول بر ثانیه
③ وات ثانیه
④ ژول بر کولن

۲۱۰. به دو سر مقاومت $R$، اختلاف پتانسیل $V$ وصل شده و جریان $I$ از آن می‌گذرد. اگر اختلاف پتانسیل را ٪ ۲۵ افزایش دهیم، جریان چگونه تغییر می‌کند؟ (مقاومت با تغییر دما، ثابت می‌ماند.) (مکمل مثال ۲-۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۲۲ آبان ۹۴)

① ٪ ۲۵ افزایش می‌یابد.
② ٪ ۲۰ افزایش می‌یابد.
③ ٪ ۲۰ کاهش می‌یابد.
④ ٪ ۲۵ کاهش می‌یابد.

۲۱۱. اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا را ۲۰ درصد و مقاومت رسانا را $5\Omega$ افزایش دهیم، شدت جریان الکتریکی عبوری از آن ۶۰ درصد کاهش می‌یابد. مقاومت اولیهٔ رسانا چند اهم است؟ (دما ثابت است.)

(مکمل مثال ۲-۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۸ بهمن ۹۵)

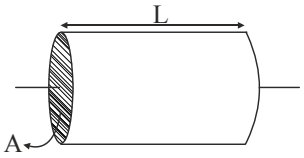
① ۵
② ۲/۵
③ ۱۰
④ ۱۵

درس نامه ۳

## عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

### ✓ عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی رساناهای اهمی در دمای ثابت

آزمایش‌ها و محاسبات نظری نشان می‌دهند که مقاومت الکتریکی یک رسانای اُهمی در دمای ثابت به طول، مساحت مقطع و جنس رسانا بستگی دارد. در دمای ثابت، اگر سطح مقطع رسانا در تمام طول آن یکسان باشد، مقاومت الکتریکی آن (R) با مقاومت ویژه ( ρ ) و طول رسانا (L) رابطهٔ مستقیم و با مساحت مقطع آن (A) رابطهٔ عکس دارد و می‌توان نوشت:



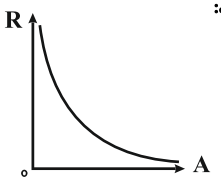

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

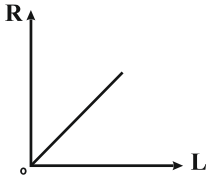
$\rho$: Ω (اُهم)
L: m (متر)
A: $m^2$ (مترمربع)
ρ: Ω.m (اُهم.متر)

**نکته ۱:** مقاومت ویژهٔ یک ماده (ρ) به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد.

به دسته‌ای از مواد که مقاومت ویژهٔ آن‌ها بین مقاومت ویژهٔ رساناها و نارساناهاست، نیم‌رسانا می‌گویند. توجّه داشته باشید که مقاومت ویژهٔ رساناهای فلزّی بسیار کم‌تر از مقاومت ویژهٔ نیم‌رساناهایی مثل گرافیت، ژرمانیم و سیلیسیم خالص است. (در دمای $20^\circ C$)

**نکته ۲:** در دمای ثابت، نمودارهای مقاومت الکتریکی یک رسانای اُهمی برحسب طول یا سطح مقطع آن به صورت زیر هستند:




**نکته ۳:** برای مقایسهٔ مقاومت‌های الکتریکی دو رسانای اُهمی (یا یک رسانای اُهمی در دو حالت مجزّا) می‌توان نوشت: (دمای رساناهای اُهمی یکسان است.)

$$R = \rho \frac{L}{A} : \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

با توجّه به این‌که در سیم‌هایی با مقطع دایروی به قطر D، مساحت مقطع از رابطهٔ $A = \pi \frac{D^2}{4}$ به‌دست می‌آید، برای مقایسهٔ مقاومت‌های الکتریکی خواهیم داشت:

$$R = \rho \frac{L}{A} \text{ و } A = \pi \frac{D^2}{4} : \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times (\frac{D_1}{D_2})^2$$

**نکته ۴:** با توجه به رابطهٔ چگالی، اگر جرم سیمی ثابت باشد، حجم آن نیز ثابت خواهد بود و در نتیجه طول و مساحت مقطع سیم به نسبت عکس هم تغییر می‌کنند.

$$m_1 = m_2 \xrightarrow[\rho' \text{ (چگالی) ثابت است.}]{m=\rho' V} V_1 = V_2 \xrightarrow{V=AL} A_1 L_1 = A_2 L_2 \rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

**نکته ۵:** اگر سیمی به مقاومت الکتریکی $R$ را بکشیم تا بدون تغییر جرم طولش $n$ برابر شود، مقاومت الکتریکی این سیم $n^2$ برابر می‌شود.

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow[(\rho_1=\rho_2)]{\text{جنس سیم تغییر نمی‌کند.}}\frac{R_2}{R_1}=(\frac{L_2}{L_1})^2=n^2$$

**نکته ۶:** اگر سیمی به مقاومت الکتریکی $R$ را بکشیم تا بدون تغییر جرم قطر مقطع آن $\frac{1}{n}$ برابر شود، مقاومت الکتریکی این سیم $n^4$ برابر می‌شود.

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow[(\rho_1=\rho_2)]{\text{جنس سیم تغییر نمی‌کند.}}\frac{R_2}{R_1}=(\frac{A_1}{A_2})^2=(\frac{D_1}{D_2})^4=n^4$$

### ✓ اثر دما بر مقاومت الکتریکی

مقاومت الکتریکی رساناهای فلزی با افزایش دما، زیاد می‌شود.

مقاومت الکتریکی نیم‌رساناها با افزایش دما، کم می‌شود.

در برخی مواد (مانند جیوه و قلع)، با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند. این پدیده را اَبَر رسانایی می‌گویند.

## ۳ عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

### عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی رساناهای اهمی در دمای ثابت

**۲۱۲.** طول سیمی ۱۲۰ سانتی‌متر و سطح مقطع آن ۰/۴۲ میلی‌متر مربع و مقاومت ویژهٔ آن $1/68\times10^{-8}\Omega m$ است. مقاومت الکتریکی این سیم چند اهم است؟ (مشابه مثال ۲ - ۳، تمرین ۲ - ۲ و مسألهٔ ۸ صفحهٔ ۶۲ کتاب درسی)

① ۰/۰۴۸ ② ۰/۴۸ ③ ۴/۸ ④ ۴۸

**۲۱۳.** دو سیم مسی A و B به ترتیب دارای قطرهای ۰/۱۶cm و ۰/۲۰cm هستند. در این صورت، مقاومت الکتریکی ۱۹۲۰ متر از سیم A، ... اهم ... از مقاومت الکتریکی ۳۶۰۰ متر از سیم B است. ($\pi=3$ و $\rho_{\text{مس}}=1/7\times10^{-8}\Omega m$)

(مشابه مثال ۲- ۳، تمرین ۲ - ۲ و مسألهٔ ۸ صفحهٔ ۶۲ کتاب درسی)

① ۲۰/۹۹۵ ـ بزرگ‌تر ② ۳/۴ ـ بزرگ‌تر

③ ۲۰/۹۹۵ ـ کوچک‌تر ④ ۳/۴ ـ کوچک‌تر

**۲۱۴.** پیچه‌ای از ۱۰۰ دور سیم مسی به قطر مقطع ۲mm تشکیل شده که به صورت یک لایه دور استوانه‌ای به شعاع ۱۰ سانتی‌متر پیچیده شده است. مقاومت الکتریکی سیم پیچیده شده تقریباً چند اهم است؟ ($\rho_{\text{مس}}=1/7\times10^{-8}\Omega m$)

(مشابه مثال ۲- ۳، تمرین ۲ - ۲ و مسألهٔ ۸ صفحهٔ ۶۲ کتاب درسی) (سراسری خارج کشور ریاضی ۸۹)

① ۰/۱۷ ② ۰/۳۴ ③ ۱۷ ④ ۳۴

**۲۱۵.** چند حلقه از سیم رسانایی به قطر ۲mm را باید دور استوانه‌ای به شعاع ۵cm بپیچیم تا مقاومت کل سیم ۲۰ اهم شود؟ (مقاومت ویژهٔ رسانا $10^{-6}\Omega m$ است)

(مرتبط با مثال ۲-۳، تمرین ۲ - ۲ و مسألهٔ ۸ صفحهٔ ۶۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۷ اسفند ۹۴)

① ۱۰۰ ② ۲۰۰ ③ ۳۰۰ ④ ۴۰۰

۲۱۶. سیم‌های فلزی C، B و A قطر یکسان دارند و به ترتیب از راست به چپ مقاومت ویژه و طول آن‌ها $(L,\rho)$، $(L,0/5\rho)$ و $(2L,1/5\rho)$ می‌باشد. کدام رابطه بین مقاومت سیم‌ها (R) درست است؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری خارج کشور تجربی ۹۴)

① $R_C = 2R_B$ و $R_A = 3R_C$ ② $R_A = 3R_C$ و $R_B = 6R_A$

③ $R_B = 2R_C$ و $R_A = 3R_C$ ④ $R_C = 3R_A$ و $R_A = 6R_B$

۲۱۷. 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؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری تجربی ۹۱)

① $\frac{1}{2}$ ② ۲ ③ ۴ ④ ۸

۲۱۸. قطر مقطع سیم مسی A، ۲ برابر قطر مقطع سیم مسی B است و طول آن نیز $\frac{1}{4}$ طول سیم B است. اگر مقاومت سیم A برابر $5\Omega$ باشد، مقاومت سیم B چند اهم می‌باشد؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری خارج کشور ریاضی ۹۰)

① ۵ ② ۱۰ ③ ۴۰ ④ ۸۰

۲۱۹. مقاومت ویژهٔ دو سیم هم‌طول، $\rho_1$ و $\rho_2$ و قطر مقطع آن‌ها به ترتیب $D_1$ و $D_2$ است. نسبت مقاومت الکتریکی آن‌ها $(\frac{R_1}{R_2})$ کدام است؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (آزاد ریاضی ۷۷)

① $\frac{\rho_1 D_2}{\rho_2 D_1}$ ② $\frac{\rho_2 D_2^2}{\rho_1 D_1^2}$ ③ $\frac{\rho_1 D_2^2}{\rho_2 D_1^2}$ ④ $\frac{\rho_2 D_1^2}{\rho_1 D_2^2}$

۲۲۰. مقاومت ویژهٔ فلز B سه برابر مقاومت ویژهٔ فلز A، طول A نصف طول B و قطر B دو برابر قطر A می‌باشد. نسبت مقاومت الکتریکی A به B در دمای مساوی کدام است؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری تجربی ۷۰)

① $\frac{2}{3}$ ② $\frac{3}{2}$ ③ $\frac{3}{4}$ ④ $\frac{4}{3}$

۲۲۱. مقاومت ویژهٔ سیم A، ۳ برابر مقاومت ویژهٔ سیم B است. اگر طول و مقاومت الکتریکی این دو سیم با هم برابر باشند، قطر مقطع سیم A چند برابر قطر مقطع سیم B است؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری خارج کشور ریاضی ۹۳)

① $\sqrt{3}$ ② ۳ ③ $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ④ ۹

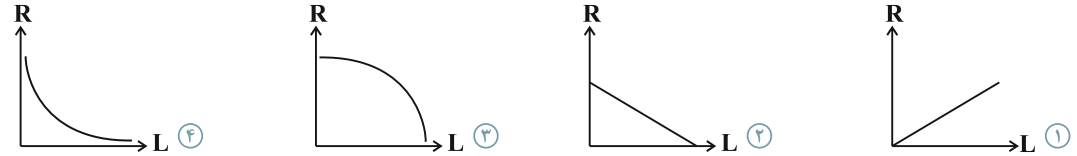
۲۲۲. ابعاد یک مکعب مستطیل فلزی ۱، ۲ و ۴ سانتی‌متر است. این مکعب مستطیل را می‌توان از هر یک از دو وجه موازی آن در مدار قرار داد. نسبت بزرگ‌ترین مقاومت به کوچک‌ترین مقاومت آن چند است؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری ریاضی ۶۹)

① ۴ ② ۸ ③ ۱۶ ④ ۲۴

۲۲۳. کدام گزینه نمودار مقاومت یک سیم برحسب طول آن را با ثابت ماندن سطح مقطع سیم و دما به‌درستی نشان می‌دهد؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۶ اسفند ۹۵)




① ② ③ ④

۲۲۴. مقاومت کابل توپُر A به‌طول $L_A$ و شعاع ۳mm برابر $R_A$ می‌باشد و مقاومت کابل توخالی B به‌طول $L_B$ و قطر داخلی ۴mm و قطر خارجی ۶mm برابر با $R_B$ است. اگر دو کابل هم‌جنس و $L_A = L_B$ باشد، $\frac{R_B}{R_A}$ کدام است؟

(مشابه مسألهٔ ۷ صفحهٔ ۶۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۶ اسفند ۹۵)

① $\frac{5}{9}$ ② $\frac{9}{5}$ ③ ۳ ④ $\frac{1}{3}$

۲۲۵. طول سیمی از نیکروم (آلیاژی از نیکل و کروم) برابر ۱m و سطح مقطع آن ۱mm$^۲$ است. هرگاه اختلاف پتانسیل اعمال‌شده بین دو سر آن ۲/۵V باشد، جریان ۵A از آن می‌گذرد. مقاومت ویژهٔ این سیم چند Ω.m است؟

(صفحه‌های ۴۳ تا ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۲۱ آبان ۹۵)

① $۰/۵\times۱۰^{-۶}$ ② $۰/۵\times۱۰^{-۷}$ ③ $۵\times۱۰^{-۴}$ ④ $۲\times۱۰^{-۶}$

۲۲۶. دو سر سیمی به اختلاف پتانسیل ثابتی متصل است و در بازهٔ زمانی معینی از هر مقطع آن تعداد $n_۱$ الکترون عبور می‌کند. اگر دو سر سیم دیگری با همین طول و جنس اما قطری دو برابر قطر سیم اول را به همان اختلاف پتانسیل ثابت وصل کنیم، در همان بازهٔ زمانی، تعداد $n_۲$ الکترون از هر مقطع سیم عبور می‌کند. حاصل $\frac{n_۱}{n_۲}$ کدام است؟ (دما ثابت و برای دو حالت یکسان فرض می‌شود.)

(صفحه‌های ۴۱ تا ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۲۱ اسفند ۹۴)

① ۲ ② $\frac{۱}{۲}$ ③ ۴ ④ $\frac{۱}{۴}$

۲۲۷. یک مکعب فلزی به ابعاد ۵cm×۴cm×۳cm در اختیار داریم. آن را به گونه‌ای به یک اختلاف پتانسیل ثابت وصل می‌کنیم که جریان عبوری از آن بیشینه و برابر با ۲۵A شود. اگر آن را به گونه‌ای در مدار قرار دهیم که جریان عبوری از آن کم‌ترین مقدار را داشته باشد، مقدار این جریان چند آمپر خواهد بود؟

(صفحه‌های ۴۳ تا ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۷ اسفند ۹۴)

① ۱۳ ② ۱۰ ③ ۹ ④ ۶

۲۲۸. دو سر سیم رسانایی به طول L، سطح مقطع A و مقاومت R را به منبع ولتاژ V می‌بندیم. اختلاف پتانسیل دو سر قطعه‌ای از سیم به طول $\ell$ کدام است؟ (ρ مقاومت ویژهٔ سیم است.)

(صفحه‌های ۴۳ تا ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۲۱ آبان ۹۵)

① $\frac{\rho LV}{RA}$ ② $\frac{\rho \ell V}{RA}$ ③ $\frac{RA}{\rho \ell V}$ ④ $\frac{RA}{\rho LV}$

۲۲۹. از مقدار معینی مس، یک‌بار سیمی یکنواخت با سطح مقطع دایره‌ای و به قطر a و بار دیگر سیمی یکنواخت با سطح مقطع مربعی به طول ضلع a می‌سازیم. در دمای یکسان، مقاومت الکتریکی سیم با سطح مقطع دایره‌ای چند برابر مقاومت الکتریکی سیم با سطح مقطع مربعی است؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۱۹ آذر ۹۵)

① $\frac{۱}{\pi}$ ② $\frac{۴}{\pi}$ ③ $(\frac{۱}{\pi})^۲$ ④ $(\frac{۴}{\pi})^۲$

۲۳۰. دو سیم مسی A و B دارای دما و جرم یکسانی هستند. اگر قطر سیم A دو برابر قطر سیم B باشد، مقاومت الکتریکی سیم A چند برابر مقاومت الکتریکی سیم B است؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۷ فروردین ۹۶)

① $\frac{۱}{۱۶}$ ② $\frac{۱}{۴}$ ③ $\frac{۱}{۲}$ ④ ۱

۲۳۱. جرم دو سیم مسی A و B با هم برابر است، ولی قطر مقطع سیم A، $\sqrt{۲}$ برابر قطر مقطع سیم B است. اگر مقاومت الکتریکی سیم B برابر ۱۰Ω باشد، مقاومت الکتریکی سیم A چند اهم است؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری ریاضی ۹۰)

① ۲/۵ ② ۵ ③ ۱۲/۵ ④ ۲۰

۲۳۲. حجم‌های مساوی از آهن و مس را به‌طور جداگانه به سیم‌های یکنواختی تبدیل کرده‌ایم. اگر طول سیم آهنی ۱/۵m و طول سیم مسی ۳m باشد، مقاومت الکتریکی سیم آهنی چند برابر مقاومت الکتریکی سیم مسی است؟ (دما ثابت و یکسان است و مقاومت ویژهٔ آهن، شش برابر مقاومت ویژهٔ مس فرض شود.)

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۸ بهمن ۹۵)

① ۳ ② ۲/۵ ③ ۱/۵ ④ ۱

۲۳۳. مقاومت الکتریکی یک سیم مسی R است. اگر با ثابت ماندن حجم، طول آن را ۵ برابر کنیم، مقاومت الکتریکی آن در همان دما چند R خواهد شد؟

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری ریاضی ۷۲)

① ۵ ② ۱۵ ③ ۲۵ ④ ۱۲۵

۲۳۴. در دمای ثابت، یک سیم رسانا را آن‌قدر می‌کشیم تا قطر آن به‌طور یکنواخت نصف شود. مقاومت الکتریکی این سیم چند برابر می‌شود؟ (صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۱ اردیبهشت ۹۶)

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

۲۳۵. طول یک سیم فلزی ۱۰ سانتی‌متر و قطر مقطع آن ۲mm است. اگر سیم را از ابزاری عبور دهیم تا بدون تغییر جرم، مقاومت الکتریکی آن ۱۶ برابر شود، طول آن چند سانتی‌متر می‌شود؟ (صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری تجربی ۹۳)

۱) ۲/۵ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۶

۲۳۶. سیمی با طول مشخص را تحت کشش قرار می‌دهیم. اگر جرم واحد طول سیم ۲۰ درصد کاهش یابد، مقاومت سیم چند برابر می‌شود؟ (صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۶ اسفند ۹۵)

۱) $\frac{۲۵}{۱۶}$ ۲) $\frac{۵}{۴}$ ۳) $\frac{۳۶}{۲۵}$ ۴) $\frac{۶}{۵}$

۲۳۷. در دمای ثابت و با ثابت ماندن جرم یک سیم، قطر مقطع آن‌را ۲ برابر و جریان الکتریکی عبوری از آن را نصف می‌کنیم. اختلاف پتانسیل دو سر این سیم چند برابر می‌شود؟ (صفحه‌های ۴۳ تا ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۲۰ اسفند ۹۵)

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۱۶}$ ۳) $\frac{۱}{۳۲}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۲۳۸. با ۲۰kg از یک رسانای فلزی به چگالی $۸\times۱۰^{۳}\ \frac{kg}{m^{۳}}$ و مقاومت ویژه‌ی $۲\times۱۰^{-۸}\Omega.m$، سیمی به سطح مقطع $۵mm^{۲}$ ساخته‌ایم. مقاومت الکتریکی این سیم چند اهم است؟ (صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۲۱ آبان ۹۵)

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۸ ۴) ۵

۲۳۹. 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 ویژهٔ سیم $۱/۸\times۱۰^{-۸}\Omega m$ و چگالی آن $۸\ \frac{g}{cm^{۳}}$ باشد، جرم سیم چند گرم است؟ (صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری خارج کشور ریاضی ۹۶)

۱) ۱۸ ۲) ۳۶ ۳) ۵۴ ۴) ۷۲

۲۴۰. دو سیم A و B مقاومت ویژه و طول برابر دارند. اگر جرم سیم A دو برابر جرم سیم B باشد، مقاومت سیم A چند برابر مقاومت سیم B است؟ (چگالی سیم B دو برابر چگالی سیم A است.) (صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (آزمون کانون ۱۹ آذر ۹۵)

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۴۱. دو سیم هم طول مسی و آلومینیومی، در یک دمای معین، دارای مقاومت الکتریکی مساوی‌اند. اگر چگالی مس و آلومینیوم به ترتیب $۹\ \frac{g}{cm^{۳}}$ و $۲/۷\ \frac{g}{cm^{۳}}$ و مقاومت ویژهٔ مس $\frac{۱}{۲}$ برابر مقاومت ویژهٔ آلومینیوم باشد، جرم سیم آلومینیومی چند برابر جرم سیم مسی است؟ (صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری ریاضی ۹۶)

۱) $\frac{۳}{۵}$ ۲) $\frac{۴}{۵}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۵}{۳}$

۲۴۲. دو سیم فلزی A و B دارای طول و مقاومت الکتریکی مساوی‌اند. اگر جرم سیم B، $\frac{۲}{۳}$ جرم سیم A بوده و چگالی آن $\frac{۱}{۳}$ چگالی سیم A باشد، مقاومت ویژهٔ سیم B چند برابر مقاومت ویژهٔ سیم A است؟ (صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری تجربی ۹۵)

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۳ ۴) ۲

## اثر دما بر مقاومت الکتریکی

۲۴۳. مقاومت الکتریکی یک لامپ معمولی در حالت: (صفحهٔ ۴۵ کتاب درسی) (سراسری ریاضی ۷۳)

۱) خاموش صفر است.
۲) خاموش و روشن یکسان است.
۳) روشن، کم‌تر از حالت خاموش است.
۴) روشن، بیش‌تر از حالت خاموش است.

۲۴۴. مقاومت الکتریکی لامپ معمولی با رشتهٔ تنگستن: (صفحهٔ ۴۵ کتاب درسی) (سراسری تجربی ۹۴)

۱) پس از روشن شدن لامپ، کاهش می‌یابد.
۲) پس از روشن شدن لامپ به صفر می‌رسد.
۳) هنگامی که لامپ خاموش است، صفر است.
۴) هنگام روشن بودن بیش‌تر از هنگام خاموش بودن است.

۲۴۵. مقاومت الکتریکی کدام‌یک از مواد زیر، با افزایش دما، کاهش می‌یابد؟ (صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی)

۱) مس
۲) قلع
۳) ژرمانیم
۴) تنگستن

۲۴۶. در برخی مواد مانند ..... که خاصیت ابررسانایی دارند، با کاهش دما، مقاومت ویژه دردمای خاصی به صورت ..... به صفر افت کرده و در دماهای پایین‌تر، هم‌چنان صفر می‌ماند. (به ترتیب از راست به چپ) (صفحهٔ ۴۵ کتاب درسی)

۱) جیوه ـ تدریجی
۲) جیوه ـ ناگهانی
۳) سیلیسیم ـ تدریجی
۴) سیلیسیم ـ ناگهانی

پاسخ‌نامه تشریحی **فصل ۲** جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

## ۱ جریان الکتریکی

### نحوهٔ برقراری جریان الکتریکی در مدار

**۱۸۵.** گزینه ۳

با توجه به متن کتاب درسی، چنان‌چه میدان الکتریکی به یک قطعهٔ فلزی اعمال کنیم، حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها با سرعتی موسوم به سرعت سوق درخلاف جهت میدان درون رسانا سوق می‌یابد؛ یعنی حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها متوقف نمی‌شود.

**۱۸۶.** گزینه ۳

جهت سرعت سوق در خلاف جهت میدان الکتریکی اعمالی است. در رسانایی که در تعادل الکترواستاتیکی است، حرکت کاتوره‌ای الکترون‌های آزاد با سرعت بسیار زیاد و از مرتبهٔ $10^6 \frac{m}{s}$ است. اندازهٔ سرعت سوق در یک رسانای فلزی معمولاً کم‌تر از $1\frac{mm}{s}$ و به کندی سرعت حرکت یک حلزون است.

**۱۸۷.** گزینه ۱

در یک رسانای فلزی و در غیاب میدان الکتریکی خارجی، الکترون‌های آزاد مسیری زیگ‌زاگ را طی می‌کنند. در حضور میدان الکتریکی، این مسیر زیگ‌زاگ در خلاف جهت میدان سوق می‌باشد. دقت داشته باشید که جهت قراردادی جریان الکتریکی، در خلاف جهت سوق الکترون‌هاست.

### محاسبهٔ جریان الکتریکی متوسط

**۱۸۸.** گزینه ۲

مقدارهای تقریبی جریان الکتریکی متداول: جریان نورون‌های مغزی $1nA = 10^{-9}A$، نمایشگر گوشی همراه $1mA = 10^{-3}A$، استارت خودرو $200A = 2\times10^2 A$ و بادهای خورشید $1GA = 10^9 A$.

**۱۸۹.** گزینه ۲

مطابق رابطهٔ بین جریان و بار عبوری از هر مقطع رسانا، داریم:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta q}{I} = \frac{8}{5} = 1/6s$$

**۱۹۰.** گزینه ۲

در تماس کره‌ها، بار الکتریکی آن‌ها یکسان شده و به تعادل الکتریکی می‌رسند.

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{12 + (-8)}{2} = 2mC$$

بار الکتریکی کره‌ی B از $-8mC$ به $2mC$ می‌رسد، یعنی:

بار انتقال یافته: $\Delta q = 10mC$

مطابق رابطهٔ شدت جریان متوسط داریم:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{10\times10^{-3}}{0/01} \Rightarrow \bar{I} = 1A$$

**۱۹۱.** گزینه ۱

ابتدا بار الکتریکی عبوری از هر مقطع سیم را حساب می‌کنیم. داریم:

$$\Delta q = -ne \Rightarrow \Delta q = -(5\times10^{13})\times(-1/6\times10^{-19})$$

$$= 8\times10^{-6}C$$

و در نتیجه، جریان متوسط عبوری از سیم برابر است با:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{8\times10^{-6}}{20\times10^{-6}} \Rightarrow I = 4\times10^{-1}A = 4\times10^2 mA$$

**۱۹۲.** گزینه ۳

می‌دانیم شدت جریان، برابر نسبت بار عبوری بر زمان عبور بار از هر مقطع مدار است.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta q = ne} I = \frac{ne}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{I(\Delta t)}{e}$$

$$\xrightarrow[e=1/6\times10^{-19}C]{I=1A,\Delta t=1s} n = \frac{1}{1/6}\times10^{19}$$

**۱۹۳.** گزینه ۱

با توجه به رابطهٔ شدت جریان $(I = \frac{\Delta q}{\Delta t})$ و این‌که بار شارش شده $(\Delta q)$ مضرب صحیحی از بار یک الکترون $(\Delta q = ne)$ می‌باشد، می‌توان نوشت:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta q = ne} I = \frac{ne}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{I(\Delta t)}{e}$$

$$\xrightarrow[\Delta t=2min=2\times60=120s,\ e=1/6\times10^{-19}C]{I=16mA=16\times10^{-3}A} n = \frac{(16\times10^{-3})\times120}{1/6\times10^{-19}}$$

$$\Rightarrow n = 1/2\times10^{19}$$

**۱۹۴.** گزینه ۲

می‌دانیم شدت جریان، برابر نسبت بار عبوری بر زمان عبور بار از هر مقطع مدار است. داریم:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I(\Delta t)$$

$\Rightarrow$ (ساعت ×آمپر) یا (ثانیه×آمپر)=یکای بار الکتریکی

**۱۹۵.** گزینه ۲

با استفاده از رابطهٔ جریان الکتریکی متوسط، داریم:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = \bar{I}(\Delta t)$$

$$\xrightarrow[\bar{I}=500\mu A=500\times10^{-6}A]{\Delta t=400h} \Delta q = (500\times10^{-6})\times400$$

$$= 2\times10^{-1}Ah$$

$$\xrightarrow{\text{تبدیل یکا}} \Delta q = 2\times10^{-1}Ah\times\frac{10^3 mA}{1A} = 2\times10^2 mAh$$

۱۹۶. گزینه ۲

ابتدا مقدار بار الکتریکی کل منتقل شده را محاسبه می‌نماییم:

$$W_{\text{خارجی}} = \text{انرژی آزاد شده} = q\Delta V$$

$$\xrightarrow[\Delta V = 10^6 V]{\text{انرژی آزاد شده} = 3TJ = 3\times10^{12} J} 3\times10^{12} = q\times10^6$$

$$\Rightarrow q = 3\times10^6 C$$

حال با استفاده از رابطهٔ جریان الکتریکی متوسط، می‌توان نوشت:

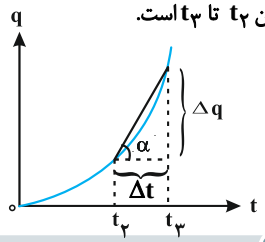
$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = 5ms = 5\times10^{-3} s]{\Delta q = 3\times10^6 C} \bar{I} = \frac{3\times10^6}{5\times10^{-3}}$$

$$\Rightarrow \bar{I} = 0/6\times10^9 A \xrightarrow{\text{تبدیل یکا}} \bar{I} = 0/6\times10^9 A \times \frac{1GA}{10^9 A}$$

$$\bar{I} = 0/6GA$$

۱۹۷. گزینه ۳

طبق رابطهٔ $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$، شدت جریان متوسط برابر شیب نمودار $q-t$ است و هر چه شیب خط واصل بین دو نقطه روی نمودار $q-t$ بیش‌تر باشد، شدت جریان متوسط عبوری نیز بیش‌تر است. در نمودار رسم شده، بیش‌ترین شیب، مربوط به خط واصل بین $t_2$ تا $t_3$ است.




۱۹۸. گزینه ۲

می‌دانیم که مساحت بین نمودار جریان و محور زمان برابر با $\Delta q$ است. بنابراین داریم:

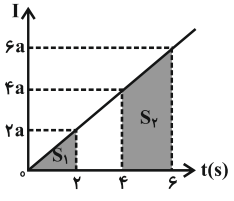
$$\Delta q = S_{\text{ذوزنقه}} = \frac{10+5}{2}\times10 \Rightarrow \Delta q = 75C$$

و برای تعیین شدت جریان متوسط داریم:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{75}{10} \Rightarrow \bar{I} = 7/5A$$

۱۹۹. گزینه ۳

مساحت محصور بین نمودار جریان ـ زمان و محور زمان برابر با بار عبوری از هر مقطع رسانا می‌باشد $(I = \frac{\Delta q}{\Delta t})$. چون نمودار $I-t$ به‌صورت خط راستی است

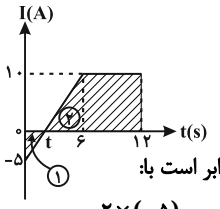



که از مبدأ عبور می‌کند، بنابراین معادلهٔ آن به‌صورت $I = at$ است.

$$S_1 = \Delta q_1 = \frac{0+2a}{2}\times2 = 2a$$
$$S_2 = \Delta q_2 = \frac{4a+6a}{2}\times2 = 10a$$
$$\Rightarrow \frac{\Delta q_2}{\Delta q_1} = \frac{10a}{2a} = 5$$

۲۰۰. گزینه ۳

سطح زیر نمودار $I-t$ با بار الکتریکی شارش شده از هر مقطع رسانا برابر است. با استفاده از تشابه دو مثلث ۱ و ۲، مقدار $t$ را به‌دست می‌آوریم.




$$\frac{10}{6-t} = \frac{5}{t} \Rightarrow t = 2s$$

و مساحت قسمت‌های هاشورخورده برابر است با:

$$\text{مثلث}: s = \frac{2\times(-5)}{2} = -5C = \Delta q_1$$

$$\text{ذوزنقه}: s' = \frac{10+6}{2}\times10 = 80C = \Delta q_2$$

$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2 = 75C$$

با استفاده از رابطهٔ جریان متوسط، داریم:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{75}{12} = 6/25A$$

۲۰۱. گزینه ۲

ثانیهٔ سوم، بازهٔ زمانی $t = 2s$ تا $t = 3s$ است. داریم:

$$\bar{I}_1 = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q_{t=3s} - q_{t=2s}}{3-2} = \frac{(9+3)-(4+2)}{1} = 6A \quad (1)$$

از سوی دیگر، ۳ ثانیهٔ اول، بازهٔ زمانی $t = 0$ تا $t = 3s$ است. داریم:

$$\bar{I}_2 = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q_{t=3s} - q_{t=0}}{3-0} = \frac{(9+3)-(0+0)}{3} = 4A \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2),(1)} \frac{\bar{I}_1}{\bar{I}_2} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$$

## ۲ مقاومت الکتریکی و قانون اهم

۲۰۲. گزینه ۳

ابتدا با استفاده از رابطهٔ قانون اهم، مقاومت الکتریکی رشتهٔ فیلامان درون لامپ را محاسبه می‌کنیم:

$$R = \frac{V}{I} \xrightarrow[I=0/18A]{V=9V} R = \frac{9}{0/18} = 50\Omega$$

با ضعیف شدن باتری، ولتاژ ثانویهٔ آن $V' = V - 3 = 9 - 3 = 6V$ خواهد بود که با توجّه به ثابت بودن مقاومت الکتریکی رشتهٔ فیلامان، داریم:

$$R = \frac{V'}{I'} \Rightarrow I' = \frac{V'}{R} \xrightarrow[R=50\Omega]{V'=6V} I' = \frac{6}{50} = 0/12A$$

یعنی جریان الکتریکی عبوری از لامپ نسبت به حالت قبل به اندازهٔ $0/18 - 0/12 = 0/06$ آمپر کاهش می‌یابد.

۲۰۳. گزینه ۴

**اولاً:** در محدودهٔ جریان الکتریکی $2A$ تا $4A$، نمودار $V-I$ خطّی بوده و وسیله از قانون اهم پیروی می‌کند.

**ثانیاً:** در محدودهٔ فوق و با استفاده از رابطهٔ قانون اهم، داریم:

$$R=\frac{\Delta V}{\Delta I}=\frac{5}{2}=2/5\Omega$$

۲۰۴. گزینه ۴

بنا به قانون اُهم داریم: $I=\frac{V}{R}\xrightarrow[R=3\Omega]{V=12V} I=\frac{12}{3}=4A$

از سوی دیگر، با استفاده از تعریف شدّت جریان، می‌توان نوشت:

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t=1min=60s]{I=4A} 4=\frac{\Delta q}{60}\Rightarrow \Delta q=240C$$

اکنون می‌توان تعداد الکترون‌های عبوری را محاسبه نمود:

$$\Delta q=ne\xrightarrow[e=1/6\times10^{-19}C]{\Delta q=240C} 240=n\times(1/6\times10^{-19})$$

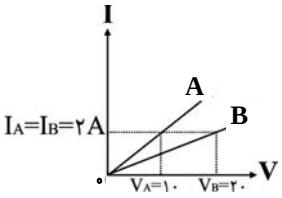
$$\Rightarrow n=\frac{240}{1/6\times10^{-19}}\Rightarrow n=150\times10^{20}\ \text{الکترون}$$

۲۰۵. گزینه ۱

با توجه به شکل به ازای شدت جریان‌های یکسان، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها، $V_A=10V$ و $V_B=20V$ می‌باشد. با توجه به قانون اهم می‌توان نوشت:

$$I_A=I_B\xrightarrow{I=\frac{V}{R}}\frac{V_A}{R_A}=\frac{V_B}{R_B}$$

$$\xrightarrow{V_A=10V,V_B=20V}\frac{R_B}{R_A}=\frac{V_B}{V_A}=\frac{20}{10}=2$$




توجه کنید، در این سوال می‌توانستیم اندازهٔ هر مقاومت را جداگانه تعیین کنیم:

$$I_A=2A \text{ و } V_A=10V\Rightarrow R_A=\frac{V_A}{I_A}=5\Omega$$

$$I_B=2A \text{ و } V_B=10V\Rightarrow R_B=\frac{V_B}{I_B}=10\Omega$$

$$\Rightarrow \frac{R_B}{R_A}=2$$

۲۰۶. گزینه ۲

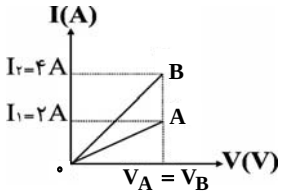
با توجه به نمودار، به ازای $V_A=V_B$، شدت جریان مقاومت‌های $R_A$ و $R_B$ به ترتیب $I_A=2A$ و $I_B=4A$ می‌باشد، پس می‌توان نوشت:

$$V_A=V_B\xrightarrow{V=IR}I_AR_A=I_BR_B$$

$$\xrightarrow[I_B=4A]{I_A=2A}\frac{R_A}{R_B}=2$$

**توجه:** چون شیب خط $I$ برحسب $V$، با عکس مقاومت متناسب است، هرچه اندازهٔ مقاومت بیش‌تر باشد، شیب خط کم‌تر است.

پس $R_A>R_B$ و $\frac{R_A}{R_B}>1$ می‌باشد.

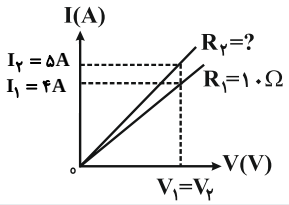



۲۰۷. گزینه ۲

با توجه به نمودار، به ازای $V_1=V_2$، شدت جریان مقاومت‌های $R_1$ و $R_2$ به‌ترتیب $I_1=4A$ و $I_2=5A$ می‌باشد، پس می‌توان نوشت:

$$V_1=V_2\xrightarrow{V=IR}I_1R_1=I_2R_2$$

$$\xrightarrow[R_1=10\Omega]{I_1=4A,\ I_2=5A}4\times10=5\times R_2\Rightarrow R_2=8\Omega$$




۲۰۸. گزینه ۳

با استفاده از قانون اهم، می‌توان نوشت:

$$V_A=R_AI_A\Rightarrow V_A=2R_A$$

$$V_B=R_BI_B\Rightarrow V_B=12\times2\Rightarrow V_B=24V$$

از روی نمودار می‌توان مشاهده کرد:

$$V_A-V_B=10\Rightarrow 2R_A-24=10\Rightarrow R_A=17\Omega$$

۲۰۹. گزینه ۴

**اولاً:** با استفاده از رابطهٔ قانون اهم، داریم:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow V=RI\Rightarrow \text{ولت}=\text{آمپر}\times\text{اهم}\quad (1)$$

**ثانیاً:** به کمک رابطهٔ محاسبهٔ کار نیروی خارجی در یک میدان الکتریکی، می‌توان نوشت:

$$W_{\text{خارجی}}=q\Delta V\Rightarrow \text{ژول}=\text{ولت}\times\text{کولن}$$

$$\Rightarrow \text{ولت}=\frac{\text{ژول}}{\text{کولن}}\quad (2)$$

با استفاده از روابط (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$\xrightarrow{(1),\ (2)}\text{آمپر}\times\text{اهم}=\frac{\text{ژول}}{\text{کولن}}$$

۲۱۰. گزینه ۱

$R$ ثابت است، لذا با تغییر $V$، $I$ نیز تغییر می‌کند.

$$R_1 = R_2 \Rightarrow \frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} \Rightarrow \frac{V_1}{I_1} = \frac{1/25V_1}{I_2}$$

$$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{125}{100} \Rightarrow \text{درصد تغییرات جریان} : \frac{\Delta I}{I_1} \times 100$$

$$= \frac{25}{100} \times 100 = \%25$$

یعنی جریان الکتریکی نیز ۲۵٪ افزایش می‌یابد.

۲۱۱. گزینه ۲

با استفاده از رابطهٔ $V = RI$ می‌توان نوشت:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1} \times \frac{I_2}{I_1} \xrightarrow[I_2=0/4I_1]{V_2=1/2V_1 \ , \ R_2=(R_1+5)\Omega}$$

$$\frac{1/2V_1}{V_1} = \frac{R_1+5}{R_1} \times \frac{0/4I_1}{I_1} \Rightarrow 3 = \frac{R_1+5}{R_1}$$

$$\Rightarrow R_1 = 2/5\Omega$$

## ۳ عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

### عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی رساناهای اهمی در دمای ثابت

۲۱۲. گزینه ۱

با استفاده از رابطهٔ بین مقاومت الکتریکی و ساختمان آن $\left(R = \rho\frac{L}{A}\right)$ داریم:

$$R = \rho\frac{L}{A} \xrightarrow[L=120cm=1/2m \ , \ A=0/42mm^2=0/42\times10^{-6}m^2]{\rho=1/68\times10^{-8}\Omega.m}$$

$$R = (1/68\times10^{-8}) \times \frac{1/2}{0/42\times10^{-6}} \Rightarrow R = 0/048\Omega$$

۲۱۳. گزینه ۴

با استفاده از رابطهٔ بین مقاومت الکتریکی و ساختمان آن $\left(R = \rho\frac{L}{A}\right)$ داریم:

$$R_A = \rho_A\frac{L_A}{A_A} \xrightarrow{A_A=\frac{\pi}{4}D_A^2} R_A = \frac{4\rho_A L_A}{\pi D_A^2}$$

$$\xrightarrow[\pi=3 \ , \ D_A=0/16cm=1/6\times10^{-3}m]{\rho_A=1/7\times10^{-8}\Omega m \ , \ L_A=1920m}$$

$$R_A = \frac{4\times(1/7\times10^{-8})\times1920}{3\times(1/6\times10^{-3})^2} \Rightarrow R_A = 17\Omega$$

$$R_B = \rho_B\frac{L_B}{A_B} \xrightarrow{A_B=\frac{\pi}{4}D_B^2} R_B = \frac{4\rho_B L_B}{\pi D_B^2}$$

$$\xrightarrow[\pi=3 \ , \ D_B=0/2cm=2\times10^{-3}m]{\rho_B=1/7\times10^{-8}\Omega m \ , \ L_B=3600m}$$

$$R_B = \frac{4\times(1/7\times10^{-8})\times3600}{3\times(2\times10^{-3})^2} \Rightarrow R_B = 20/4\Omega$$

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، مقاومت الکتریکی سیم $A$، به اندازهٔ $20/4 - 17 = 3/4$ اهم از مقاومت الکتریکی سیم $B$ کوچک‌تر است.

۲۱۴. گزینه ۲

با توجه به تعداد دور سیم‌پیچ $(N)$، طول سیم $(L)$ را محاسبه و سپس مقاومت آن را تعیین می‌کنیم:

$$L = N\times2\pi R = 100\times2\pi\times10\times10^{-2} = 20\pi m$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \pi\times\frac{(2\times10^{-3})^2}{4} = 10^{-6}\pi m^2$$

$$R = \rho\frac{L}{A} = 1/7\times10^{-8}\times\frac{20\pi}{10^{-6}\pi} = 0/34\Omega$$

۲۱۵. گزینه ۲

ابتدا باید طول مقاومت را به دست آوریم و سپس محاسبه نماییم که با این طول، چند دور می‌توان دور استوانه پیچیده داریم:

$$R = \rho\frac{L}{A} \xrightarrow[\rho=10^{-6}\Omega m \ , \ r=\frac{2mm}{2}=1\times10^{-3}m]{R=20\Omega}$$

$$20 = 10^{-6}\times\frac{L}{\pi(1\times10^{-3})^2} \Rightarrow L = 20\pi(m)$$

$$L = N\times2\pi R$$

$$\xrightarrow[R=5cm=5\times10^{-2}m]{L=20\pi(m)} 20\pi = N\times2\pi\times(5\times10^{-2})$$

$$\Rightarrow N = 200 \text{ دور}$$

۲۱۶. گزینه ۱

با توجه به جدول زیر و به کمک رابطهٔ تعیین مقاومت الکتریکی رسانا، داریم:

| مقاومت‌ها | $\rho$ | $L$ | $A$ | $R = \rho\frac{L}{A}$ |
|---|---|---|---|---|
| A | $1/5\rho$ | $2L$ | A | $3\frac{\rho L}{A}$ |
| B | $0/5\rho$ | L | A | $\frac{1}{2}\frac{\rho L}{A}$ |
| C | $\rho$ | L | A | $\frac{\rho L}{A}$ |

$$\Rightarrow R_A = 3R_C \ \text{و} \ R_C = 2R_B$$

۲۱۷. گزینه ۴

رابطهٔ مقاومت الکتریکی یک سیم به صورت $R = \rho\frac{\ell}{A}$ است و از آن‌جا که مساحت مقطع سیم با مربع قطر آن نسبت مستقیم دارد، می‌توان نوشت:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times\frac{A_B}{A_A}\xrightarrow{A\propto D^2}$$

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times\left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2\xrightarrow{\rho_A=\rho_B,\,L_A=2L_B,\,D_A=\frac{1}{2}D_B}$$

$$\frac{R_A}{R_B}=1\times2\times\left(\frac{1}{\frac{1}{2}}\right)^2=8$$

**۲۱۸.** گزینه ۴

اندازهٔ مقاومت یک سیم از رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$ به دست می‌آید که در آن $A=\frac{\pi D^2}{4}$ سطح مقطع سیم است. ($D$ قطر سیم)

$$R=\rho\frac{L}{A}=\rho\frac{L}{\frac{\pi D^2}{4}}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times\left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2$$

$$\xrightarrow[L_A=\frac{1}{4}L_B,\,R_A=5\Omega]{D_A=2D_B,\,\rho_A=\rho_B}\frac{5}{R_B}=1\times\frac{1}{4}\times\left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$\Rightarrow R_B=80\Omega$$

**۲۱۹.** گزینه ۳

اندازهٔ یک مقاومت اهمی در دمای ثابت از رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$ محاسبه می‌شود که در آن $A$ سطح مقطع سیم $\left(A=\frac{\pi D^2}{4}\right)$ است. بنابراین:

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow{A=\frac{\pi D^2}{4}}R=\frac{4\rho L}{\pi D^2}\Rightarrow\frac{R_1}{R_2}=\frac{\rho_1 D_2^2}{\rho_2 D_1^2}$$

مقاومت سیم با مقاومت ویژه، نسبت مستقیم و با مجذور قطر سطح مقطع آن، نسبت عکس دارد.

**۲۲۰.** گزینه ۱

رابطهٔ مقاومت الکتریکی یک سیم به‌صورت $R=\rho\frac{L}{A}$ است و از آن جا که مساحت مقطع سیم با مربع قطر آن نسبت مستقیم دارد، می‌توان نوشت:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times\frac{A_B}{A_A}$$

$$\xrightarrow{A\propto D^2}\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times\left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2$$

$$\xrightarrow{\rho_B=3\rho_A\ ,\ L_A=\frac{1}{2}L_B\ ,\ D_B=2D_A}\frac{R_A}{R_B}=\frac{1}{3}\times\frac{1}{2}\times(2)^2=\frac{2}{3}$$

**۲۲۱.** گزینه ۱

با استفاده از رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$ داریم:

$$\frac{R_B}{R_A}=\frac{\rho_B}{\rho_A}\times\frac{L_B}{L_A}\times\left(\frac{D_A}{D_B}\right)^2$$

$$\xrightarrow[L_A=L_B,\,R_A=R_B]{\rho_A=3\rho_B}1=\frac{1}{3}\times\left(\frac{D_A}{D_B}\right)^2\rightarrow\frac{D_A}{D_B}=\sqrt{3}$$

**۲۲۲.** گزینه ۳

با توجه به این‌که مقاومت الکتریکی با طول رسانا رابطهٔ مستقیم و با مساحت مقطع آن رابطهٔ عکس دارد، می‌توان گفت که بزرگ‌ترین مقاومت وقتی حاصل می‌شود که رسانا با کوچک‌ترین سطح مقطع و بزرگ‌ترین طول در مدار قرار گیرد و برعکس، یعنی داریم:

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow{\rho\ \text{ثابت}}\frac{R_{max}}{R_{min}}=\frac{\frac{L_{max}}{A_{min}}}{\frac{L_{min}}{A_{max}}}=\frac{L_{max}}{L_{min}}\times\frac{A_{max}}{A_{min}}$$

$$\xrightarrow[A_{min}=1\times2=2cm^2\ ,\ A_{max}=2\times4=8cm^2]{L_{max}=4cm\ ,\ L_{min}=1cm}\frac{R_{max}}{R_{min}}=\frac{4}{1}\times\frac{8}{2}$$

$$\Rightarrow\frac{R_{max}}{R_{min}}=16$$

**۲۲۳.** گزینه ۱

طبق رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$، با ثابت ماندن $A$، نمودار مقاومت برحسب طول یک سیم رسانا خط راستی با شیب مثبت است که از مبدأ مختصات می‌گذرد.

**۲۲۴.** گزینه ۲

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow{\rho_A=\rho_B,\,L_A=L_B}\frac{R_B}{R_A}=\frac{A_A}{A_B}$$

$$A_A=\pi r^2\Rightarrow A_A=\pi(3\times10^{-3})^2=9\pi\times10^{-6}m^2$$

$$A_B=\pi(r_o^2-r_i^2)\Rightarrow A_B=\pi(9\times10^{-6}-4\times10^{-6})$$

$$\Rightarrow A_B=5\pi\times10^{-6}m^2$$

$$\frac{R_B}{R_A}=\frac{A_A}{A_B}\Rightarrow\frac{R_B}{R_A}=\frac{9\pi\times10^{-6}}{5\pi\times10^{-6}}=\frac{9}{5}$$

**۲۲۵.** گزینه ۱

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow R=\frac{2/5}{5}\Rightarrow R=0/5\Omega$$

$$R=\rho\frac{L}{A}\Rightarrow\rho=\frac{RA}{L}=\frac{0/5\times1\times10^{-6}}{1}$$

$$\Rightarrow\rho=0/5\times10^{-6}\ \Omega.m$$

**۲۲۶.** گزینه ۴

در دمای ثابت، مقاومت یک سیم فقط به ویژگی‌های فیزیکی آن وابسته است. با توجّه به این‌که تنها قطر سیم تغییر کرده است، داریم:

$$R=\rho\frac{L}{A}\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=\frac{A_1}{A_2}=\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\xrightarrow{D_2=2D_1}\frac{R_2}{R_1}=\frac{1}{4}$$

حالا با استفاده از قانون اهم و در نظر گرفتن این نکته که ولتاژ ثابت است، می‌توان نوشت:

$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow\frac{I_1}{I_2}=\frac{R_2}{R_1}\Rightarrow\frac{I_1}{I_2}=\frac{1}{4}$$

بنابراین تعداد الکترون‌های عبوری از هر مقطع سیم در بازه‌های زمانی یکسان، برابر است با:

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{ne}{\Delta t}\Rightarrow\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_1}{n_2}\Rightarrow\frac{n_1}{n_2}=\frac{1}{4}$$

**۲۲۷.** گزینه ۳

اگر اضلاع مکعب $a > b > c$ باشد، خواهیم داشت:

$$R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \begin{cases} R_{max} = \rho\frac{L_{max}}{A_{min}} = \rho\frac{a}{bc} \\ R_{min} = \rho\frac{L_{min}}{A_{max}} = \rho\frac{c}{ab} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{R_{max}}{R_{min}} = (\frac{a}{c})^۲ = (\frac{۵}{۳})^۲ = \frac{۲۵}{۹}$$

از سوی دیگر، با توجه به ثابت ماندن اختلاف پتانسیل، خواهیم داشت:

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{R_{max}}{R_{min}} \Rightarrow \frac{۲۵}{I_{min}} = \frac{۲۵}{۹}$$

$$\Rightarrow I_{min} = ۹A$$

**۲۲۸.** گزینه ۲

اگر اختلاف پتانسیل دو سر قطعه سیم به طول $\ell$ را با $V'$ نمایش دهیم، با توجه به این که شدت جریان گذرنده از این قطعه و کل سیم یکسان است، خواهیم داشت:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V'}{R'} \Rightarrow V' = \frac{R'}{R}V = \frac{\rho\frac{\ell}{A}}{R}V \Rightarrow V' = \frac{\rho\ell V}{RA}$$

**۲۲۹.** گزینه ۴

جرم سیم در هر دو حالت یکسان است، بنابراین حجم سیم‌ها نیز در دو حالت یکسان بوده و داریم: (سیم با سطح مقطع دایره‌ای را با اندیس (۱) و سیم با سطح مقطع مربعی را با اندیس (۲) نشان می‌دهیم.)

$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow L_۱A_۱ = L_۲A_۲ \Rightarrow \frac{L_۱}{L_۲} = \frac{A_۲}{A_۱}$$

$$\Rightarrow \frac{A_۲}{A_۱} = \frac{a^۲}{\frac{\pi a^۲}{۴}} \Rightarrow \frac{A_۲}{A_۱} = \frac{۴}{\pi}$$

با توجه به رابطهٔ بین ویژگی‌های فیزیکی سیم و مقاومت الکتریکی آن، داریم: $R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_۱}{R_۲} = \frac{L_۱}{L_۲} \times \frac{A_۲}{A_۱}$

$$\xrightarrow{\frac{L_۱}{L_۲} = \frac{A_۲}{A_۱}} \frac{R_۱}{R_۲} = (\frac{A_۲}{A_۱})^۲ \Rightarrow \frac{R_۱}{R_۲} = (\frac{۴}{\pi})^۲$$

**۲۳۰.** گزینه ۱

می‌دانیم که اگر $D$ قطر مقطع سیم باشد، سطح مقطع سیم از رابطهٔ $A = \frac{\pi D^۲}{۴}$ به دست می‌آید. با توجه به رابطهٔ چگالی، داریم:

$$\xrightarrow[\rho_A = \rho_B \text{ چگالی}]{m_A = m_B \text{ جرم}} V_A = V_B \Rightarrow A_AL_A = A_BL_B$$

$$\Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{A_B}{A_A} = (\frac{D_B}{D_A})^۲ \quad (۱)$$

$$R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A}$$

$$\xrightarrow{(۱)} \frac{R_A}{R_B} = (\frac{A_B}{A_A})^۲ = (\frac{D_B}{D_A})^۴$$

$$\Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = (\frac{D_B}{۲D_B})^۴ = \frac{۱}{۱۶}$$

**۲۳۱.** گزینه ۱

چون جرم دو سیم و چگالی آن‌ها برابر است، پس دارای حجم‌های یکسان هستند. مقاومت یک سیم از رابطهٔ $R = \rho\frac{L}{A}$ به دست می‌آید که $A = \frac{\pi D^۲}{۴}$ سطح مقطع سیم است. پس:

$$\left.\begin{array}{l} \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times (\frac{D_B}{D_A})^۲ \\ V_A = V_B \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = (\frac{D_B}{D_A})^۲ \end{array}\right\}$$

$$\Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times (\frac{D_B}{D_A})^۴$$

$$\xrightarrow[D_A = \sqrt{۲}D_B]{\rho_A = \rho_B} \frac{R_A}{۱۰} = (\frac{۱}{\sqrt{۲}})^۴ \Rightarrow R_A = ۲/۵\Omega$$

**۲۳۲.** گزینه ۳

حجم: $V_{Fe} = V_{Cu} \Rightarrow L_{Fe}A_{Fe} = L_{Cu}A_{Cu}$

$$\Rightarrow \frac{A_{Cu}}{A_{Fe}} = \frac{L_{Fe}}{L_{Cu}}$$

با استفاده از رابطهٔ بین مقاومت الکتریکی یک رسانا با ویژگی‌های فیزیکی آن، داریم:

$$R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_{Fe}}{R_{Cu}} = \frac{\rho_{Fe}}{\rho_{Cu}} \times \frac{L_{Fe}}{L_{Cu}} \times \frac{A_{Cu}}{A_{Fe}}$$

$$= \frac{\rho_{Fe}}{\rho_{Cu}} \times (\frac{L_{Fe}}{L_{Cu}})^۲ \Rightarrow \frac{R_{Fe}}{R_{Cu}} = ۶ \times (\frac{۱/۵}{۳})^۲ = ۱/۵$$

**۲۳۳.** گزینه ۳

حجم سیم استوانه‌ای شکل از رابطهٔ $V = AL$ محاسبه می‌شود. بنابراین: $V_۱ = V_۲ \Rightarrow A_۱L_۱ = A_۲L_۲ \xrightarrow{L_۲ = ۵L_۱}$

$$A_۱L_۱ = A_۲ \times ۵L_۱ \Rightarrow \frac{A_۱}{A_۲} = ۵$$

از طرفی جنس سیم تغییر نمی‌کند و مقاومت ویژه ثابت می‌ماند، لذا طبق رابطهٔ $R = \rho\frac{L}{A}$ داریم:

$$R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_۲}{R_۱} = \frac{\rho_۲}{\rho_۱} \times \frac{L_۲}{L_۱} \times \frac{A_۱}{A_۲}$$

$$\xrightarrow{L_۲ = ۵L_۱, \rho_۱ = \rho_۲, A_۱ = ۵A_۲} \frac{R_۲}{R_۱} = ۱ \times ۵ \times ۵ = ۲۵$$

روش دوم: چون در حجم ثابت، تغییرات طول با سطح مقطع نسبت عکس دارد، بنابراین:

$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{L_2}{L_1}\times\frac{A_1}{A_2}\xrightarrow{\frac{L_2}{L_1}=\frac{A_1}{A_2}}\frac{R_2}{R_1}=(\frac{L_2}{L_1})^2=25$$

**۲۳۴. گزینه ۴**

حجم سیم ثابت است، بنابراین داریم:

$$V_1=V_2\Rightarrow L_1A_1=L_2A_2\Rightarrow\frac{A_1}{A_2}=\frac{L_2}{L_1}$$

با استفاده از رابطهٔ بین مقاومت الکتریکی یک سیم رسانا با ویژگی‌های فیزیکی آن، داریم:

$$R=\rho\frac{L}{A}\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=\frac{L_2}{L_1}\times\frac{A_1}{A_2}=(\frac{A_1}{A_2})^2=(\frac{D_1}{D_2})^4$$

$$\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=(\frac{D_1}{\frac{1}{2}D_1})^4=16$$

**۲۳۵. گزینه ۲**

اگر در حجم ثابت، یک سیم را بکشیم تا طول آن افزایش یابد، مقاومت الکتریکی با مربع طول نسبت مستقیم دارد. به اثبات زیر توجه کنید:

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow{\text{جنس سیم ثابت }(\rho\text{ ثابت})}$$

$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{L_2}{L_1}\times\frac{A_1}{A_2}\ (1)$$

حجم سیم در دو حالت ثابت: $V_1=V_2\Rightarrow A_1L_1=A_2L_2$

$$\Rightarrow\frac{L_2}{L_1}=\frac{A_1}{A_2}\ (2)$$

$$(1),(2)\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=\left(\frac{L_2}{L_1}\right)\times\frac{A_1}{A_2}=\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2$$

$$\frac{R_2}{R_1}=\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2\Rightarrow16=\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2\Rightarrow\frac{L_2}{L_1}=4$$

$$\xrightarrow{L_1=10cm}\frac{L_2}{10}=4\Rightarrow L_2=40cm$$

**۲۳۶. گزینه ۱**

جرم واحد طول: $\mu=\frac{m}{L}\Rightarrow\frac{\mu'}{\mu}=\frac{m'}{m}\times\frac{L}{L'}$

$$\xrightarrow[m'=m]{\mu'=\mu-0/2\mu=0/8\mu}0/8=\frac{L}{L'}\Rightarrow\frac{L'}{L}=\frac{5}{4}$$

چگالی: $\rho=\frac{m}{V}\xrightarrow[m'=m]{\rho'=\rho\ ,\ V=AL}AL=A'L'$

$$\Rightarrow\frac{L'}{L}=\frac{A}{A'}\quad(*)$$

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow{\text{مقاومت ویژه: }\rho'=\rho}\frac{R'}{R}=\frac{L'}{L}\times\frac{A}{A'}$$

$$\xrightarrow{(*)}\frac{R'}{R}=(\frac{L'}{L})^2\xrightarrow{\frac{L'}{L}=\frac{5}{4}}\frac{R'}{R}=\frac{25}{16}$$

**۲۳۷. گزینه ۳**

جرم و در نتیجه حجم سیم ثابت است، بنابراین:

$$\text{حجم سیم}=V':V_1'=V_2'\Rightarrow A_1L_1=A_2L_2$$

$$\Rightarrow\frac{L_2}{L_1}=\frac{A_1}{A_2}\Rightarrow\frac{L_2}{L_1}=(\frac{D_1}{D_2})^2\Rightarrow\frac{L_2}{L_1}=\frac{1}{4}$$

بنابراین برای مقاومت الکتریکی سیم داریم:

$$R=\rho\frac{L}{A}\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=\frac{L_2}{L_1}\times\frac{A_1}{A_2}=(\frac{L_2}{L_1})^2\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=\frac{1}{16}$$

برای محاسبهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر سیم، طبق قانون اهم، داریم:

$$V=IR\Rightarrow\frac{V_2}{V_1}=\frac{I_2}{I_1}\times\frac{R_2}{R_1}$$

$$\Rightarrow\frac{V_2}{V_1}=\frac{1}{2}\times\frac{1}{16}\Rightarrow\frac{V_2}{V_1}=\frac{1}{32}$$

**۲۳۸. گزینه ۱**

چگالی: $\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow8\times10^3=\frac{20}{V}\Rightarrow V=\frac{1}{400}m^3$

$$V=A.L\Rightarrow\frac{1}{400}=5\times10^{-6}L\Rightarrow L=500m$$

$$R=\rho\frac{L}{A}=2\times10^{-8}\times\frac{500}{5\times10^{-6}}\Rightarrow R=2\Omega$$

**۲۳۹. گزینه ۲**

ابتدا با استفاده از رابطهٔ قانون اهم، مقاومت الکتریکی سیم را به دست می‌آوریم، داریم:

$$R=\frac{V}{I}\xrightarrow[I=1/2A]{V=3V}R=\frac{3}{1/2}=2/5\Omega$$

از سوی دیگر، طبق تعریف چگالی می‌توان نوشت:

$$\rho'=\frac{m}{V}\xrightarrow{V=AL}\rho'=\frac{m}{AL}$$

$$\xrightarrow[L=25m]{\rho'=8\frac{g}{cm^3}=8\times10^3\frac{kg}{m^3}}8\times10^3=\frac{m}{A\times25}$$

$$\Rightarrow A=\frac{m}{25\times8\times10^3}\Rightarrow A=\frac{m}{2\times10^5}(m^2)$$

اکنون به کمک رابطهٔ بین مقاومت الکتریکی رسانا و ساختمان آن، داریم:

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow[L=25m\ ,\ A=\frac{m}{2\times10^5}(m^2)]{R=2/5\Omega\ ,\ \rho=1/8\times10^{-8}\Omega m}$$

$$2/5=(1/8\times10^{-8})\times\frac{25}{\frac{m}{2\times10^5}}$$

$$\Rightarrow2/5=\frac{(1/8\times10^{-8})\times25\times(2\times10^5)}{m}\Rightarrow m=\frac{0/09}{2/5}$$

$$\Rightarrow m=0/036kg$$

$$\xrightarrow{\text{تبدیل یکا}}m=0/036kg\times\frac{10^3g}{1\ kg}=36g$$

۲۴۰. گزینه ۲

با توجه به رابطهٔ چگالی داریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V\xrightarrow{V=AL}m=\rho AL$$

$$\frac{m_A}{m_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{A_A}{A_B}\times\frac{L_A}{L_B}$$

$$\xrightarrow[\rho_B=2\rho_A]{L_A=L_B\ ,\ m_A=2m_B}\frac{2}{1}=\frac{1}{2}\times\frac{A_A}{A_B}\Rightarrow\frac{A_A}{A_B}=4$$

$$\Rightarrow A_B=\frac{1}{4}A_A$$

برای مقایسهٔ مقاومت دو رسانا، داریم:

$$R=\frac{\rho L}{A}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times\frac{A_B}{A_A}$$

$$\xrightarrow[A_B=\frac{1}{4}A_A]{\rho_A=\rho_B\ ,\ L_A=L_B}\frac{R_A}{R_B}=1\times1\times\frac{1}{4}=\frac{1}{4}$$

۲۴۱. گزینه ۱

طبق رابطهٔ بین مقاومت الکتریکی و ساختمان آن در دمای ثابت، داریم:

$$R_{Al}=R_{Cu}\Rightarrow\rho_{Al}\frac{L_{Al}}{A_{Al}}=\rho_{Cu}\frac{L_{Cu}}{A_{Cu}}$$

$$\xrightarrow{L_{Al}=L_{Cu}}\frac{A_{Cu}}{A_{Al}}=\frac{\rho_{Cu}}{\rho_{Al}}$$

$$\xrightarrow{\rho_{Cu}=\frac{1}{2}\rho_{Al}}\frac{A_{Cu}}{A_{Al}}=\frac{1}{2}$$

از سوی دیگر، طبق تعریف چگالی، داریم:

$$\rho'=\frac{m}{V}\xrightarrow{V=AL}\rho'=\frac{m}{AL}$$

$$\Rightarrow\frac{\rho'_{Al}}{\rho'_{Cu}}=\frac{m_{Al}}{m_{Cu}}\times\frac{A_{Cu}}{A_{Al}}\times\frac{L_{Cu}}{L_{Al}}$$

$$\xrightarrow[\frac{A_{Cu}}{A_{Al}}=\frac{1}{2}\ ,\ L_{Cu}=L_{Al}]{\rho'_{Al}=2/7\frac{g}{cm^3}\ ,\ \rho'_{Cu}=9\frac{g}{cm^3}}\frac{2/7}{9}=\frac{m_{Al}}{m_{Cu}}\times\frac{1}{2}\times1$$

$$\Rightarrow\frac{m_{Al}}{m_{Cu}}=\frac{2\times2/7}{9}=\frac{3}{5}$$

۲۴۲. گزینه ۴

طبق رابطهٔ بین مقاومت الکتریکی و ساختمان آن در دمای ثابت، داریم:

$$R_A=R_B\Rightarrow\rho_A\frac{L_A}{A_A}=\rho_B\frac{L_B}{A_B}$$

$$\xrightarrow{L_A=L_B}\frac{\rho_B}{\rho_A}=\frac{A_B}{A_A}\quad(1)$$

از طرفی چون رابطهٔ چگالی B و A به‌صورت $\rho'_B=\frac{1}{3}\rho'_A$ داده شده، داریم:

$$\frac{m_B}{A_BL_B}=\frac{1}{3}\frac{m_A}{A_AL_A}\xrightarrow[m_B=\frac{2}{3}m_A]{L_A=L_B}\frac{\frac{2}{3}m_A}{A_B}=\frac{m_A}{3A_A}$$

$$\Rightarrow\frac{A_B}{A_A}=2\quad(2)$$

با مقایسهٔ دو رابطهٔ (۱) و (۲) داریم:

$$\xrightarrow{(2)\ ,\ (1)}\frac{\rho_B}{\rho_A}=2$$

## اثر دما بر مقاومت الکتریکی

۲۴۳. گزینه ۴

هر چه دمای فلز بیش‌تر باشد، مقاومت الکتریکی آن بیش‌تر است. لذا چون دمای رشتهٔ فلزی لامپ روشن بیش‌تر از لامپ خاموش است، پس مقاومت الکتریکی لامپ روشن بیش‌تر است.

۲۴۴. گزینه ۴

چون هنگام روشن بودن لامپ، دمای رشتهٔ تنگستن (که یک رسانای فلزی می‌باشد) بیش‌تر از حالتی است که لامپ خاموش است، مقاومت الکتریکی‌اش نیز بیش‌تر از حالت خاموش خواهد بود.

۲۴۵. گزینه ۳

ژرمانیم یک نیم‌رساناست که با افزایش دما، مقاومت الکتریکی آن کاهش می‌یابد. ضمناً توجه داشته باشید که مس و تنگستن، رسانای فلزی بوده و قلع، یک آبَر رساناست.

۲۴۶. گزینه ۲

در ابررساناها (مانند جیوه)، با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت کرده و در دماهای پایین‌تر، هم‌چنان صفر می‌ماند.

## رئوستا

۲۴۷. گزینه ۳

پتانسیومتر وسیله‌ای است با مقاومت متغیر که برای تنظیم و کنترل جریان در مدارهای الکترونیکی به کار می‌رود.

۲۴۸. گزینه ۲

اساس کار تغییر مقاومت در رئوستاها، تغییر طول آن‌ها است. این کار توسط دکمهٔ لغزندهٔ روی رئوستا انجام می‌شود.

## مقاومت‌های ترکیبی

۲۴۹. گزینه ۴

طبق رابطهٔ مقاومت‌های کربنی، داریم:

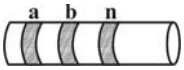
$$R=\overline{ab}\times10^n$$

$$a=2,b=2,n=6$$

$$R=22\times10^6=2/2\times10^7\Omega$$

۲۵۰. گزینه ۱

مقاومت یک مقاومت کربنی (با توجه به عدد مربوط به سه رنگ) از رابطهٔ $R=\overline{ab}\times10^n$ به دست می‌آید، که a، b و n مطابق شکل و با توجه به جدول معلوم می‌شود.




$$R=32\times10^6=\overline{ab}\times10^n\begin{cases}a=3 & \text{نارنجی}\\ b=2 & \text{قرمز}\\ n=6 & \text{آبی}\end{cases}.$$