



فیزیک ۲ یازدهم تجربی

مجموعه 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 سؤال‌ها

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

۶ مفهوم کلیدی

جریان الکتریکی

جریان الکتریکی - نمونه برقراری جریان الکتریکی در مدار - جهت قراردادی جریان الکتریکی -
مماسبه جریان الکتریکی متوسط - جریان مستقیم - آمپر ساعت

جریان الکتریکی

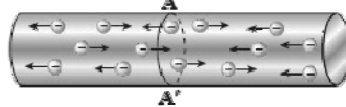


✓ نمونه برقراری جریان الکتریکی در مدار

هر چند جریان الکتریکی ناشی از شارش (انتقال) بارهای الکتریکی متحرک از یک ناحیه به ناحیه دیگر است ولی هر مجموعه‌ای از بارهای الکتریکی متحرک، لزوماً جریان الکتریکی ایجاد نمی‌کند. در واقع، برای این که جریان الکتریکی داشته باشیم، باید یک شارش خالص بار از یک سطح معین بگذرد که برای این منظور نیاز به یک مولد الکتریکی (مثل باتری) داریم تا با ایجاد یک میدان الکتریکی، بارهای الکتریکی را در راستای معینی 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 مرتبه $10^6 \frac{m}{s}$ به طور کاتوره‌ای در همه جهت‌ها حرکت می‌کنند و بنابراین، هیچ شارش خالص باری از مقطعی معین نداریم.



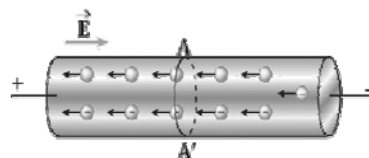
در نبود اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سر رسانا، شارش بار خالصی از مقطع معین AA' رسانا نداریم.

همه نقاط رسانایی منزوی که به تعادل الکتروستاتیکی رسیده است، صرف‌نظر از این که 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 فلزی معمولاً کم‌تر از $1 \frac{mm}{s}$ 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.

✓ مماسه جریان الكتریکی متوسط

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

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

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

نکته ۱: اگر در رابطه $\Delta q = I(\Delta t)$ ، یکای شدت جریان را آمپر (A) و یکای زمان را ساعت (h) در نظر بگیریم، یکای بار

الكتریکی آمپر - ساعت (A.h) می‌شود. باتری خودروها و گوشی‌های همراه به ترتیب با آمپر - ساعت و میلی‌آمپر -

ساعت آن‌ها مشخص می‌شود و هر چه آمپر - ساعت یک باتری بیشتر باشد، حداکثر باری که باتری می‌تواند از مدار

$$1 \text{ A.h} = 3600 \text{ C}$$

عبور دهد تا به طور ایمن تخلیه شود، بیشتر است.

برخی از مقادیر تقریبی جریان‌های متداول عبارتند از: ۱A برای لامپ‌های ۱۰۰W، ۲۰۰A برای استارت خودرو، ۱mA برای

تأمین انرژی نمایشگر گوشی همراه، ۱nA برای جریان نوروهای مغزی، ۱۰kA در یک یورش آذرخش نوعی و ۱GA در

بادهای خورشیدی.

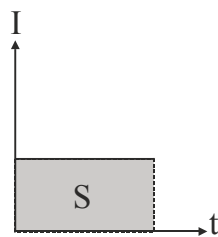
نکته ۲: تعداد الکترون‌هایی (n) که در یک مدت معین (Δt)، هنگام عبور جریان ثابت (I) از هر مقطع مدار می‌گذرند،

برابر است با:

$$\begin{cases} \Delta q = I(\Delta t) \\ \Rightarrow ne = I(\Delta t) \Rightarrow n = \frac{I(\Delta t)}{e} \quad (e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}) \\ \Delta q = ne \end{cases}$$

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.



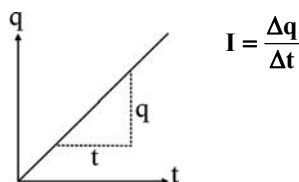
نکته ۳: مساحت سطح محصور بین نمودار جریان بر حسب زمان ($I-t$) و محور زمان، بیانگر بار

شارش شده در مدار است.

$$q = S(I-t)$$

نکته ۴: نمودار بار الكتریکی بر حسب زمان ($q-t$) برای جریان مستقیم، خط راستی است که شیب آن بیانگر اندازه شدت

جریان (I) است.



جریان مستقیم: به جریانی الكتریکی که در آن جهت جریان با زمان تغییر نکرده و مقدار جریان ثابت می‌ماند، جریان مستقیم

گفته می‌شود.

جریان الکتریکی

نحوه برقراری جریان الکتریکی در مدار

۱۸۵. کدام گزینه صحیح نیست؟

(صفحه‌های ۴۰ و ۴۱ کتاب درسی) (آزمون کانون ۵ آذر ۹۵)

- ① جریان الکتریکی در یک رسانا ناشی از شارش بارهای متحرک آن است، ولی هر بار متحرکی جریان ایجاد نمی‌کند.
- ② بزرگی سرعت حرکت کاتوره‌های الکترون‌های آزاد در یک سیم مسی از مرتبه $10^6 \frac{m}{s}$ است.
- ③ چنانچه میدان الکتریکی به یک قطعه فلزی اعمال کنیم، حرکت کاتوره‌های الکترون‌ها متوقف شده و الکترون‌ها با سرعت سوق حرکت می‌کنند که موجب جریان الکتریکی در رسانا می‌شود.
- ④ 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 درباره مفهوم سرعت سوق صحیح است؟

(شکل ۲ - ۷ و فعالیت ۲ - ۱ کتاب درسی) (آزمون کانون ۲۱ اسفند ۹۴)

- ① جهت سرعت سوق که باعث برقراری جریان الکتریکی در رسانا می‌گردد، در جهت میدان الکتریکی اعمالی است.
- ② در یک رسانا که در تعادل الکتروستاتیکی است، حرکت الکترون‌های آزاد با سرعت سوق و به صورت کاتوره‌ای رخ می‌دهد.
- ③ اندازه سرعت سوق در یک رسانای فلزی معمولاً بسیار اندک و به کندی سرعت حرکت یک حلزون است.
- ④ همه 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)

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| ① زیگ‌زاگ - در خلاف جهت هم | ② مستقیم - هم جهت با هم |
| ③ زیگ‌زاگ - هم جهت با هم | ④ مستقیم - در خلاف جهت هم |

محاسبه جریان الکتریکی متوسط

۱۸۸. مرتبه بزرگی جریان الکتریکی متداول کدام یک از موارد زیر، از بقیه کوچک‌تر است؟

(صفحه ۴۱ کتاب درسی)

- ① استارت خودرو
 - ② جریان نورون‌های مغزی
 - ③ بادهای خورشیدی
 - ④ نمایشگر گوشی همراه
۱۸۹. از یک سیم رسانا جریان ۵A عبور می‌کند. مدت زمانی که طول می‌کشد تا ۸C بار الکتریکی از مقطع سیم عبور کند، چند ثانیه است؟

- | | | | |
|---------|-------|------|-------|
| ① ۰/۶۲۵ | ② ۱/۶ | ③ ۴۰ | ④ ۶۲۵ |
|---------|-------|------|-------|

۱۹۰. دو کره رسانای مشابه A و B روی پایه‌های عایق قرار داشته و به ترتیب 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؟

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① ۲ | ② ۱ | ③ ۴ | ④ ۳ |
|-----|-----|-----|-----|



۱۹۱. از مقطع سیمی در مدت زمان $\Delta t = 20 \mu\text{s}$ تعداد 5×10^{13} الکترون عبور می‌کند. جریان الکتریکی متوسط عبوری از این سیم در مدت زمان

Δt ، چند میلی‌آمپر است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{C}$) (مکمل مثال ۱-۲ «الف» کتاب درسی) (آزمون کانون ۷ فروردین ۹۵)

- ① 4×10^2 ② 4×10^3
 ③ 4×10^{-1} ④ 4×10^{-3}

۱۹۲. با توجه به این که بار الکتریکی هر الکترون برابر $1/6 \times 10^{-19}$ 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 ۱-۲ «الف» کتاب درسی) (سراسری تجربی ۷۴)

- ① $6/02 \times 10^{23}$ ② $1/6 \times 10^{19}$
 ③ $\frac{1}{1/6} \times 10^{19}$ ④ ۹۶۵۰۰

۱۹۳. در هر ۲ دقیقه از سیمی که در آن شدت جریان ثابت ۱۶ میلی‌آمپر جریان دارد، چند الکترون عبور می‌کند؟

(مکمل مثال ۱-۲ «الف» کتاب درسی) (آزمون کانون ۶ اسفند ۹۵) ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{C}$)

- ① $1/2 \times 10^{19}$ ② $1/6 \times 10^{19}$ ③ $1/6 \times 10^{18}$ ④ $2/4 \times 10^{19}$

۱۹۴. آمپر ساعت واحد کدام یک از کمیت‌های زیر است؟ (مشابه تمرین ۱-۲ 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 اولیه ذخیره شده در این باتری، چند میلی‌آمپر - ساعت است؟

(مرتبط با مثال ۱-۲ «الف» و تمرین ۱-۲ کتاب درسی)

- ① ۰/۲ ② ۲۰۰
 ③ ۲۰۰۰۰۰ ④ اطلاعات مسأله کافی نیست.

۱۹۶. در یک پدیده باد خورشیدی ۳ تراژول انرژی تحت اختلاف پتانسیل یک میلیون ولت در بازه زمانی ۵ میلی‌ثانیه آزاد می‌شود. جریان

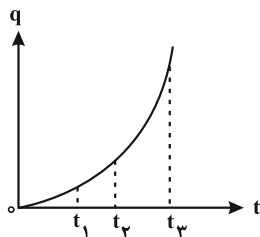
الکتریکی متوسط این باد خورشیدی چند گیگاآمپر است؟

(مرتبط با مثال ۱-۲ «ب» و مشابه مسأله ۴ صفحه ۶۲ کتاب درسی)

- ① ۰/۰۶ ② ۰/۶ ③ ۶ ④ ۶۰

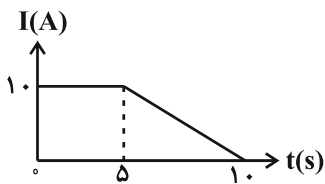
۱۹۷. نمودار بار الکتریکی شارش شده از یک رسانا بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. شدت جریان متوسط عبوری از رسانا در کدام بازه

زمانی بیش‌تر است؟ (صفحه‌های ۴۱ و ۴۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۲۱ آبان ۹۵)



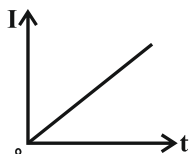
- ① ۰ تا t_1 ② t_1 تا t_2
 ③ t_2 تا t_3 ④ ۰ تا t_3

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



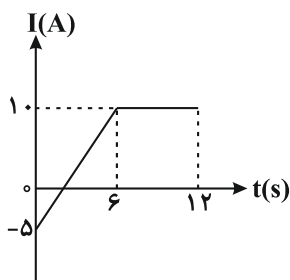
- ① ۵
② ۷/۵
③ ۱۰
④ ۱۲/۵

۱۹۹. نمودار جریان عبوری از یک سیم بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. نسبت بار عبوری از هر مقطع سیم در دو ثانیه سوم چند برابر بار عبوری از هر مقطع سیم در دو ثانیه 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 فاصله 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. معادله بار شارش شده از هر مقطع یک رسانا بر حسب زمان در SI به صورت $q = t^2 + t$ است. جریان الکتریکی متوسط در ثانیه سوم چند برابر جریان الکتریکی متوسط در ۳ ثانیه اول است؟

(صفحه‌های ۴۱ و ۴۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۸ بهمن ۹۵ (با اندکی تغییر))

- ① ۱
② ۳/۲
③ ۱/۲
④ ۲/۳

۵ مفهوم کلیدی

مقاومت الکتریکی و قانون اهم

مقاومت الکتریکی - قانون اهم - رسانای اهمی - اختلاف پتانسیل الکتریکی - شدت جریان



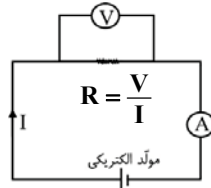
مقاومت الکتریکی و قانون اهم

✓ 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، رابطه مستقیم دارد. به عبارت دیگر، در دمای ثابت، نسبت اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک رسانا (V) به شدت جریانی که از آن می‌گذرد (I)، یعنی مقاومت الکتریکی رسانا (R) همواره مقدار ثابتی است. به وسیله‌هایی که از قانون اهم پیروی می‌کنند، مقاومت یا رسانای اهمی گفته می‌شود.

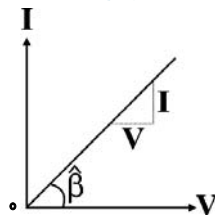


یکای مقاومت الکتریکی، ولت بر آمپر ($\frac{V}{A}$) است که به پاس خدمات علمی «جرج سیمون اهم»، اهم نامیده شده و با نماد Ω نشان داده می‌شود.

نکته ۱: اندازه مقاومت الکتریکی یک مقاومت یا رسانای اهمی 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 (شدت جریان الکتریکی عبوری از رسانا)، تغییر نمی‌کند.

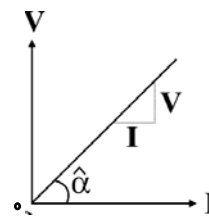
نکته ۲: در مورد اجسامی که از قانون اهم تبعیت می‌کنند، یعنی در دمای ثابت جریان الکتریکی عبوری از آن‌ها تابعی خطی از اختلاف پتانسیل الکتریکی است، نمودارهای ولتاژ-جریان به صورت خط راست هستند. داریم:

(الف) نمودار $V-I$:



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

(ب) نمودار $I-V$:



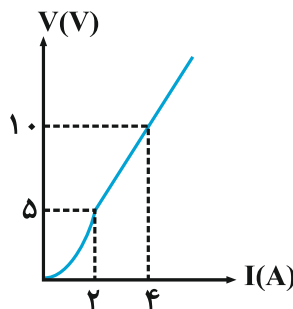
$$V = RI \Rightarrow \text{شیب نمودار} = \tan \hat{\alpha} = \frac{V}{I} = R$$

قانون اهم 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، اما بنا به دلایل تاریخی، هم‌چنان از آن به عنوان «قانون» یاد می‌شود.

۲۰۲. یک لامپ معمولی کوچک که رشته فیلامان درون آن رسانایی اهمی است، از یک باتری کتابی ۹ ولتی، جریانی برابر با $0/18$ آمپر می‌کشد. اگر باتری ضعیف شده و ولتاژ آن به اندازه ۳ ولت کاهش یابد، جریان الکتریکی عبوری از لامپ نسبت به حالت قبل ... آمپر می‌یابد.

- ① $0/12$ - کاهش
② $0/06$ - افزایش
③ $0/06$ - کاهش
④ $0/12$ - افزایش

۲۰۳. در یک آزمایش، نمودار ولتاژ برحسب جریان برای یک وسیله به صورت زیر به دست آمده است. در محدوده جریان الکتریکی رفتار این وسیله از قانون اهم پیروی می‌کند و در این محدوده، مقاومت الکتریکی وسیله برابر با اهم است.



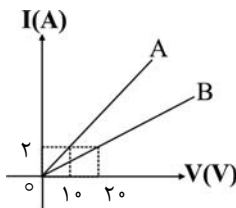
(مشابه مسأله ۵ صفحه ۶۲ کتاب درسی)

- ① $2A - 2/5$
② $2A$ تا $4A - 3/75$
③ $2A - 5$
④ $2A$ تا $4A - 2/5$

۲۰۴. سیمی به مقاومت 3Ω را به اختلاف پتانسیل $12V$ وصل می‌کنیم. در هر دقیقه چند الکترون از هر مقطع این سیم عبور می‌کند؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

- ① 16×10^{19}
② 16×10^{20}
③ 15×10^{19}
④ 15×10^{20}

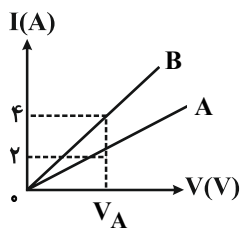
۲۰۵. نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت A و B برحسب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت A و B مطابق شکل زیر است. مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟



- ① ۲
② ۵
③ $1/2$
④ $1/5$

۲۰۶. در شکل زیر، نمودار تغییر جریان با تغییرات ولتاژ برای دو مقاومت A و B در یک محور مختصات رسم شده است. نسبت $\frac{R_A}{R_B}$

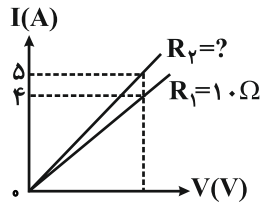
(مرتبط با مسأله ۶ صفحه ۶۲ کتاب درسی) (سراسری تجربی ۷۴)



- کدام است؟
① ۴
② ۲
③ $1/2$
④ $1/4$

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 مسأله ۶ صفحه ۶۲ کتاب درسی) (آزاد ریاضی ۷۸)



① ۱۲/۵

② ۸

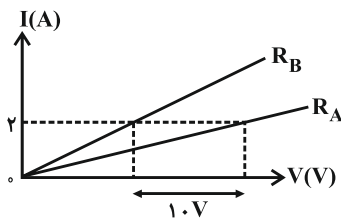
③ ۴

④ ۲

۲۰۸. نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت مجزای R_A و $R_B = 12\Omega$ بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آنها مطابق شکل زیر

است. مقاومت الکتریکی A چند اهم است؟ (دما ثابت فرض شود.)

(مکمل مسأله ۶ صفحه ۶۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۷ فروردین ۹۶)



① ۵

② ۷

③ ۱۷

④ اطلاعات مسأله کافی نیست.

(صفحه ۴۳ کتاب درسی) (سراسری خارج کشور هنر ۹۴)

۲۰۹. «اهم آمپر» معادل با کدام است؟

② ژول بر ثانیه

① نیوتون متر

④ ژول بر کولن

③ وات ثانیه

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)

② ۲۰٪ افزایش می‌یابد.

① ۲۵٪ افزایش می‌یابد.

④ ۲۵٪ کاهش می‌یابد.

③ ۲۰٪ کاهش می‌یابد.

۲۱۱. اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا را ۲۰ درصد و مقاومت رسانا را 5Ω افزایش دهیم، شدت جریان الکتریکی عبوری از آن ۶۰

درصد کاهش می‌یابد. مقاومت اولیه رسانا چند اهم است؟ (دما ثابت است.)

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

② ۲/۵

① ۵

④ ۱۵

③ ۱۰

۹ مفهوم کلیدی

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی (رساناها در دمای ثابت - مقاومت ویژه - اثر دما بر مقاومت الکتریکی - رنوستا - مقاومت ترکیبی - کدگذاری رنگی مقاومت‌های کربنی - ترمیستور - مقاومت نوری - دیود



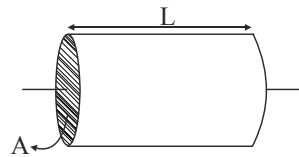
عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

✓ عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی (رساناهای اهمی در دمای ثابت)

آزمایش‌ها و محاسبات نظری نشان می‌دهند که مقاومت الکتریکی یک رسانای اهمی 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) رابطه مستقیم و با مساحت مقطع آن (A) رابطه عکس دارد و می‌توان نوشت:

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

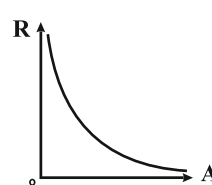
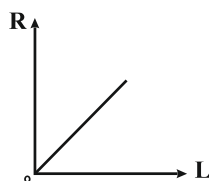
ρ (متر) \rightarrow $\Omega \cdot m$ (مترمربع) \rightarrow $\Omega \cdot m^2$ (متر) \rightarrow Ω (اهم)



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

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

نکته ۲: در دمای ثابت، نمودارهای مقاومت الکتریکی یک رسانای اهمی بر حسب طول یا سطح مقطع آن به صورت زیر



هستند:

نکته ۳: برای مقایسه مقاومت‌های الکتریکی دو رسانای اهمی (یا یک رسانای اهمی در دو حالت مجزا) می‌توان نوشت:

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

(دمای رساناهای اهمی یکسان است.)

با توجه به این که در سیم‌هایی با مقطع دایروی به قطر D ، مساحت مقطع از رابطه $A = \pi \frac{D^2}{4}$ به دست می‌آید، برای مقایسه

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

مقاومت‌های الکتریکی خواهیم داشت:

نکته ۴: با توجه به رابطه 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.

$$m_1 = m_2 \xrightarrow{m = \rho'V} V_1 = V_2 \xrightarrow{V = AL} A_1 L_1 = A_2 L_2 \rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

ρ' (چگالی) ثابت است.

نکته ۵: اگر سیمی به مقاومت الکتریکی R را بکشیم تا بدون تغییر جرم طولش n برابر شود، مقاومت الکتریکی این سیم

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

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

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{\text{جنس سیم تغییر نمی‌کند. } (\rho_1 = \rho_2)} \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4 = n^4 \quad \text{این سیم } n^4 \text{ برابر می‌شود.}$$

✓ 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 ابر رسانایی می‌گویند.

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی رساناهای اهمی در دمای ثابت

۲۱۲. طول سیمی 120 سانتی‌متر و سطح مقطع آن 0.42 میلی‌متر مربع و مقاومت ویژه آن $1/68 \times 10^{-8} \Omega m$ است. مقاومت

الکتریکی این سیم چند اهم است؟ (مشابه مثال ۲-۳، تمرین ۲-۲ و مسأله ۸ صفحه ۶۲ کتاب درسی)

- ① 0.48 ② 0.48 ③ $4/8$ ④ 48

۲۱۳. دو سیم مسی A و B به ترتیب دارای قطرهای 0.16 cm و 0.20 cm هستند. در این صورت، مقاومت الکتریکی 1920 متر از

سیم A ، ... اهم ... از مقاومت الکتریکی 3600 متر از سیم B است. ($\pi = 3$ و $1/7 \times 10^{-8} \Omega m = \rho$ مس)

(مشابه مثال ۲-۳، تمرین ۲-۲ و مسأله ۸ صفحه ۶۲ کتاب درسی)

- ① $20/995$ - بزرگ‌تر ② $3/4$ - بزرگ‌تر

- ③ $20/995$ - کوچک‌تر ④ $3/4$ - کوچک‌تر

۲۱۴. پیچ‌های از 100 دور سیم مسی به قطر مقطع 2 mm تشکیل شده که به صورت یک لایه دور استوانه‌ای به شعاع 10 سانتی‌متر

پیچیده شده است. مقاومت الکتریکی سیم پیچیده شده تقریباً چند اهم است؟ ($1/7 \times 10^{-8} \Omega m = \rho$ مس)

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

- ① 0.17 ② 0.34 ③ 17 ④ 34

۲۱۵. چند حلقه از سیم رسانایی به قطر 2 mm را باید دور استوانه‌ای به شعاع 5 cm بپیچیم تا مقاومت کل سیم 20 اهم شود؟ (مقاومت

ویژه رسانا $10^{-6} \Omega m$ است)

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

- ① 100 ② 200 ③ 300 ④ 400



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

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

$$\begin{aligned} & R_A = 2R_C \text{ و } R_C = 2R_B \quad (1) \\ & R_B = 6R_A \text{ و } R_A = 3R_C \quad (2) \\ & R_A = 2R_C \text{ و } R_B = 2R_C \quad (3) \\ & R_A = 6R_B \text{ و } R_C = 3R_A \quad (4) \end{aligned}$$

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؟

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \quad (1) \\ & 2 \quad (2) \\ & 4 \quad (3) \\ & 8 \quad (4) \end{aligned}$$

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 5Ω باشد، مقاومت سیم B چند اهم می‌باشد؟

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

$$\begin{aligned} & 5 \quad (1) \\ & 10 \quad (2) \\ & 40 \quad (3) \\ & 80 \quad (4) \end{aligned}$$

۲۱۹. مقاومت ویژه دو سیم هم‌طول، ρ_1 و ρ_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)

$$\begin{aligned} & \frac{\rho_1 D_2}{\rho_2 D_1} \quad (1) \\ & \frac{\rho_2 D_2}{\rho_1 D_1} \quad (2) \\ & \frac{\rho_1 D_1^2}{\rho_2 D_2^2} \quad (3) \\ & \frac{\rho_2 D_1^2}{\rho_1 D_2^2} \quad (4) \end{aligned}$$

۲۲۰. مقاومت ویژه فلز B سه برابر مقاومت ویژه 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؟

$$\begin{aligned} & \frac{2}{3} \quad (1) \\ & \frac{3}{2} \quad (2) \\ & \frac{3}{4} \quad (3) \\ & \frac{4}{3} \quad (4) \end{aligned}$$

۲۲۱. مقاومت ویژه سیم A، ۳ برابر مقاومت ویژه 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؟

$$\begin{aligned} & \sqrt{3} \quad (1) \\ & 3 \quad (2) \\ & \frac{\sqrt{3}}{3} \quad (3) \\ & 9 \quad (4) \end{aligned}$$

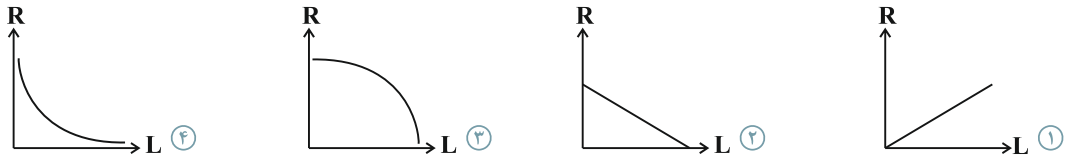
۲۲۲. ابعاد یک مکعب مستطیل فلزی ۱، ۲ و ۴ سانتی‌متر است. این مکعب مستطیل را می‌توان از هر یک از دو وجه موازی آن در مدار قرار داد. نسبت بزرگ‌ترین مقاومت به کوچک‌ترین مقاومت آن چند است؟

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

$$\begin{aligned} & 4 \quad (1) \\ & 8 \quad (2) \\ & 16 \quad (3) \\ & 24 \quad (4) \end{aligned}$$

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

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



۲۲۴. مقاومت کابل توپُر A به طول L_A و شعاع ۳mm برابر R_A می‌باشد و مقاومت کابل توخالی B به طول 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، کدام است $\frac{R_B}{R_A}$ ؟

(مشابه مسأله ۷ صفحه ۶۲ کتاب درسی) (آزمون کانون ۶ اسفند ۹۵)

$$\begin{aligned} & \frac{5}{9} \quad (1) \\ & \frac{9}{5} \quad (2) \\ & 3 \quad (3) \\ & \frac{1}{3} \quad (4) \end{aligned}$$

۲۲۵. طول سیمی از نیکروم (آلیاژی از نیکل و کروم) برابر 1m و سطح مقطع آن 1mm^2 است. هرگاه اختلاف پتانسیل اعمال شده بین دو سر آن $2/5\text{V}$ باشد، جریان 5A از آن می‌گذرد. مقاومت ویژه این سیم چند $\Omega\cdot\text{m}$ است؟

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

① $0/5 \times 10^{-6}$ ② $0/5 \times 10^{-7}$ ③ 5×10^{-4} ④ 2×10^{-6}

۲۲۶. دو سر سیمی به اختلاف پتانسیل ثابتی متصل است و در بازه زمانی معینی از هر مقطع آن تعداد n_1 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 بازه زمانی، تعداد n_2 الکترون از هر مقطع سیم عبور می‌کند. حاصل $\frac{n_1}{n_2}$ 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 $\frac{1}{2}$ ③ ۴ ④ $\frac{1}{4}$

۲۲۷. یک مکعب فلزی به ابعاد $3\text{cm} \times 4\text{cm} \times 5\text{cm}$ در اختیار داریم. آن را به گونه‌ای به یک اختلاف پتانسیل ثابت وصل می‌کنیم که جریان عبوری از آن بیشینه و برابر با 25A 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 l کدام است؟ (ρ مقاومت ویژه سیم است.)

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

① $\frac{\rho LV}{RA}$ ② $\frac{\rho l V}{RA}$ ③ $\frac{RA}{\rho l V}$ 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 $\frac{1}{\pi}$ ② $\frac{4}{\pi}$ ③ $(\frac{1}{\pi})^2$ ④ $(\frac{4}{\pi})^2$

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 $\frac{1}{16}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ ۱

۲۳۱. 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؟

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

① $2/5$ ② ۵ ③ $12/5$ ④ ۲۰

۲۳۲. حجم‌های مساوی از آهن و مس را به‌طور جداگانه به سیم‌های یکنواختی تبدیل کرده‌ایم. اگر طول سیم آهنی $1/5\text{m}$ و طول سیم مسی 3m باشد، مقاومت الکتریکی سیم آهنی چند برابر مقاومت الکتریکی سیم مسی است؟ (دما ثابت و یکسان است و مقاومت ویژه آهن، شش برابر مقاومت ویژه مس فرض شود.)

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

① ۳ ② $2/5$ ③ $1/5$ ④ ۱

۲۳۳. مقاومت الکتریکی یک سیم مسی R است. اگر با ثابت ماندن حجم، طول آن را 5 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 آن قدر می کشیم تا قطر آن به طور یکنواخت نصف شود. مقاومت الکتریکی این سیم چند برابر می شود؟

- ① ۱ ② ۴ ③ ۸ ④ ۱۶

۲۳۵. طول یک سیم فلزی 10^3 سانتی متر و قطر مقطع آن 2mm است. اگر سیم را از ابزاری عبور دهیم تا بدون تغییر جرم، مقاومت الکتریکی آن ۱۶ برابر شود، طول آن چند سانتی متر می شود؟

- ① $\frac{2}{5}$ ② ۴۰ ③ ۸۰ ④ ۱۶

۲۳۶. سیمی با طول مشخص را تحت کشش قرار می دهیم. اگر جرم واحد طول سیم 20% درصد کاهش یابد، مقاومت سیم چند برابر می شود؟

- ① $\frac{25}{16}$ ② $\frac{5}{4}$ ③ $\frac{36}{25}$ ④ $\frac{6}{5}$

۲۳۷. در دمای ثابت و با ثابت ماندن جرم یک سیم، قطر مقطع آن را ۲ برابر و جریان الکتریکی عبوری از آن را نصف می کنیم. اختلاف پتانسیل دو سر این سیم چند برابر می شود؟

- ① $\frac{1}{8}$ ② $\frac{1}{16}$ ③ $\frac{1}{32}$ ④ $\frac{1}{2}$

۲۳۸. با 20kg از یک رسانای فلزی به چگالی $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10^3 \times 8$ و مقاومت ویژه $10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \times 2$ ، سیمی به سطح مقطع 5mm^2 ساخته ایم. مقاومت الکتریکی این سیم چند اهم است؟

- ① ۲ ② ۱ ③ ۸ ④ ۵

۲۳۹. از سیمی به طول ۲۵ متر که اختلاف پتانسیل ۳ ولت در دو سر آن برقرار است، جریان $1/2$ آمپر عبور می کند. اگر مقاومت ویژه سیم $10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \times 1/8$ و چگالی آن $8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ باشد، جرم سیم چند گرم است؟

(صفحه های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری خارج کشور ریاضی ۹۶)

- ① ۱۸ ② ۳۶ ③ ۵۴ ④ 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.)

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

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

۲۴۱. دو سیم هم طول مسی و آلومینیومی، در یک دمای معین، دارای مقاومت الکتریکی مساوی اند. اگر چگالی مس و آلومینیوم به ترتیب $9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $2/7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و مقاومت ویژه مس $\frac{1}{4}$ برابر مقاومت ویژه آلومینیوم باشد، جرم سیم آلومینیومی چند برابر جرم سیم مسی است؟

- ① $\frac{3}{5}$ ② $\frac{4}{5}$ ③ $\frac{5}{4}$ ④ $\frac{5}{3}$

۲۴۲. دو سیم فلزی A و B دارای طول و مقاومت الکتریکی مساوی اند. 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؟

(صفحه های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی) (سراسری تجربی ۹۵)

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

۲۴۳. مقاومت الکتریکی یک لامپ معمولی در حالت:

۱) خاموش صفر است.

۲) روشن، کم‌تر از حالت خاموش است.

۳) مقاومت الکتریکی لامپ معمولی با رشته تنگستن:

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.

(صفحه ۴۵ کتاب درسی) (سراسری ریاضی ۷۳)

۱) خاموش و روشن یکسان است.

۲) روشن، بیش‌تر از حالت خاموش است.

(صفحه ۴۵ کتاب درسی) (سراسری تجربی ۹۴)

۱) پس از روشن شدن لامپ به صفر می‌رسد.

۲) هنگام روشن بودن بیش‌تر از هنگام خاموش بودن است.

(صفحه‌های ۴۵ و ۴۶ کتاب درسی)

۳) مقاومت الکتریکی کدام‌یک از مواد زیر، با افزایش دما، کاهش می‌یابد؟

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)

۱) جیوه - تدریجی

۲) جیوه - ناگهانی

۳) سیلیسیم - تدریجی

۴) سیلیسیم - ناگهانی

(صفحه ۴۵ کتاب درسی)

گزینه ۱. ۱۹۱

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

$$\Delta q = -ne \Rightarrow \Delta q = -(\Delta \times 10^{13}) \times (-1/6 \times 10^{-19})$$

$$= 8 \times 10^{-6} \text{ C}$$

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

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{8 \times 10^{-6}}{20 \times 10^{-6}} \Rightarrow I = 4 \times 10^{-1} \text{ A} = 4 \times 10^2 \text{ mA}$$

گزینه ۳. ۱۹۲

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

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

$$\frac{I=1 \text{ A}, \Delta t=1 \text{ s}}{e=1/6 \times 10^{-19} \text{ C}} \rightarrow n = \frac{1}{1/6} \times 10^{19}$$

گزینه ۱. ۱۹۳

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

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

$$\frac{I=16 \text{ mA}=16 \times 10^{-3} \text{ A}}{\Delta t=2 \text{ min}=2 \times 60=120 \text{ s}, e=1/6 \times 10^{-19} \text{ C}} \rightarrow n = \frac{(16 \times 10^{-3}) \times 120}{1/6 \times 10^{-19}}$$

$$\Rightarrow n = 1/2 \times 10^{19}$$

گزینه ۲. ۱۹۴

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 \times آمپر) یا (ثانیه \times آمپر) = یکای بار الکتریکی

گزینه ۲. ۱۹۵

با استفاده از رابطه جریان الکتریکی متوسط، داریم:

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

$$\frac{\Delta t=400 \text{ h}}{\bar{I}=500 \mu\text{A}=500 \times 10^{-6} \text{ A}} \rightarrow \Delta q = (500 \times 10^{-6}) \times 400$$

$$= 2 \times 10^{-1} \text{ Ah}$$

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

پاسخ‌نامه تشریحی فصل ۲ جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

جریان الکتریکی

نحوه برقراری جریان الکتریکی در مدار

گزینه ۳. ۱۸۵

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

گزینه ۳. ۱۸۶

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

گزینه ۱. ۱۸۷

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.

محاسبه جریان الکتریکی متوسط

گزینه ۲. ۱۸۸

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

گزینه ۲. ۱۸۹

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

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

گزینه ۲. ۱۹۰

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

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

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

$$\Delta q = 10 \text{ mC}$$

مطابق رابطه شدت جریان متوسط داریم:

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

ابتدا مقدار بار الکتریکی کل منتقل شده را محاسبه می‌نماییم:

$$W = q\Delta V \Rightarrow \text{انرژی آزاد شده} = q\Delta V = \text{کار خارجی}$$

$$3 \times 10^{12} = q \times 10^6 \Rightarrow q = 3 \times 10^6 \text{ C}$$

$$\Rightarrow q = 3 \times 10^6 \text{ C}$$

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

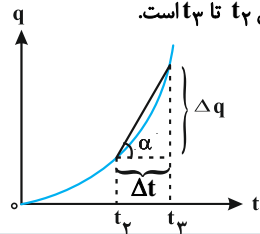
$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{3 \times 10^6 \text{ C}}{5 \times 10^{-3} \text{ s}} = 6 \times 10^8 \text{ A}$$

$$\Rightarrow \bar{I} = 0.6 \times 10^9 \text{ A} \xrightarrow{\text{تبدیل یکا}} \bar{I} = 0.6 \times 10^9 \text{ A} \times \frac{1 \text{ GA}}{10^9 \text{ A}}$$

$$\bar{I} = 0.6 \text{ GA}$$

طبق رابطه $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ ، 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.



می‌دانیم که مساحت بین نمودار جریان و محور زمان برابر با Δq است. بنابراین داریم:

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

و برای تعیین شدت جریان متوسط داریم:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{75}{10} \Rightarrow \bar{I} = 7.5 \text{ A}$$

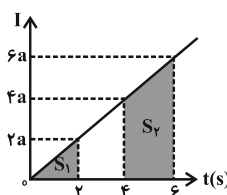
مساحت محصور بین نمودار

جریان - زمان و محور زمان برابر

با بار عبوری از هر مقطع رسانا

می‌باشد $(I = \frac{\Delta q}{\Delta t})$. چون نمودار

$I-t$ به صورت خط راستی است



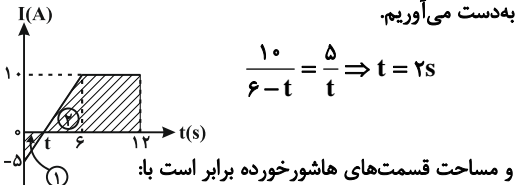
که از مبدأ عبور می‌کند، بنابراین معادله آن به صورت $I = at$ است.

$$S_1 = \Delta q_1 = \frac{0+2a}{2} \times 2 = 2a$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta q_2}{\Delta q_1} = \frac{10a}{2a} = 5$$

$$S_2 = \Delta q_2 = \frac{fa+6a}{2} \times 2 = 10a$$

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 به دست می‌آوریم.



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

و مساحت قسمت‌های هاشور خورده برابر است با:

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

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

$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2 = 75 \text{ C}$$

با استفاده از رابطه جریان متوسط، داریم:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{75}{12} = 6.25 \text{ A}$$

ثانیه سوم، بازه زمانی $t = 2 \text{ s}$ تا $t = 3 \text{ s}$ است. داریم:

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

از سوی دیگر، ۳ ثانیه اول، بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 3 \text{ s}$ است. داریم:

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

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

مقاومت الکتریکی و قانون اهم

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

$$R = \frac{V}{I} = \frac{9 \text{ V}}{0.18 \text{ A}} \Rightarrow R = \frac{9}{0.18} = 50 \Omega$$

با ضعیف شدن باتری، ولتاژ ثانویه آن

$$V' = V - 3 = 9 - 3 = 6 \text{ V}$$

بودن مقاومت الکتریکی رشته فیلامان، داریم:

$$R = \frac{V'}{I'} \Rightarrow I' = \frac{V'}{R} = \frac{6 \text{ V}}{50 \Omega} \Rightarrow I' = \frac{6}{50} = 0.12 \text{ A}$$

یعنی جریان الکتریکی عبوری از لامپ نسبت به حالت قبل به

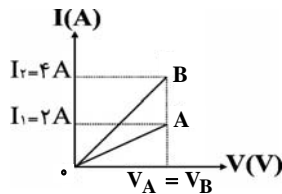
اندازه $0.06 = 0.12 - 0.18 = 0.06$ آمپر کاهش می‌یابد.

$$V_A = V_B \xrightarrow{V=IR} I_A R_A = I_B R_B$$

$$\frac{I_A = 2A}{I_B = 4A} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 2$$

توجه: چون شیب خط I بر حسب V، با عکس مقاومت متناسب است، هرچه اندازه مقاومت بیش تر باشد، شیب خط کم تر است.

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

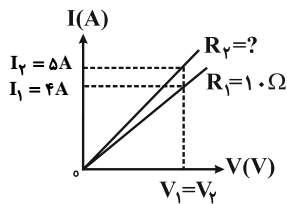


گزینه ۲ .۲۰۷

با توجه به نمودار، به ازای $V_1 = V_2$ ، شدت جریان مقاومت های R_1 و R_2 به ترتیب $I_1 = 4A$ و $I_2 = 8A$ می باشد، پس می توان نوشت:

$$V_1 = V_2 \xrightarrow{V=IR} I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$\frac{I_1 = 4A, I_2 = 8A}{R_1 = 10\Omega} \rightarrow 4 \times 10 = 8 \times R_2 \Rightarrow R_2 = 5\Omega$$



گزینه ۳ .۲۰۸

با استفاده از قانون اهم، می توان نوشت:

$$V_A = R_A I_A \Rightarrow V_A = 2R_A$$

$$V_B = R_B I_B \Rightarrow V_B = 12 \times 2 \Rightarrow V_B = 24V$$

از روی نمودار می توان مشاهده کرد:

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

گزینه ۴ .۲۰۹

اولاً: با استفاده از رابطه قانون اهم، داریم:

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

ثانیاً: به کمک رابطه محاسبه کار نیروی خارجی در یک میدان الکتریکی، می توان نوشت:

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

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

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

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

گزینه ۴ .۲۰۳

اولاً: در محدوده جریان الکتریکی ۲A تا ۴A، نمودار V-I خطی بوده و وسیله از قانون اهم پیروی می کند.

ثانیاً: در محدوده فوق و با استفاده از رابطه قانون اهم، داریم:

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{5}{2} = 2.5\Omega$$

گزینه ۴ .۲۰۴

بنا به قانون اهم داریم: $I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{12}{3} = 4A$ از سوی دیگر، با استفاده از تعریف شدت جریان، می توان نوشت:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow{I=4A} 4 = \frac{\Delta q}{60} \Rightarrow \Delta q = 240C$$

اکنون می توان تعداد الکترون های عبوری را محاسبه نمود:

$$\Delta q = ne \xrightarrow{\Delta q=240C} 240 = n \times (1.6 \times 10^{-19})$$

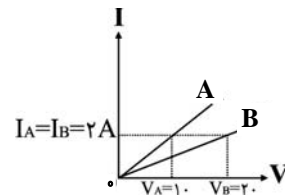
$$\Rightarrow n = \frac{240}{1.6 \times 10^{-19}} \Rightarrow n = 1.5 \times 10^{20} \text{ الکترون}$$

گزینه ۱ .۲۰۵

با توجه به شکل به ازای شدت جریان های یکسان، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ها، $V_A = 10V$ و $V_B = 20V$ می باشد. با توجه به قانون اهم می توان نوشت:

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

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



توجه کنید، در این سوال می توانستیم اندازه هر مقاومت را جداگانه تعیین کنیم:

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

$$I_B = 2A \text{ و } V_B = 20V \Rightarrow R_B = \frac{V_B}{I_B} = 10\Omega$$

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

گزینه ۲ .۲۰۶

با توجه به نمودار، به ازای $V_A = V_B$ ، شدت جریان مقاومت های R_A و R_B به ترتیب $I_A = 2A$ و $I_B = 4A$ می باشد، پس می توان نوشت:

$$\rho_B = 1/7 \times 10^{-8} \Omega m, L_B = 360 \text{ m}$$

$$\pi = 3, D_B = 0.2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$R_B = \frac{4 \times (1/7 \times 10^{-8}) \times 360}{3 \times (2 \times 10^{-3})^2} \Rightarrow R_B = 20 / 4 \Omega$$

همان گونه که ملاحظه می شود، مقاومت الکتریکی سیم A، به اندازه $20/4 - 17 = 3/4$ اهم از مقاومت الکتریکی سیم B کوچک تر است.

گزینه ۲ .۲۱۴

با توجه به تعداد دور سیم پیچ (N)، طول سیم (L) را محاسبه و سپس مقاومت آن را تعیین می کنیم:

$$L = N \times 2\pi R = 100 \times 2\pi \times 10 \times 10^{-2} = 20\pi \text{ m}$$

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

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{20\pi}{10^{-6} \pi} = 0.28 \Omega$$

گزینه ۲ .۲۱۵

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

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \frac{R = 20 \Omega}{\rho = 10^{-6} \Omega m, r = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

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

$$L = N \times 2\pi R$$

$$\frac{L = 20\pi \text{ (m)}}{R = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}} \rightarrow 20\pi = N \times 2\pi \times (5 \times 10^{-2})$$

$$\Rightarrow N = 200 \text{ دور}$$

گزینه ۱ .۲۱۶

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

مقاومت ها	ρ	L	A	$R = \rho \frac{L}{A}$
A	$1/5 \rho$	$2L$	A	$3 \frac{\rho L}{A}$
B	0.5ρ	L	A	$\frac{1}{2} \frac{\rho L}{A}$
C	ρ	L	A	$\frac{\rho L}{A}$

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

گزینه ۴ .۲۱۷

رابطه مقاومت الکتریکی یک سیم به صورت $R = \rho \frac{L}{A}$ است و از آن جا که مساحت مقطع سیم با مربع قطر آن نسبت مستقیم دارد، می توان نوشت:

گزینه ۱ .۲۱۰

R ثابت است، لذا با تغییر V، I نیز تغییر می کند.

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

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

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

یعنی جریان الکتریکی نیز ۲۵٪ افزایش می یابد.

گزینه ۲ .۲۱۱

با استفاده از رابطه $V = RI$ می توان نوشت:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1} \times \frac{I_2}{I_1} \rightarrow \frac{V_2 = 1/2 V_1, R_2 = (R_1 + \Delta) \Omega}{I_2 = 0.4 I_1}$$

$$\frac{1/2 V_1}{V_1} = \frac{R_1 + \Delta}{R_1} \times \frac{0.4 I_1}{I_1} \Rightarrow 3 = \frac{R_1 + \Delta}{R_1}$$

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

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی رساناهای اهمی در دمای ثابت

گزینه ۱ .۲۱۲

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

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \frac{\rho = 1/68 \times 10^{-8} \Omega m}{L = 120 \text{ cm} = 1/7 \text{ m}, A = 0.42 \text{ mm}^2 = 0.42 \times 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$R = (1/68 \times 10^{-8}) \times \frac{1/7}{0.42 \times 10^{-6}} \Rightarrow R = 0.048 \Omega$$

گزینه ۴ .۲۱۳

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

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

$$\rho_A = 1/7 \times 10^{-8} \Omega m, L_A = 1920 \text{ m}$$

$$\pi = 3, D_A = 0.16 \text{ cm} = 1/6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$R_A = \frac{4 \times (1/7 \times 10^{-8}) \times 1920}{3 \times (1/6 \times 10^{-3})^2} \Rightarrow R_A = 17 \Omega$$

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

گزینه ۳ ۲۲۲

با توجه به این که مقاومت الکتریکی با طول رسانا رابطه مستقیم و با مساحت مقطع آن رابطه عکس دارد، می توان گفت که بزرگ ترین مقاومت وقتی حاصل می شود که رسانا با کوچک ترین سطح مقطع و بزرگ ترین طول در مدار قرار گیرد و برعکس، یعنی داریم:

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

$$\frac{L_{\max} = 4 \text{ cm}, L_{\min} = 1 \text{ cm}}{A_{\min} = 1 \times 2 = 2 \text{ cm}^2, A_{\max} = 2 \times 4 = 8 \text{ cm}^2} \rightarrow \frac{R_{\max}}{R_{\min}} = \frac{4}{1} \times \frac{8}{2}$$

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

گزینه ۱ ۲۲۳

طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، با ثابت ماندن A ، نمودار مقاومت بر حسب طول یک سیم رسانا خط راستی با شیب مثبت است که از مبدأ مختصات می گذرد.

گزینه ۲ ۲۲۴

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

$$A_A = \pi r^2 \Rightarrow A_A = \pi (3 \times 10^{-3})^2 = 9\pi \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_B = \pi (r_0^2 - r_1^2) \Rightarrow A_B = \pi (9 \times 10^{-6} - 4 \times 10^{-6})$$

$$\Rightarrow A_B = 5\pi \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{9\pi \times 10^{-6}}{5\pi \times 10^{-6}} = \frac{9}{5}$$

گزینه ۱ ۲۲۵

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{2/5}{5} \Rightarrow R = 0.4 \Omega$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \rho = \frac{RA}{L} = \frac{0.4 \times 1 \times 10^{-6}}{1}$$

$$\Rightarrow \rho = 0.4 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$$

گزینه ۴ ۲۲۶

در دمای ثابت، مقاومت یک سیم فقط به ویژگی های فیزیکی آن وابسته است. با توجه به این که 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

$$\text{است، می توان نوشت: } I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{4}$$

بنابراین تعداد الکترون های عبوری از هر مقطع سیم در بازه های زمانی یکسان، برابر است با:

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

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

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

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

گزینه ۴ ۲۱۸

اندازه مقاومت یک سیم از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ به دست می آید که

$$\text{در آن } A = \frac{\pi D^2}{4} \text{ سطح مقطع سیم است. (D قطر سیم)}$$

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

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

$$\Rightarrow R_B = 8\Omega$$

گزینه ۳ ۲۱۹

اندازه یک مقاومت اهمی در دمای ثابت از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$

محاسبه می شود که در آن A سطح مقطع سیم $(A = \frac{\pi D^2}{4})$ 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.

گزینه ۱ ۲۲۰

رابطه مقاومت الکتریکی یک سیم به صورت $R = \rho \frac{L}{A}$ است و از

آن جا که مساحت مقطع سیم با مربع قطر آن نسبت مستقیم

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \text{ دارد، می توان نوشت:}$$

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

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

گزینه ۱ ۲۲۱

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

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

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

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

$$\xrightarrow{(1)} \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{A_B}{A_A}\right)^2 = \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^4$$

$$\Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{D_B}{2D_B}\right)^4 = \frac{1}{16}$$

گزینه ۱) ۲۳۱

چون جرم دو سیم و چگالی آن‌ها برابر است، پس دارای

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

به دست می‌آید که $A = \frac{\pi D^2}{4}$ سطح مقطع سیم است. پس:

$$\left. \begin{aligned} \frac{R_A}{R_B} &= \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^4 \\ V_A &= V_B \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^6$$

$$\frac{\rho_A = \rho_B}{D_A = \sqrt{2}D_B} \rightarrow \frac{R_A}{10} = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^6 \Rightarrow R_A = 2/5 \Omega$$

گزینه ۳) ۲۳۲

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

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

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

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

$$= \frac{\rho_{Fe}}{\rho_{Cu}} \times \left(\frac{L_{Fe}}{L_{Cu}}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_{Fe}}{R_{Cu}} = 6 \times \left(\frac{1/5}{3}\right)^2 = 1/5$$

گزینه ۳) ۲۳۳

حجم سیم استوانه‌ای شکل از رابطه $V = AL$ محاسبه می‌شود.

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2 \xrightarrow{L_2 = 5L_1} \text{بنابراین:}$$

$$A_1 L_1 = A_2 \times 5L_1 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = 5$$

از طرفی جنس سیم تغییر نمی‌کند و مقاومت ویژه ثابت می‌ماند،

لذا طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ داریم:

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

$$\xrightarrow{L_2 = 5L_1, \rho_1 = \rho_2, A_1 = 5A_2} \frac{R_2}{R_1} = 1 \times 5 \times 5 = 25$$

گزینه ۳) ۲۲۷

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

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

$$\Rightarrow \frac{R_{\max}}{R_{\min}} = \left(\frac{a}{c}\right)^2 = \left(\frac{5}{3}\right)^2 = \frac{25}{9}$$

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

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{R_{\max}}{R_{\min}} \Rightarrow \frac{25}{I_{\min}} = \frac{25}{9}$$

$$\Rightarrow I_{\min} = 9A$$

گزینه ۲) ۲۲۸

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

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

گزینه ۴) ۲۲۹

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).

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

$$\Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{a^2}{\pi a^2} \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{4}{\pi}$$

با توجه به رابطه بین ویژگی‌های فیزیکی سیم و مقاومت

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1} \quad \text{الکتریکی آن، داریم:}$$

$$\xrightarrow{\frac{L_1}{L_2} = \frac{A_2}{A_1}} \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{4}{\pi}\right)^2$$

گزینه ۱) ۲۳۰

می‌دانیم که اگر D قطر مقطع سیم باشد، سطح مقطع سیم از رابطه

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

به دست می‌آید. با توجه به رابطه چگالی، داریم:

$$\xrightarrow{\text{جرم } m_A = m_B} \text{چگالی } \rho_A = \rho_B \rightarrow V_A = V_B \Rightarrow A_A L_A = A_B L_B$$

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

گزینه ۳ .۲۳۷

جرم و در نتیجه حجم سیم ثابت است، بنابراین:

$$V = V' : V_1' = V_2' \Rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2$$

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

بنابراین برای مقاومت الکتریکی سیم داریم:

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

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

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

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

گزینه ۱ .۲۳۸

$$\text{چگالی} : \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 8 \times 10^{-3} = \frac{20}{V} \Rightarrow V = \frac{1}{400} \text{ m}^3$$

$$V = A \cdot L \Rightarrow \frac{1}{400} = 5 \times 10^{-6} L \Rightarrow L = 50 \cdot \text{m}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = 2 \times 10^{-8} \times \frac{50}{5 \times 10^{-6}} \Rightarrow R = 2 \Omega$$

گزینه ۲ .۲۳۹

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

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

از سوی دیگر، طبق تعریف چگالی می‌توان نوشت:

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

$$\rho' = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 8 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \xrightarrow{L=25\text{m}} 8 \times 10^{-3} = \frac{m}{A \times 25}$$

$$\Rightarrow A = \frac{m}{25 \times 8 \times 10^{-3}} \Rightarrow A = \frac{m}{2 \times 10^{-5}} (\text{m}^2)$$

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

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad R=2/5 \Omega, \quad \rho=1/8 \times 10^{-8} \Omega \text{m} \xrightarrow{L=25\text{m}, A=\frac{m}{2 \times 10^{-5}}} \rightarrow$$

$$2/5 = (1/8 \times 10^{-8}) \times \frac{25}{\frac{m}{2 \times 10^{-5}}}$$

$$\Rightarrow 2/5 = \frac{(1/8 \times 10^{-8}) \times 25 \times (2 \times 10^{-5})}{m} \Rightarrow m = \frac{0.09}{2/5}$$

$$\Rightarrow m = 0.036 \text{ kg}$$

$$\xrightarrow{\text{تبدیل یکا}} m = 0.036 \text{ kg} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 36 \text{ g}$$

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

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

گزینه ۴ .۲۳۴

حجم سیم ثابت است، بنابراین داریم:

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

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

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

$$\Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4 = 16$$

گزینه ۲ .۲۳۵

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:

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

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

$$\text{حجم سیم در دو حالت ثابت} : V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2$$

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

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

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 \Rightarrow 16 = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = 4$$

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

گزینه ۱ .۲۳۶

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

$$\xrightarrow{\mu'=\mu=0.2\text{g}/\text{m}, \mu=0.8\text{g}/\text{m}} \frac{0.2}{0.8} = \frac{L}{L'} \Rightarrow \frac{L'}{L} = \frac{5}{4}$$

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

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

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

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

با توجه به رابطه چگالی داریم:

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

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

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

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

برای مقایسه مقاومت دو رسانا، داریم:

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

$$\frac{\rho_A=\rho_B, L_A=L_B}{A_B=\frac{1}{4}A_A} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 1 \times 1 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$$

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

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

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

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

از سوی دیگر، طبق تعریف چگالی، داریم:

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

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

$$\frac{\rho'_{Al}=2/\sqrt{g}}{\frac{A_{Cu}}{A_{Al}}=\frac{1}{2}, L_{Cu}=L_{Al}} \rightarrow \frac{2/\sqrt{g}}{9} = \frac{m_{Al}}{m_{Cu}} \times \frac{1}{2} \times 1$$

$$\Rightarrow \frac{m_{Al}}{m_{Cu}} = \frac{2 \times 2/\sqrt{g}}{9} = \frac{4}{9}$$

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

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

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

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

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

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

با مقایسه دو رابطه (۱) و (۲) داریم:

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

اثر دما بر مقاومت الکتریکی

گزینه ۴ ۲۴۳

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

گزینه ۴ ۲۴۴

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

گزینه ۳ ۲۴۵

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 آبر رساناست.

گزینه ۲ ۲۴۶

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

گزینه ۳ ۲۴۷

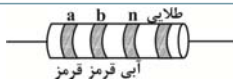
پتانسیومتر وسیله‌ای است با مقاومت متغیر که برای تنظیم و کنترل جریان در مدارهای الکترونیکی به کار می‌رود.

گزینه ۲ ۲۴۸

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

مقاومت‌های ترکیبی

گزینه ۴ ۲۴۹



طبق رابطه مقاومت‌های کربنی، داریم:

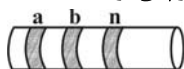
$$R = \overline{ab} \times 10^n$$

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

$$R = 22 \times 10^6 = 2/2 \times 10^7 \Omega$$

گزینه ۱ ۲۵۰

مقاومت یک مقاومت کربنی (با توجه به عدد مربوط به سه رنگ) از رابطه $R = \overline{ab} \times 10^n$ به دست می‌آید، که a و b و n مطابق شکل و با توجه به جدول معلوم می‌شود.



$$R = 32 \times 10^6 = \overline{ab} \times 10^n \begin{cases} a = 3 \text{ نارنجی} \\ b = 2 \text{ قرمز} \\ n = 6 \text{ آبی} \end{cases}$$