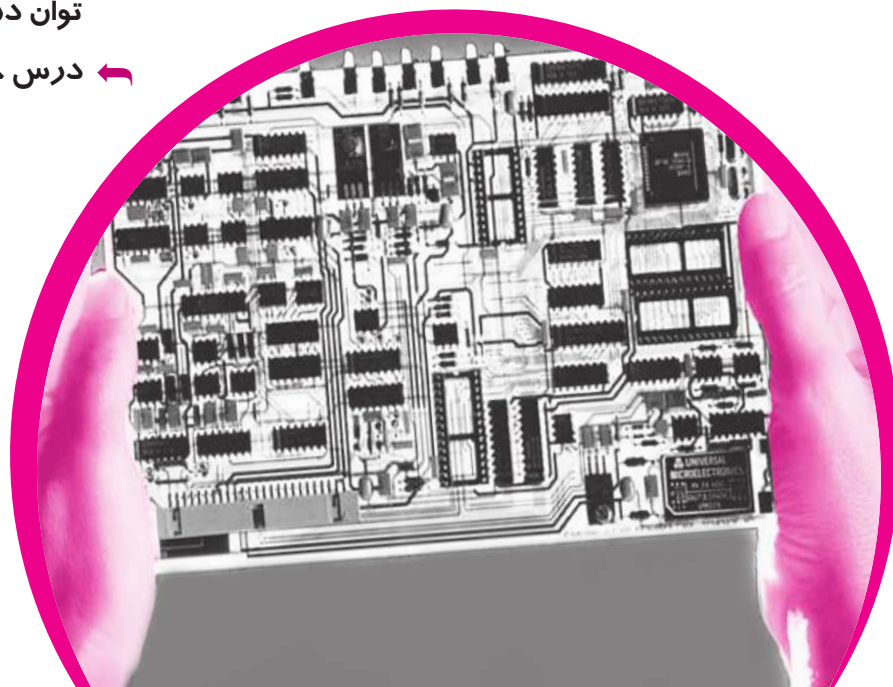


# جریان الکتریکی و

## مدارهای جریان مستقیم

در این فصل خواهیم خواند:

- ← درس اول: جریان الکتریکی، مقاومت الکتریکی و قانون اهم
- ← درس دوم: عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی
- ← درس سوم: نیروی محرکه الکتریکی و مدارها، توان در مدارهای الکتریکی
- ← درس چهارم: ترکیب مقاومت‌ها



در یک مدار پیچیده نظیر آن‌چه که در این تخته‌مدار دیده می‌شود، آیا می‌توان چند مقاومت الکتریکی متفاوت را بوری به هم وصل کرد که همگی افتلاف پتانسیل یکسانی داشته باشند؟ آیا جریان در تمام این مقاومت‌ها یکسان خواهد بود؟

**توجه:** در این فصل، سؤالاتی که با علامت (\*) مشخص شده‌اند، برای آن دسته از دانش‌آموزانی که علاقه‌مند به مطالعه بیشتر می‌باشند، قرار داده شده است و در امتحانات پایانی مورد ارزشیابی قرار نمی‌گیرد.



## درس اول: جریان الکتریکی، مقاومت الکتریکی و قانون اهم

## پرسش و تمرین

۱. جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید:

الف. وقتی در سیم رسانایی میدان الکتریکی برقرار شود، الکترون‌ها در جهت \_\_\_\_\_ با سرعتی به نام \_\_\_\_\_ به‌طور بسیار آهسته حرکت می‌کنند که موجب ایجاد جریان الکتریکی در رسانا می‌شود.  
ب. در یک وسیلهٔ اهمی با تغییر جریان عبوری، همواره \_\_\_\_\_ ثابت می‌ماند.

۲. چرا الکترون‌ها، و نه پروتون‌ها، حاملان اصلی بار در سیم‌های فلزی هستند؟

۳. چرا سیم حامل جریان به لحاظ الکتریکی خنثی است؟ توضیح دهید.

۴. در مدت ۲s تعداد  $1/9 \times 10^{19}$  الکترون از مقطع مشخصی از یک سیم عبور می‌کنند. جریان در این سیم چقدر است؟

۵. بدن انسان در مقابل جریان الکتریکی می‌تواند در محدودهٔ وسیعی از خود مقاومت نشان دهد که مقدار این مقاومت به عواملی همچون مسیر عبور جریان، وسعت سطح تماس و میزان رطوبت پوست بستگی دارد. فرض کنید مقاومت در عرض شانه‌های فردی  $1 \times 10^6 \Omega$  باشد.

الف. چه اختلاف پتانسیلی برای ایجاد آسیب به بافت قلب شخصی که در تماس با جریان مستقیم ۵۰ mA است، لازم است؟

ب. چرا هنگام کار با جریان الکتریسیته، پوشیدن کفش با کف لاستیکی و دستکش لاستیکی ضروری است؟

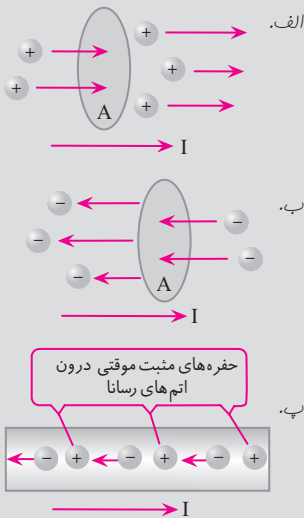
۶. یک دستگاه قهوه‌ساز دارای المنت گرمایی با مقاومت  $14 \Omega$  است. المنت از طریق یک منبع ۱۲۰ ولتی انرژی دریافت می‌کند. جریانی را که از آن می‌گذرد به‌دست آورید.

۷. مقاومت بین دیواره‌های یک سلول زیستی  $5 \times 10^9 \Omega$  است.

الف. جریان را هنگامی که اختلاف پتانسیل بین دیواره‌ها ۷۵ mV باشد، به‌دست آورید.

ب. اگر جریان از یون‌های  $\text{Na}^+$  تشکیل شده باشد ( $q = +e$ )، چه تعداد از این یون‌ها در مدت ۵s / شارش می‌کنند؟

## نکته



الف. جهت قراردادی جریان در جهت حرکت بارهای مثبت درون رسانا است.

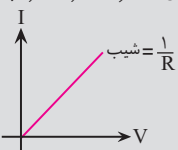
ب. شارش بارهای منفی به سمت چپ معادل شارش همان مقدار بار مثبت به سمت راست است.

پ. با حرکت بارهای منفی در رسانا، ففره‌هایی با بار مثبت در شبکه اتم‌های رسانا باز می‌شود. شارش الکترون‌ها به سمت چپ، معادل حرکت این ففره‌ها به سمت راست خواهد بود که همان جهت قراردادی جریان است.

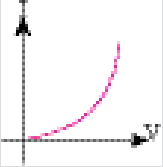
## نکته



الف. نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل برای یک رسانای اهمی که به صورت فظی است و شیب آن، مقاومت رسانا را به دست می‌دهد.



ب. نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل برای یک دیود نیم‌رسانا که از قانون اهم پیروی نمی‌کند.





۸. یک وسیله الکتریکی به دو سر یک باتری  $9/0$  ولتی بسته شده است که  $J = 1 \times 10^5$  انرژی را در مدت زمان شش ساعت به وسیله انتقال می‌دهد. مقاومت این وسیله چقدر است؟

۹. دستگاه الکتروشوک در هنگام حمله قلبی برای بازگرداندن ضربان قلب به حالت طبیعی استفاده می‌شود. اگر این دستگاه در مدت  $2 \text{ ms}$  جریانی به بزرگی  $18 \text{ A}$  را وارد بدن بیمار کند؛ الف. در این مدت چقدر بار الکتریکی از دستگاه به قلب عبور کرده است؟

ب. چند الکترون از سیمی که به بدن بیمار متصل شده، گذر کرده است؟

۱۰. مقدار باری که در مدت  $2 \text{ s}$  از یک لامپ رشته‌ای مشخص عبور می‌کند برابر با  $1/6 \text{ C}$  است. الف. جریانی که از لامپ می‌گذرد چقدر است؟

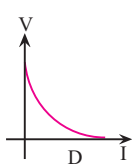
ب. تعداد الکترونی‌هایی را که طی  $5 \text{ s}$  از لامپ عبور می‌کنند، به دست آورید.

پ. اگر جریان توسط یک باتری  $12$  ولتی ایجاد شده باشد، چه مقدار انرژی در مدت  $2 \text{ s}$  به لامپ داده شده است؟ توان متوسط چقدر است؟

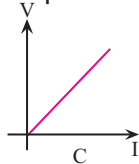
### پرسش‌های چهارگزینه‌ای



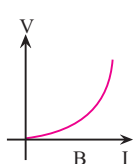
۱. کدام یک از نمودارهای زیر به درستی بیانگر قانون اهم است؟



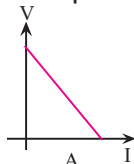
D (۴)



C (۳)



B (۲)

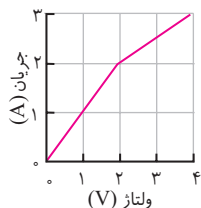


A (۱)

۲. رده‌بندی باتری‌های اتومبیل‌ها معمولاً بر حسب یکای «آمپر-ساعت» انجام می‌شود. این یکا مربوط به کدام کمیت در باتری است؟

(۱) جریان  (۲) توان  (۳) انرژی  (۴) بار الکتریکی

۳. نمودار زیر نحوه تغییرات اختلاف پتانسیل با جریان را در یک وسیله الکتریکی نشان می‌دهد. هنگامی که اختلاف پتانسیل دو سر وسیله برابر با  $2 \text{ V}$  باشد، مقاومت آن چقدر است؟



(۲)  $\frac{3}{4} \Omega$    
(۴) هیچ کدام

(۱)  $1 \Omega$    
(۳)  $\frac{4}{3} \Omega$



۴. در سوال قبل هنگامی که اختلاف پتانسیل دو سر وسیله برابر با  $3V$  باشد، مقاومت آن چقدر است؟

(۱)  $83\Omega$      (۲)  $1/2\Omega$      (۳)  $3\Omega$      (۴)  $1/33\Omega$

۵. یک اختلاف پتانسیل  $1V$  به مدت  $20s$  به دو سر یک مقاومت  $10\Omega$  اعمال می‌شود. بار کل

عبور کرده از یک مقطع سیم طی این مدت چقدر است؟

(۱)  $200C$      (۲)  $20C$      (۳)  $2C$      (۴)  $0.005C$

## درس دوم: عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

### پرسش و تمرین

۱. در عبارتهای زیر جاهای خالی را پر کنید:

الف. مقاومت جسم در دمای ثابت به \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ آن جسم بستگی دارد.

ب. مقاومت ویژه یک ماده به \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ آن ماده بستگی دارد.

پ. کوچک‌تر شدن مقطع سیم منجر به \_\_\_\_\_ مقاومت سیم می‌شود.

۲. تفاوت مقاومت جسم ( $R$ ) و مقاومت ویژه ( $\rho$ ) را توضیح دهید.

۳. چرا مقاومت ویژه نیم‌رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد؟

۴. رئوستا جزء کدام دسته از مقاومت‌ها است؟ تغییر مقاومت در رئوستا چگونه انجام می‌شود؟

۵.\* در مقاومت‌های ترکیبی، مقدار مقاومت‌ها را چگونه مشخص می‌کنند؟ تلرانس در این مقاومت‌ها به چه معنی است؟

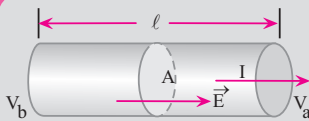
۶.\* الف. نحوه تغییر مقاومت ترمیستور با دما، چه تفاوتی با مقاومت‌های معمولی دارد؟ توضیح دهید.

ب. دو مورد از کاربردهای ترمیستور را نام ببرید.

۷.\* مقاومت LDR چیست؟ عملکرد آن به چه صورت است؟ سه مورد از کاربردهای آن را ذکر کنید.

۸.\* نماد  $\rightarrow \mid \rightarrow$  نشانگر چه وسیله‌ای است؟ نحوه کارکرد آن را در مدار الکتریکی توضیح دهید.

#### نکته

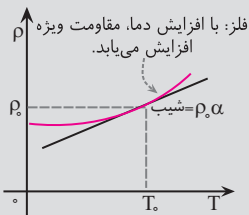


اختلاف پتانسیل  $\Delta V$  در دو سر این رسانای یکنواخت باعث ایجاد میدان  $\vec{E}$  در رسانا می‌شود، که این میدان جریان  $I$  را به‌وجود می‌آورد.

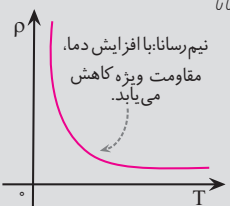
#### نکته



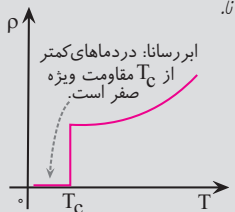
تغییر مقاومت ویژه با دمای مطلق  $T$   
الف. فلز معمولی



ب. نیم‌رسانا



پ. ابررسانا





۹. در سیم کشی خانگی اغلب از سیم‌های مسی به قطر  $2.5 \text{ mm}$  استفاده می‌شود. مقاومت یک طول ۲۴ متری از این سیم را بیابید.

---



---

۱۰. مقاومت سیمی برابر با  $R$  است. مقاومت سیم دیگری که از همان جنس ساخته شده و طول و قطر آن نصف شده باشد، چقدر است؟

---



---

۱۱. طول سیمی از نیکروم  $1 \text{ m}$  و مساحت مقطع آن  $1 \text{ mm}^2$  است. هرگاه اختلاف پتانسیل اعمال شده بین دو سر آن  $27 \text{ V}$  باشد، جریان  $4 \text{ A}$  از آن می‌گذرد. مقاومت ویژه نیکروم را به دست آورید.

---



---

۱۲. یک سیم مسی به قطر  $1.628 \text{ mm}$  حامل جریان  $12.5 \text{ A}$  است.

الف. اختلاف پتانسیل دو سر یک قطعه ۲ متری از این سیم چقدر است؟

---



---

ب. اگر سیم به جای مس از جنس نقره بود، ولی بقیه موارد به همان صورت قبل بود، اختلاف پتانسیل قسمت (الف) چقدر می‌شد؟

---



---

۱۳. اختلاف پتانسیل  $3 \text{ nV}$  در دو سر یک سیم مسی به طول  $2 \text{ cm}$  و شعاع  $2 \text{ mm}$  برقرار می‌شود. چقدر بار از مقطع سیم در  $3 \text{ ms}$  عبور می‌کند؟

---



---

۱۴. بین دو سر سیمی به طول  $2.5 \text{ m}$  و به شعاع  $0.654 \text{ mm}$ ، اختلاف پتانسیل  $4.5 \text{ V}$  برقرار می‌شود. جریان حاصل در سیم برابر  $17.6 \text{ A}$  است. مقاومت ویژه سیم چقدر است؟

---



---

۱۵. پیچ‌های شامل  $250$  دور سیم مسی با قطر  $1.3 \text{ mm}$  است که به صورت یک لایه، دور لوله‌ای پلاستیکی به شعاع  $12 \text{ cm}$  پیچیده شده است. مقاومت این پیچ چقدر است؟

---



---



مقاومت ویژه مس در دمای اتاق  $1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  است.  
مقاومت ویژه نقره در دمای اتاق  $1.47 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  است.



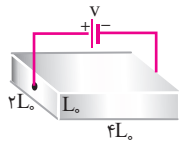
۱۶. یک کابل الکتریکی ۱۲۵ رشته سیم نازک دارد که مقاومت هر یک  $2/65 \mu\Omega$  است. اختلاف پتانسیل یکسانی بین دو سر همه رشته‌ها اعمال و جریان کل  $75 A$  برقرار می‌شود.  
الف. جریان در هر رشته چقدر است؟

ب. اختلاف پتانسیل اعمال شده برای هر سیم چقدر است؟

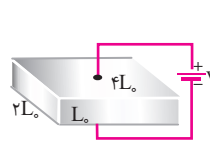
پ. مقاومت کابل چقدر است؟

۱۷. دو رسانا از یک جنس هستند و طول آن‌ها برابر است. رسانای A یک سیم توپر به قطر  $1 \text{ mm}$  است. رسانای B یک لوله توخالی به قطر خارجی  $2 \text{ mm}$  و قطر داخلی  $1 \text{ mm}$  است. نسبت  $R_A / R_B$  را که بین دو سر هر یک اندازه‌گیری می‌شود، به دست آورید.

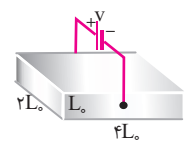
۱۸. در شکل‌های زیر سه وضعیت که در هر کدام جریان عبوری از ماده رسانا با مقاومت ویژه  $\rho = 1/5 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{m}$  مسیر متفاوتی را طی می‌کند، نشان داده شده است. در هر شکل واحد طول  $L_0 = 5 \text{ cm}$  است و هر قطعه به باتری  $3 \text{ V}$  متصل شده است.



(a)



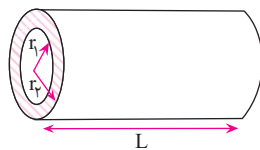
(b)



(c)

الف. مقاومت را در هر وضعیت محاسبه کنید.

ب. جریان را در هر وضعیت محاسبه کنید.



۱۹. در یک استوانه فلزی توخالی، شعاع داخلی  $r_1 = 2 \text{ mm}$  شعاع خارجی  $r_2 = 4 \text{ mm}$  و طول آن برابر  $L = 6/2 \text{ mm}$  است. اگر مقاومت ویژه این فلز  $10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$  باشد، مقاومت الکتریکی این استوانه چند اهم است؟