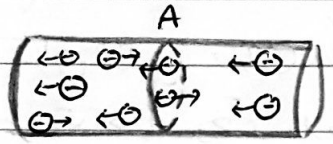
جلسه ۳۰ فیزیک ۲

Subject: فصل ۲ : جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم Date:

* برای ایجاد جریان الکتریکی دانسته باشیم، باید یک انتقال خالص بار از یک سطح مقطع عبور کند.

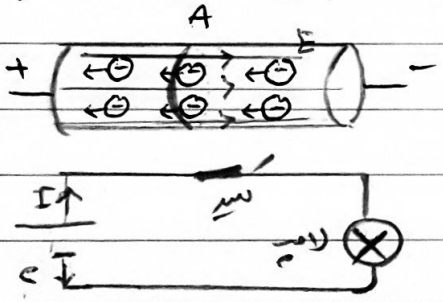
* حامل بار الکتریکی در الکترولیت‌ها، یون‌های مثبت و یون‌های منفی هستند.

* حامل بار در فلزها الکترون‌های آزاد هستند.

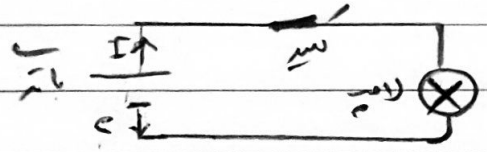


در شکل مقابل اختلاف پتانسیل شارش بار خالص از سطح A صفر است.

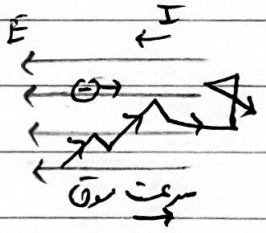
* الکترون‌های آزاد در فلز با تندی زیاد (در مرتبه $10^6 m/s$) به صورت کاتوره‌ای در همه جهت حرکت می‌کنند.



در حضور اختلاف پتانسیل، شارش بار خالص از سطح A صفر نیست.



سرعت سوق الکترون‌ها در مرتبه $1 mm/s$



جهت قراردادی جریان الکتریکی I برخلاف جهت سوق الکترون‌هاست.

جریان الکتریکی متوسط:

تعیین بار خالص Δq که از سطحی از رسانا می‌گذرد به بازه زمان Δt عبور Δq از این سطح را جریان الکتریکی متوسط می‌گوییم.

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

$$A: \bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow[\text{ثابت}]{\text{اگر } \Delta t \to 0}$$

جریان مستقیم (DC): جهت جریان با زمان تغییر نکند و مقدار جریان ثابت است.

نکته مهم: یکای بار الکتریکی بر حسب یکاهای اصلی.

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

$$1C = 1A \cdot 1s \qquad 1A \cdot h = 1A \cdot 3600s = 3600 AS$$

Taj Danesh

Subject: ادامه جلسه ۳۰ فیزیک ۲ Date:

یادآوری: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta q = I \Delta t$ $\quad \Delta q = ne$ ↳ $1,6 \times 10^{-19}$

$$I \Delta t = ne$$

سوال ۱۱) از رشته یک لامپ $8A$ جریان الکتریکی می‌گذرد.
الف) در هر دقیقه، چند کولن بار الکتریکی از این رشته می‌گذرد؟
ب) در این مدت چه تعداد الکترون از رشته می‌گذرد؟

$I = 8A$
$\Delta t = 60s$
$\Delta q = ?$

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad 8 = \frac{\Delta q}{60} \Rightarrow \Delta q = 8 \times 60 = 480^{C}$

$\Delta q = ne \quad 8 \times 60 = n \times 1,6 \times 10^{-19}$

$n = \frac{8 \times 60}{1,6 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^{21}$

سوال ۱۲) دستگاه باتری یک نوع ماشین حساب ۳V است و وقتی ماشین حساب روشن است، این باتری باعث عبور جریان $17\,mA$ از آن می‌شود. اگر این ماشین حساب یک ساعت روشن باشد:

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

الف) در این مدت چه مقدار بار از مدار می‌گذرد؟ $\Delta q = ?$ $\quad \Delta q = 17 \times 10^{-3} \times 3600 = 61,2\,C$

ب) باتری چه مقدار انرژی به مدار ماشین حساب می‌دهد؟

$W_{\text{خارجی}} = \Delta V \cdot q = 3 \times 61,2 = 183\,J$

$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow W_{\text{خارجی}}$

نکته: باتری خودروها با Ah (آمپر ساعت) و باتری گوشی‌های همراه با mAh مشخص می‌شود.

هر چه آمپر ساعت یک باتری بیشتر باشد مقدار باری که باتری می‌تواند از مدار عبور دهد، تا پیش از این تخلیه شود بیشتر است.

سوال ۱۳) باتری استاندارد خودرویی $50\,Ah$ است. اگر این باتری جریان $5\,A$ را تأمین کند چقدر طول می‌کشد تا خالی شود.

$\Delta q = 50\,Ah$
$I = 5\,A$
$\Delta t = ?$

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad \Delta t = \frac{\Delta q}{I} = \frac{50\,Ah}{5\,A} = 10\,h$

Tej Danesh

Subject: Date:

سوال ۴) آمپر ساعت نوعی از باتری‌ها قلمی برابر $1000\ mAh$ است. اگر این باتری جریانی متوسط $100\ mA$ را برای چه مدت طول می‌کشد تا خالی شود؟

$\Delta q = 1000\ mAh$

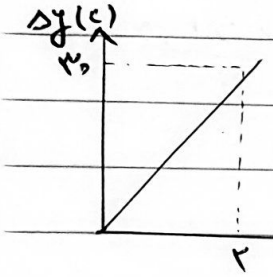
$I = 100\ mA$

$\Delta t = ?$

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta q}{I} = \frac{1000 \times 10^{-3}\ Ah}{100 \times 10^{-6}\ A} = 10 \times 10^{3}\ h$

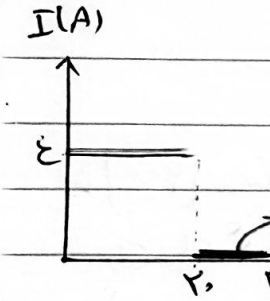
$\Delta t = 10\ h$

سوال ۵) با توجه به نمودار مقابل جریان الکتریکی متوسط را بدست آورید.



$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{30}{2 \times 60} = 0.25\ A$

سوال ۶) نمودار جریان الکتریکی بر حسب زمان مطابق شکل روبرو است:



الف) بار خالص عبور کرده از مقطع رسانا در مدت $20\ s$ را بدست آورید؟

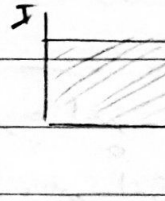
ب) بار خالص عبور کرده از مقطع رسانا در مدت $30\ s$ را بدست آورید؟

پ) مساحت محصور بین نمودار I و محور t برابر چه کمیتی است؟

الف) $\Delta q = I \Delta t = 4 \times 20 = 80\ C$

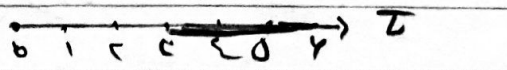
ب) $I = 0 \rightarrow \Delta q = 0 \Rightarrow \Delta q = 80\ C$ (در بازه ۲۰ تا ۳۰) (در بازه ۰ تا ۲۰)

پ) $\Delta q = I - t$ سطح



$\Delta q = 100 - 20$

سوال ۷) معادله بار خالص گذرنده از مقطع رسانا مطابق $q = t^2 + 2t$ است شدت جریان متوسط را در سه ثانیه دوم بدست آورید.



$q_1 = 9 + 6 = 15\ C$

$q_2 = 36 + 12 = 48\ C$

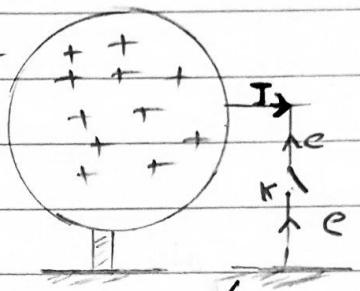
$\Delta q = 48 - 15 = 33\ C$

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{33\ C}{3\ s} = 11\ A$

Taj Danesh

سوال ۸) در هریک از شکل‌های زیر با توجه به توضیحات نوشته شده بعد از وصل کلید مقدار و جهت جریان الکتریکی متوسط را به دست آورید.

الف)

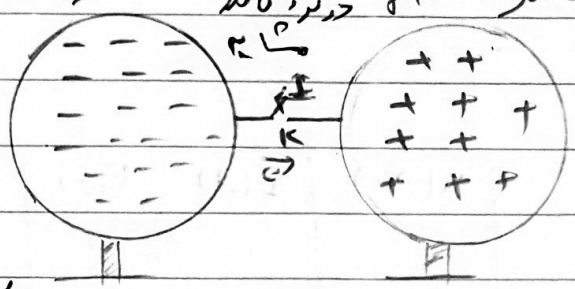


با بستن کلید جهت e از r به e است.

با بستن کلید الکترون‌ها از پتانسیل پایین به پتانسیل بالا منتقل می‌شوند و جهت جریان خلاف جهت حرکت الکترون‌هاست.

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{15}{3} = 5A$$

ب) $q_1 = -12\mu C$ $q_2 = +8\mu C$ دو کره کاملا یکسان

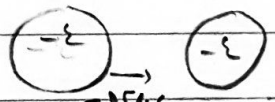


بعد از وصل کلید مدتی طول می‌کشد تا تعادل الکتریکی برقرار شود.

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

$$q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$$

$$= \frac{-12 + 8}{2} = -2\mu C$$



$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{12 \times 10^{-6}}{1} = 12 \times 10^{-6} A$$

مقاومت الکتریکی و قانون اهم:

وقتی جریان برقرار می‌شود الکترون‌های آزاد یا اتم‌ها یا مانع که در حال نوسان اند برخورد می‌کنند این موضوع باعث گرم شدن رسانا می‌شود

⇓

الکترون‌ها با مقاومت الکتریکی روبرو هستند.

مقاومت الکتریکی کمتر ← جریان بیشتر

مقاومت الکتریکی بین دو نقطه از یک رسانا

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

ولت V — آمپر A

$$\Omega = \frac{V}{A}$$

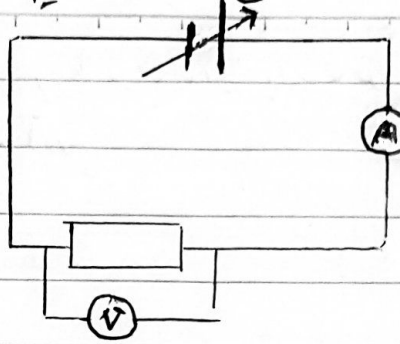
رسانایی که دارای مقاومت الکتریکی است اصطلاحاً مقاومت می‌نامند

نماد مقاومت:

Subject: ..... Date: .....

منبع تغذیه قابل تنظیم

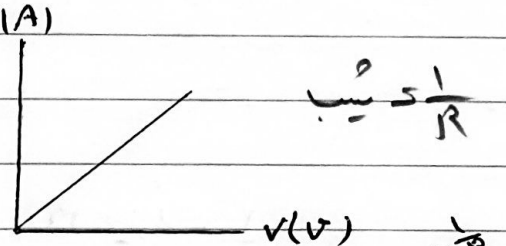
آزمایش: (حفظ ثابت است)



V(V)	I(A)	R(Ω)
۴	۱	۴
۸	۲	۴
۱۲	۳	۴
۱۶	۴	۴
۲۰	۵	۴

قانون اهم $R = \frac{V}{I}$

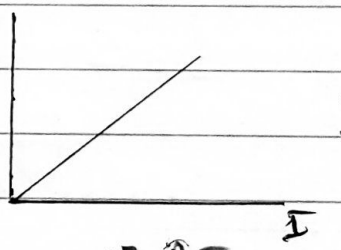
قانون اهم $R = \frac{V}{I}$ برای اغلب فلزها و بسیاری از رساناهای فلز در دما ثابت برقرار است.



$\text{شیب} = \frac{1}{R}$

$A = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{V}{R} \rightarrow y = ax$ ($\frac{1}{R}$ ↑)

$\rightarrow V = RI$



$\text{شیب} = R$

$V = RI$

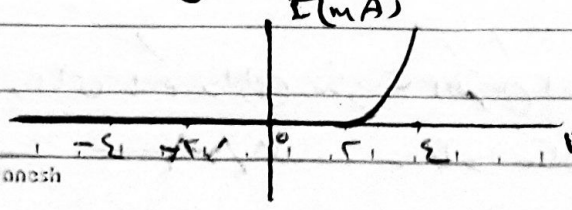
$y = ax$

رسانا اهمی:

اگر مقاومت الکتریکی در دماهای مختلف (در دما ثابت) مقدار ثابتی باشد، اصطلاحاً گفته می‌شود آن وسیله از قانون اهم پیروی می‌کند و آن وسیله را مقاومت یا رسانای اهمی می‌نامند.

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

وسیله‌های زیادی نیز یافت می‌شوند که از قانون اهم پیروی نمی‌کنند مثل دیود نورگسیل (LED)



Taj Danesh

ادامه جلسه ۳۱ فیزیک ۲

سوال ۹) یک لامپ چراغ قوه کوچک از یک باتری $1,5\,V$، جریانی برابر $0,2\,A$ را عبور می‌دهد. با فرض اینکه رشته لامپ، یک رسانای اهمی باشد:

الف) مقاومت آن چقدر است؟

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1,5}{0,2} = 7,5\,\Omega$$

ب) اگر باتری ضعیف شود، ولتاژ به $1,2\,V$ افت کند، جریان چقدر می‌شود؟

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow 7,5 = \frac{1,2}{I} \rightarrow I = 0,16\,A$$

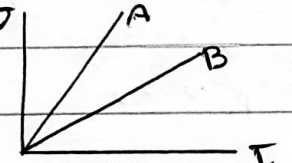
سوال ۱۰) مقاومت یک رسانای اهمی $10\,\Omega$ است. اگر این رسانا را به اختلاف پتانسیل $8\,V$ وصل کنیم، در هر ثانیه چند الکترون از مقطع عبور می‌کند؟ ($e = 1,6 \times 10^{-19}\,C$)

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow 10 = \frac{8}{I} \rightarrow I = 0,8\,A$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow nq \qquad 0,8 = \frac{n \times 1 \times 1,6 \times 10^{-19}}{1} \rightarrow n = 0,5 \times 10^{19} = 5 \times 10^{18}$$

سوال ۱۱) در هریک از نمودارهای زیر مقاومت‌ها را با هم مقایسه کنید.

۱)



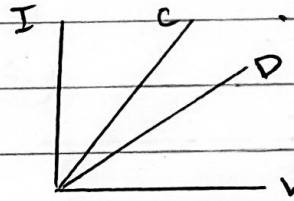
$$R = \frac{V}{I} \rightarrow V = RI$$

$$y = Rx$$

شیب

شیب A > شیب B $\longrightarrow$ $R_A > R_B$

۲)



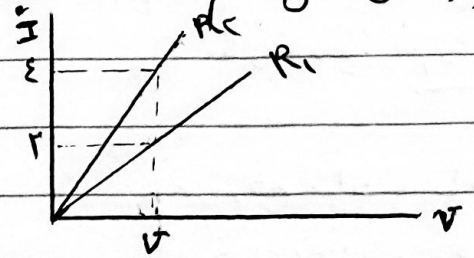
$$R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{V}{R}$$

$$y = \frac{1}{R}x$$

شیب

شیب C > شیب D $\longrightarrow$ $R_C < R_D$

سوال ۱۲) نمودار جریان الکتریکی بر حسب ولتاژ برای دو رسانای اهمی رسم شده است. نسبت $\frac{R_2}{R_1}$ را به دست آورید.



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

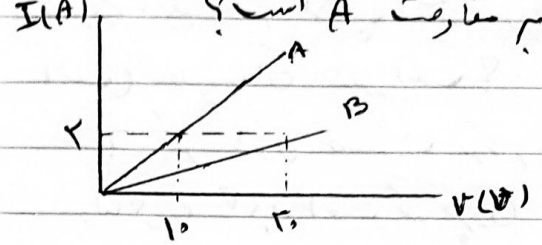
$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{V}{V} \times \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

R ثابت $\rightarrow$ $V = RI$

V و I هم‌جهت

Taj Panesh

سوال ۴۳) نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت A و B برحسب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها مطابق شکل است. مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟



$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{V_B}{V_A} \times \frac{I_A}{I_B} = \frac{۲۰}{۱۰} = ۲$$

جلسه ۴۳ فیزیک ۲

عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی:

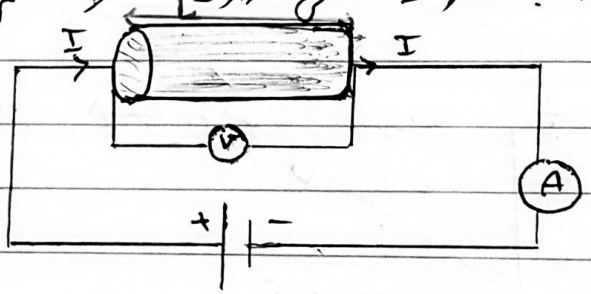
قانون اهم $R = \frac{V}{I}$

در دما ثابت با ۲ برابر شدن V، I ۲ برابر می‌شود تا مقدار R ثابت بماند.

R به V و I بستگی ندارد. مقاومت هم مثل خازن به ساختمان مقاومت بستگی دارد.

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

- ρ: مقاومت ویژه، به ساختار ماده و دمای جسم بستگی دارد. (واحد: Ωm)
- L: طول رسانا (m)
- A: مساحت مقطع (m^2)
- مقاومت جسم: R



* رسانا‌ها الکتریکی خوب مقاومت ویژه بسیار کمی دارند
* مقاومت ویژه نیم رسانا‌ها (مانند ژرمانیوم و سیلیسیم) بین مقاومت ویژه رسانا‌ها و نا رسانا‌ها است.

نکات مهم: مقاومت ویژه رسانا‌های فلزی با افزایش دما زیاد می‌شود.
مقاومت ویژه نیم رسانا‌ها با افزایش دما کاهش می‌یابد

در برخی مواد، مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر امت می‌کند و در دما‌ها پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند. این پدیده را ابر رسانایی می‌گویند.

Subject: ..... Date: ۳۲ فیزیک ۲ ارام جلسه

سوال ۱۴) طول یک سیم $1,1\ m$ و مساحت مقطع آن $3,1 \times 10^{-6}\ m^2$ است. مقاومت سیم در دما $32^\circ C$ و $40^\circ C$ را به دست آورید.

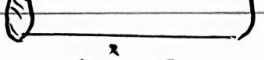
($\rho = 4,8 \times 10^{-5}\ \Omega.m$ در دما $32^\circ C$ ، $\rho = 5,2 \times 10^{-5}\ \Omega.m$ در دما $40^\circ C$)

$32^\circ C$: $R = \rho \frac{L}{A} = 4,8 \times 10^{-5} \times \frac{1,1}{3,1 \times 10^{-6}} = 24\ \Omega$

$40^\circ C$: $R = \rho \frac{L}{A} = 5,2 \times 10^{-5} \times \frac{1,1}{3,1 \times 10^{-6}} = 29\ \Omega$

با تقسیم مقادیر این مقاومت بر یکدیگر داریم:

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



$A = \pi r^2$ → سطح مقطع

$\frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$ ، $r \rightarrow \frac{D}{2}$ ، D قطر

سوال ۱۵) مقاومت ویژه سیم A ، ۲ برابر سیم B است و طول سیم A نصف سیم B و مساحت مقطع سیم A با سیم B برابر است. مقاومت سیم A چند برابر مقاومت سیم B است؟

$L_A = \frac{1}{2} L_B$ ، $\rho_A = 2\rho_B$

$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_1}{A_2} = \frac{2\rho_B}{\rho_B} \times \frac{L_A}{2L_A} = 1$

سوال ۱۶) قطر سیم مسی A ، ۲ برابر قطر 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 است؟

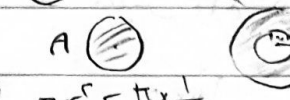
$R_B = 80\ \Omega$

$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \left(\frac{D_A}{D_B}\right)^2$ ، $L_A = \frac{1}{4} L_B$ ، $D_A = 2D_B$

$\frac{R_B}{5} = \frac{16}{1}$

Subject: Data:

سوال ۱۷) دو رسانا از یک ماده ساخته شده‌اند و حجم یکسانی دارند. رسانای A سیم توپری به قطر ۱mm است. رسانای B لوله توخالی با شعاع خارجی ۲mm و شعاع داخلی ۱mm است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟



$\frac{R_A}{R_B} = ۳\Omega$

$\frac{R_۲}{R_۱} = \frac{\rho_۲}{\rho_۱} \times \frac{L_۲}{L_۱} \times \frac{A_۱}{A_۲}$

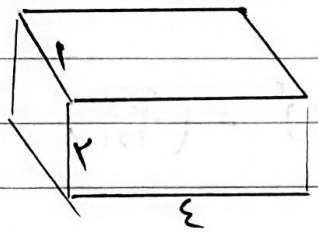
$\frac{R_۲}{R_۱} = \frac{۳\pi}{\frac{۱}{۴}\pi} = ۱۲\Omega$

① $\pi r^۲ = \pi \times \frac{۱}{۴}$

② $۱۲r^۲ = \pi \times ۴$

$\frac{\pi r^۲ = \pi}{۳\pi}$

سوال ۱۸) ابعاد یک مکعب مستطیل فلزی ۱، ۲، ۴ سانتی‌متر است. این مکعب مستطیل را می‌توان از دو روش مختلف آن در مدار قرار داد. نسبت بزرگترین مقاومت آن به کوچکترین مقاومت آن چند است؟



$R_{max} = \rho \frac{L_{max}}{A_{min}} = \rho \frac{۴}{۲} = ۲\rho$

$R_{min} = \rho \frac{L_{min}}{A_{max}} = \rho \frac{۱}{۸} = \frac{\rho}{۸}$

$\frac{۲\rho}{\frac{\rho}{۸}} = ۱۶$

سوال ۱۹) دو سیم فلزی A و B دارای طول و مقاومت الکتریکی مساوی‌اند. اگر جرم سیم B، $۲\frac{۱}{۴}$ جرم سیم A بوده و چگالی آن $\frac{۱}{۳}$ چگالی سیم A باشد، مقاومت ویژه سیم B چند برابر مقاومت ویژه سیم A است؟

$\frac{\rho_B}{\rho_A} = ۴$

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

$d = \frac{M}{V}$

$\frac{R_B}{R_A} = \frac{۱}{۲}$

$\frac{d_B}{d_A} = \frac{M_B}{M_A} \times \frac{V_A}{V_B}$

$\frac{\frac{۱}{۲}d_A}{d_A} = \frac{\frac{۲}{۴}M_A}{M_A} \times \frac{V_A}{V_B}$

$\frac{V_A}{V_B} = \frac{\frac{۲}{۴}}{\frac{۱}{۲}} = \frac{۱}{۲}$

$V = A\,L$

$\frac{A_A \times L}{A_B \times L} = \frac{۱}{۲}$

نکته مهم: عبور دادن یک جسم از یک دستگاه کابل، مساحت مقطع آن تغییر می‌کند

توجه: در این حالت حرم سیم تغییر نمی‌کند

$$m_1 = m_2 \rightarrow \rho V_1 = \rho V_2 \Rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2 \rightarrow \boxed{\frac{A_2}{A_1} = \frac{L_1}{L_2}}$$

حالت ۱ حالت ۲

مقاومت رسانا

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho}{\rho} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

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

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{A_1}{A_2} \times \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \boxed{\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^4 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4}$$

سوال ۲۰) طول یک سیم فلزی 10^{cm} و قطر آن 2^{mm} است. اگر سیم را با ابزاری عبور دهیم تا بدون تغییر حرم، مقاومت الکتریکی آن ۱۶ برابر شود:

الف) طول آن چند سانتی متر می‌شود؟ $L_2 = 40^{cm}$

ب) قطر آن چند میلی متر می‌شود؟ $D_2 = 1^{mm}$

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

$$\frac{16R_1}{R_1} = \left(\frac{L_2}{10}\right)^2$$

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

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4 \qquad 16 = \left(\frac{2}{D_2}\right)^4 \Rightarrow 2 = \frac{2}{D_2} \Rightarrow D_2 = 1^{mm}$$

حل تمرین ۳۲ فیزیک ۲ (ویژه رشته ریاضی)

در رسانا با افزایش دما مقاومت افزایش می‌یابد

در رسانای فلزی ← افزایش دما

افزایش ارتعاشات ↓ فاصله‌های اتم‌ها یون‌ها

↓ تعداد حامل‌های بار (اینجا الکترون آزاد) تقریباً ثابت می‌ماند

↓

افزایش برخورد حامل‌های بار با شبکه اتمی رسانای فلزی

↓

افزایش مقاومت رسانا در برابر عبور جریان