

فیزیک (۲)

در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید. (۱ نمره)

- الف) با کاهش اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن (ظرفیت – بار الکتریکی) آن نیز کاهش می‌یابد.
 ب) در قسمت نوک‌تیز و لبه‌های اجسام رسانای باردار (چگالی سطحی بار – پتانسیل) الکتریکی بیشتر است.
 پ) اگر (عمود بر – به موازات) خطوط میدان الکتریکی یکنواخت حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند.
 ت) بردار میدان الکتریکی در هر نقطه (عمود – مماس) بر خط میدان الکتریکی است که از آن نقطه می‌گذرد.

راهنمای تصحیح

الف) بار الکتریکی (۰/۲۵) (صفحه ۳۳)

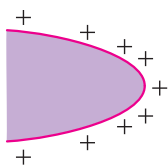
ب) چگالی سطحی بار (۰/۲۵) (صفحه ۳۰)

پ) عمود بر (۰/۲۵) (صفحه ۲۵)

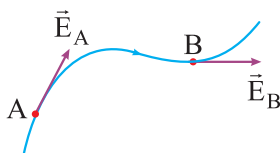
ت) مماس (۰/۲۵) (صفحه ۱۸)

پاسخ‌دهی تشریحی

الف) ظرفیت خازن فقط به مشخصات هندسی و جنس دی‌الکتریک بین صفحه‌های آن بستگی دارد و با تغییر اختلاف پتانسیل، عوض نمی‌شود. در این‌جا بار الکتریکی خازن، به نسبت اختلاف پتانسیل آن کاهش می‌یابد.
 ب) پتانسیل الکتریکی در تمام نقاط یک رسانا، یکسان است اما چگالی سطحی بار در لبه‌ها و قسمت‌های نوک‌تیز جسم باردار بیشتر است.



پ) وقتی عمود بر خطوط میدان الکتریکی یکنواخت حرکت می‌کنیم، کار میدان الکتریکی و تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی، صفر است. در نتیجه اختلاف پتانسیل الکتریکی نیز صفر است. یعنی پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند.
 ت) بردار میدان الکتریکی در هر نقطه مماس بر خط میدان الکتریکی است که از آن نقطه می‌گذرد و با آن هم‌جهت است.



درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با واژه «درست» یا «نادرست» مشخص کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید. (۱ نمره)

الف) در اثر مالش دو جسم خنثی که به انتهای منفی سری الکتروسیته مالشی نزدیک‌تر هستند، بار هر دو جسم منفی می‌شود.

ب) نیروهای الکتریکی که دو ذره باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند، هم‌راستا هستند.

پ) هر چه یک شمع از کلاهک مولد وان‌دوگراف روشن دور شود، انحراف شعله آن نسبت به امتداد قائم کم‌تر می‌شود.

ت) در یک دوقطبی الکتریکی، تراکم خطوط میدان در اطراف بار مثبت بیشتر از اطراف بار منفی آن است.

راهنمای تصحیح // الف) نادرست (۰/۲۵) (صفحه ۴)

ب) درست (۰/۲۵) (صفحه ۶)

پ) درست (۰/۲۵) (صفحه ۱۳)

ت) نادرست (۰/۲۵) (صفحه ۱۶)

پاسخ خیلی تشریحی ✓

الف) در اثر مالش دو جسم خنثی بر یکدیگر، بدون توجه به این‌که در چه جایی از جدول سری الکتروسیته مالشی قرار گرفته باشند، همواره بار ناهمنام پیدا می‌کنند.

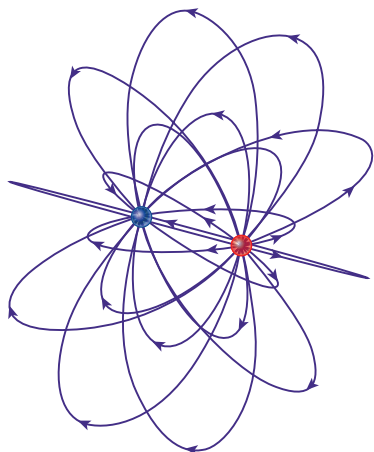
• توجه داشته باشید که اگر دو جسم خنثی، از یک جنس باشند، در اثر مالش، بار الکتریکی بین آنها مبادله نمی‌شود. در این صورت نیز جمله الف) نادرست است.

ب) نیروهای الکتریکی که دو ذره باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند، هم‌راستا هستند اما در جهت مخالف یکدیگرند.

پ) هر چه شعله شمع از کلاهک مولد وان‌دوگراف روشن دور شود، میدان الکتریکی ضعیف‌تری بر آن اثر می‌کند و یون‌های مثبت شعله، نسبت به راستای قائم، کم‌تر منحرف می‌شوند.

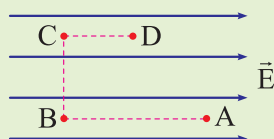


ت) خطوط میدان الکتریکی در اطراف بارهای مثبت و منفی یک دوقطبی الکتریکی متقارن هستند و تراکم آنها، اختلافی با هم ندارد. در شکل زیر، بار سمت راست با علامت مثبت و بار سمت چپ با علامت منفی در نظر گرفته شده است.



مطابق شکل زیر، بار الکتریکی مثبت q را در یک میدان الکتریکی یکنواخت در مسیر $ABCD$ از نقطه A تا D

جابه‌جا می‌کنیم. (۰/۲۵ نمره)



الف) کار نیروی الکتریکی در کدام قسمت از مسیر صفر است؟

ب) انرژی پتانسیل الکتریکی این بار در قسمت CD از مسیر چگونه تغییر می‌کند؟

پ) پتانسیل الکتریکی نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید.

راهنمای تصحیح >> الف) BC (۰/۲۵)

ب) کاهش می‌یابد (۰/۲۵)

پ) $V_B > V_A$ (۰/۲۵)

درس Box

۱) اگر بار کوچک و مثبت q موسوم به بار آزمون در میدان الکتریکی $\vec{E}$ قرار گیرد، نیروی الکتریکی $\vec{F}$ در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ بر آن وارد می‌شود.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Rightarrow E = \frac{F}{q}$$

E = اندازه میدان الکتریکی (N/C)

F = اندازه نیرو (N)

اگر به جای q بار دیگری با علامت منفی در میدان الکتریکی $\vec{E}$ قرار گیرد، نیروی $\vec{F}$ در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ بر آن وارد می‌شود.

۲) کار نیروی الکتریکی وارد بر یک ذره باردار، در هر میدان الکتریکی ($\vec{E}$) و در یک جابه‌جایی مشخص، برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در همان جابه‌جایی است. یعنی:

$$\Delta U_E = -W_E$$

W_E = کار نیروی الکتریکی (J)

ΔU_E = تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی (J)

اگر نیروی ثابت $\vec{F}_E$ از طرف میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ بر بار ذره‌ای q اثر کند، کار این نیرو در جابه‌جایی $\vec{d}$ و تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره باردار، به صورت زیر به دست می‌آیند:

$$W_E = F_E d \cos \theta = |q| E d \cos \theta$$

θ = زاویه بین نیروی $\vec{F}_E$ و جابه‌جایی $\vec{d}$

$$\Delta U_E = -|q| E d \cos \theta$$

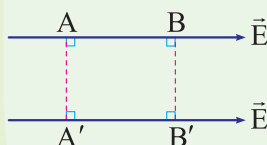
• رابطه فوق چه برای ذره مثبت و چه برای ذره منفی برقرار است.

• W_E و ΔU_E بین دو نقطه مشخص به مسیر حرکت بستگی ندارند بلکه به جابه‌جایی $\vec{d}$ بین آن دو نقطه وابسته‌اند.

$$\cos 90^\circ = 0 \Rightarrow \Delta U_E = 0, W_E = 0$$

• اگر بار عمود بر جهت میدان جابه‌جا شود:

۳) با حرکت در جهت میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و برعکس، با حرکت در خلاف جهت میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد. این موضوع مستقل از نوع و اندازه بار جابه‌جا شده بین دو نقطه است. هم‌چنین با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.



$$V_B = V_{B'}, V_A = V_{A'}, V_B < V_A$$

پاسخ خیلی تشریحی ✓

الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار مثبت q در جهت میدان الکتریکی است. بنابراین وقتی بار مثبت q در مسیر BC حرکت می‌کند، نیروی الکتریکی بر جابه‌جایی عمود است. ($\theta = 90^\circ$)

$$W_E = F_E d_{BC} \cos 90^\circ \Rightarrow W_E = 0$$

ب) در مسیر CD داریم:

$$W_E = F_E d_{CD} \cos 0^\circ \Rightarrow W_E > 0$$

$$\Delta U_E = -W_E \xrightarrow{W_E > 0} \Delta U_E < 0$$

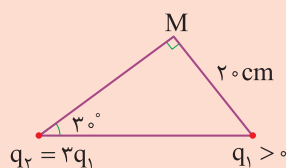
در نتیجه انرژی پتانسیل الکتریکی از C تا D کاهش می‌یابد.

پ) از A تا B در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی حرکت کرده‌ایم. پس پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

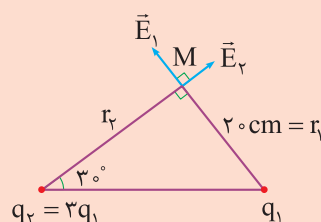
$$(V_B > V_A)$$

در شکل مقابل، بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطه M برابر $9000\sqrt{2} \text{ N/C}$ است. اندازه بار q_1 چند

نانوکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$ (۱/۵ نمره)



راهنمای تصحیح



$$\tan 30^\circ = \frac{r_1}{r_2} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{20}{r_2} \Rightarrow r_2 = 20\sqrt{3} \text{ cm} \quad (0/25)$$

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = k \frac{q_1}{(20 \times 10^{-2})^2} = \frac{kq_1}{4 \times 10^{-2}} \quad (0/25)$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} = \frac{k \times 3q_1}{(20\sqrt{3} \times 10^{-2})^2} = \frac{k \times 3q_1}{3 \times 4 \times 10^{-2}} = \frac{kq_1}{4 \times 10^{-2}} \quad (0/25)$$

$$E_T = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \xrightarrow{E_1=E_2} E_T = \sqrt{2}E_1 = E_1\sqrt{2} \quad (0/25)$$

$$\Rightarrow 9000\sqrt{2} = E_1\sqrt{2} \Rightarrow E_1 = 9000 \text{ N/C} \quad (0/25)$$

$$E_1 = \frac{kq_1}{4 \times 10^{-2}} \Rightarrow 9000 = \frac{9 \times 10^9 q_1}{4 \times 10^{-2}} \Rightarrow q_1 = 40 \times 10^{-9} \text{ C} = 40 \text{ nC} \quad (0/25)$$

(صفحه ۱۲)

درس Box

میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار:

می‌خواهیم میدان الکتریکی حاصل از بار ذره‌ای q را در نقطه‌ای به فاصله r از آن به دست آوریم:

$$E = k \frac{|q|}{r^2}$$

E = اندازه میدان الکتریکی (N/C)

$$\text{ثابت کولن} = k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

q = بار الکتریکی‌ای که میدان را ایجاد کرده است. (C)

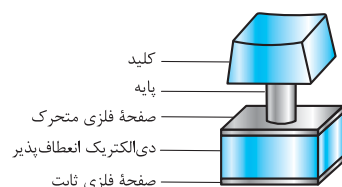
r = فاصله بار q تا نقطه‌ای که میدان الکتریکی را در آن نقطه می‌خواهیم. (m)

• جهت بردار میدان الکتریکی $\vec{E}$ همان‌طور که قبلاً گفته شد، هم‌جهت با نیروی الکتریکی وارد بر بار آزمون مثبت q است که به طور فرضی در آن نقطه قرار می‌گیرد. پس جهت میدان الکتریکی، از بارهای مثبت رو به خارج و به سوی بارهای منفی است.

پاسخ خیلی تشریحی ✓ میدان‌های الکتریکی $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ هم‌اندازه هستند و علاوه بر آن، بر هم عمودند. توجه کنید که اگر $q_1 < 0$ بود،

تأثیری در جواب نهایی مسئله نداشت بلکه فقط جهت میدان‌های الکتریکی $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ برعکس می‌شد.

یکی از کلیدهای رایانه‌ای مطابق شکل زیر است. اگر با فشردن این کلید، فاصله بین دو صفحه فلزی آن ۴۰ درصد کاهش یابد و اختلاف پتانسیل میان این دو صفحه ثابت بماند، با محاسبه نشان دهید که هر یک از کمیت‌های ظرفیت و انرژی ذخیره‌شده در آن، چند برابر می‌شوند؟ (۱ نمره)



۵

راهنمای تصحیح

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{d_1}{0.6d_1} = \frac{1}{0.6} = \frac{5}{3} \quad (۰/۲۵)$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{5}{3} \quad (۰/۲۵)$$

(صفحه ۳۶)

رابطه ظرفیت خازن براساس مشخصات ساختاری آن:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

C = ظرفیت خازن (F فاراد)

κ = ثابت دی‌الکتریک

ϵ_0 = ضریب گذردهی الکتریکی خلأ $= 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$

A = مساحت متقابل صفحه‌ها (m^2)

d = فاصله جدایی صفحه‌ها (m)

• ظرفیت خازن تخت با ثابت دی‌الکتریک و مساحت سطح متقابل صفحه‌ها نسبت مستقیم دارد ولی با فاصله دو صفحه از یکدیگر نسبت وارون دارد.

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2}$$

انرژی خازن:

وقتی یک خازن خالی توسط باتری شارژ می‌شود، دائماً بار از یک صفحه خازن به صفحه دیگر منتقل می‌شود و اختلاف پتانسیل دو سر خازن به طور یکنواخت از صفر تا V افزایش می‌یابد. باتری روی این بار منتقل شده کار انجام می‌دهد.

این کار به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی فضای بین صفحه‌های خازن ذخیره می‌شود و به انرژی خازن موسوم است. یعنی نیمی از انرژی‌ای که مولد مصرف می‌کند، در خازن ذخیره می‌شود.

$$U_{\text{خازن}} = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

خازن U = انرژی خازن (J)

C = ظرفیت خازن (F فاراد)

Q = بار الکتریکی ذخیره شده در خازن (C)

V = اختلاف پتانسیل دو سر خازن (V)

در مورد رابطه‌هایی که با آن‌ها انرژی خازن را به دست می‌آوریم، باید توجه داشت که انتخاب رابطه مناسب بستگی به این دارد که داده‌های سؤال چه کمیت‌هایی باشند. مثلاً در اینجا چون اختلاف پتانسیل میان دو صفحه

خازن ثابت مانده است، از رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ برای مقایسه انرژی استفاده می‌کنیم.

پاسخ خیلی تشریحی

در شکل زیر، نیروی الکتریکی خالص وارد بر هر بار الکتریکی صفر است. اگر $\frac{q_3}{q_1} = \frac{1}{9}$ باشد، نسبت $\frac{q_2}{q_3}$ را به

دست آورید. (۲۵/۱ نمره)



راهنمای تصحیح

$$\underbrace{F_{12} = F_{22}}_{(۰/۲۵)} \Rightarrow \underbrace{k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2}}_{(۰/۲۵)} = \underbrace{k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2}}_{(۰/۲۵)} \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_3|} = \left(\frac{r_{12}}{r_{23}}\right)^2 = 9$$

$$\Rightarrow r_{12} = 3r_{23} \quad (۰/۲۵)$$

$$\underbrace{F_{21} = F_{31}}_{(۰/۲۵)} \Rightarrow k \frac{|q_2||q_1|}{r_{12}^2} = k \frac{|q_3||q_1|}{r_{13}^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{(3r_{23})^2} = \frac{|q_3|}{(4r_{23})^2}$$

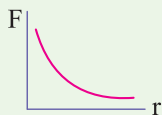
$$\Rightarrow \frac{|q_2|}{9} = \frac{|q_3|}{16} \Rightarrow \frac{q_2}{q_3} = -\frac{9}{16} \quad (۰/۲۵) \quad (\text{صفحه‌های ۶ و ۸})$$

قانون کولن:

درس Box

اندازه نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار نقطه‌ای که در راستای خط مستقیم بین آن‌ها اثر می‌کند با حاصل ضرب بزرگی آن‌ها متناسب است و با مربع فاصله بین آن‌ها نسبت وارون دارد.

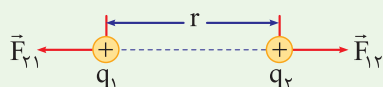
$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$



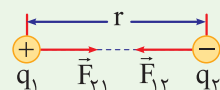
$F =$ اندازه نیروی الکتریکی (N)

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N.m}^2 = \text{ضریب گذردهی الکتریکی خلأ}$$



q_1 و q_2 = بارهای الکتریکی نقطه‌ای (C)



r = فاصله بین دو بار (m)

• اگر دو بار ذره‌ای q_1 و q_2 به فاصله r از یکدیگر قرار گیرند و بخواهیم نقطه‌ای را روی خط واصل دو بار یا امتداد آن تعیین کنیم به گونه‌ای که بار سوم q_3 در آن‌جا به حالت تعادل بماند یعنی نیروی خالص وارد بر آن صفر شود، نقطه مورد نظر:

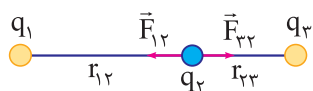
(۱) در صورتی که q_1 و q_2 همنام باشند بین آن دو و اگر ناهمنام باشند خارج از فاصله آن دو قرار می‌گیرد.

(۲) همواره به باری نزدیک‌تر است که اندازه آن کوچک‌تر است.

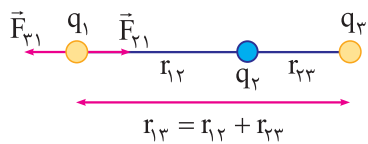
$$F_{13} - F_{23} = 0 \Rightarrow F_{13} = F_{23} \Rightarrow k \frac{|q_1||q_3|}{r_1^2} = k \frac{|q_2||q_3|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

• وقتی سه ذره باردار در یک راستا قرار گیرند و هر سه در حال تعادل باشند (نیروی خالص وارد بر هر یک از آن‌ها صفر باشد)، همواره بار میانی با دو بار الکتریکی دیگر، ناهمنام است.

پاسخ خیلی تشریحی ✓ به کمک تعادل بار q_2 ، رابطه‌ای بین فاصله‌های r_{12} و r_{23} به دست می‌آوریم:



سپس رابطه تعادل بار q_1 را می‌نویسیم تا نسبت $\frac{q_2}{q_3}$ به دست آید:



۷

با توجه به جدول سری تریبوالکتریک روبه‌رو اگر جسم A را با پارچهٔ کتان، B را با پارچهٔ ابریشمی و C را با

پارچهٔ پشمی مالش دهیم به سؤالات زیر پاسخ دهید: (۷۵٪ نمره)

انتهای مثبت
جسم A
پارچهٔ پشمی
جسم B
پارچهٔ ابریشمی
جسم C
پارچهٔ کتان
انتهای منفی

الف) نوع نیروی الکتریکی بین دو جسم A و C چگونه است؟

ب) اگر جسم B را به کلاهک یک الکتروسکوپ که بار مثبت دارد نزدیک کنیم، زاویهٔ بین ورقه‌های آن چه تغییری می‌کند؟

پ) اگر دو جسم B و C رسانا باشند و آن‌ها را به هم تماس دهیم، الکترون‌ها از کدام جسم به دیگری منتقل می‌شوند؟

راهنمای تصحیح

الف) ربایشی (۲۵٪) (صفحه‌های ۳ و ۶)

ب) افزایش می‌یابد (۲۵٪) (صفحه‌های ۳ و ۴)

پ) از جسم C به B (۲۵٪) (صفحهٔ ۴)

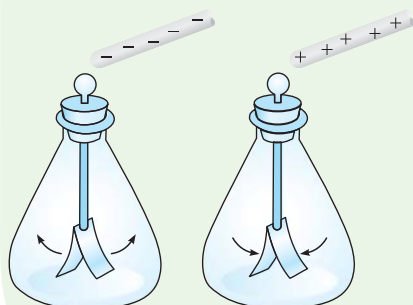
درس‌Box

● به دست آوردن یا از دست دادن الکترون توسط دو جسمی که به یکدیگر مالش داده شده‌اند براساس جدول تریبوالکتریک (سری الکتریسیتهٔ مالشی) معلوم می‌شود. در این جدول مواد پایین‌تر الکترون‌خواهی بیشتری دارند. مثلاً لاستیک نسبت به شیشه الکترون‌خواهی بیشتری دارد.

انتهای مثبت سری
شیشه
پشم
ابریشم
لاستیک
انتهای منفی سری

الکتروسکوپ:

وسیله‌ای است که از آن برای تشخیص وجود بار الکتریکی در یک جسم و نوع آن و همچنین رسانا یا نارسنا بودن اجسام استفاده می‌شود.



پاسخ خیلی تشریحی ✓

با توجه به سری الکتریسیتهٔ مالشی (تریبوالکتریک) داده شده بار الکتریکی جسم‌های A، B و C پس از مالش به صورت زیر است:

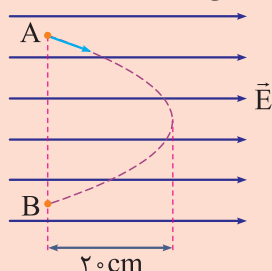
$$q_A > 0, \quad q_B > 0, \quad q_C < 0$$

الف) دو جسم A و C دارای بارهای ناهمنام هستند و یکدیگر را می‌ربایند.

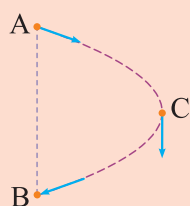
ب) چون بار جسم B و بار الکتروسکوپ، همنام هستند، زاویهٔ بین ورقه‌ها افزایش می‌یابد.

پ) الکترون‌ها از جسمی که بار منفی دارد به جسمی که بار مثبت دارد منتقل می‌شوند.

مطابق شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E} = (5 \times 10^4 \text{ V/m}) \vec{i}$ ذره‌ای به جرم $g/2$ با تندی 5 m/s از نقطه A پرتاب شده و پس از طی مسیر نشان داده شده، به نقطه B می‌رسد. اگر کمینه تندی ذره در این مسیر 4 m/s باشد، بار ذره چند نانوکولن است؟ (از وزن ذره و مقاومت هوا چشم‌پوشی شود.) (۱ نمره)



راهنمای تصحیح



$$\underbrace{W_t = \Delta K}_{(0/25)} \xrightarrow{W_t = W_E} |q| E d \cos \theta = \frac{1}{2} m (v_C^2 - v_A^2) \quad (0/25)$$

$$\Rightarrow \underbrace{|q| \times 5 \times 10^4 \times (0/2) \times (-1)}_{(0/25)} = \frac{1}{2} (0/2 \times 10^{-3}) (16 - 25) \Rightarrow |q| = 9 \times 10^{-8} \text{ C} = 90 \text{ nC}$$

$$\Rightarrow q = -90 \text{ nC} \quad (0/25) \quad (q < 0 \text{ زیرا نیروی وارد بر بار } q \text{ در خلاف جهت میدان است.})$$

(صفحه ۲۳)

• اگر نیروی ثابت $\vec{F}_E$ از طرف میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ بر بار ذره‌ای q اثر کند، کار این نیرو در جابه‌جایی $\vec{d}$ از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$W_E = F_E d \cos \theta = |q| E d \cos \theta$$

$$\theta = \text{زاویه بین نیروی } \vec{F}_E \text{ و جابه‌جایی } \vec{d}$$

تغییرات انرژی جنبشی و تندی یک بار الکتریکی:

اگر تنها نیروی وارد بر بار q ، نیروی حاصل از میدان الکتریکی باشد، طبق قضیه کار - انرژی می‌توان نوشت:

$$\Delta K = W_E = -\Delta U_E$$

پاسخ خیلی تشریحی ✓ تنها نیرویی که در این جا، کار انجام می‌دهد، نیروی الکتریکی است. بنابراین $W_t = W_E$ است. مؤلفه قائم سرعت، ثابت است اما مؤلفه افقی سرعت در نقطه C صفر است. پس کمینه تندی ذره در نقطه C است.

با استفاده از عبارت‌های داخل جعبه، جمله‌های زیر را کامل کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید. (دو مورد اضافی

است.) (۱ نمره)

نیروی الکتریکی - میدان الکتریکی - جذب - خنثی - دفع - پتانسیل الکتریکی

الف) کمیتی نرده‌ای است.

ب) گرده‌ها به واسطه از یک گل به زنبور و از زنبور به گل دیگر منتقل می‌شوند.

پ) یک میله شیشه‌ای دارای بار مثبت، خرده‌های کاغذ را می‌کند.

ت) برای دو ذره باردار با بارهای الکتریکی $2q$ و $3q$ که در مجاورت هم قرار دارند، اندازه که بر یکدیگر وارد می‌کنند، یکسان است.

راهنمای تصحیح

الف) پتانسیل الکتریکی (۲/۲۵) (صفحه ۲۳)

ب) میدان الکتریکی (۰/۲۵) (صفحه ۱۹)

پ) جذب (۰/۲۵) (صفحه ۴۴)

ت) نیروی الکتریکی (۰/۲۵) (صفحه ۶)

کرتس Box

نیروی الکتریکی:

نیرویی است که بارهای الکتریکی بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر بارهای الکتریکی همنام باشند، این نیرو از نوع دافعه و اگر ناهمنام باشند از نوع جاذبه است.

باید توجه داشت که یک جسم باردار و یک جسم خنثی نیز می‌توانند بر هم نیروی ربایش وارد کنند.

• بنا به قانون سوم نیوتون نیروهایی که دو ذره باردار به هم وارد می‌کنند، هم‌اندازه، هم‌راستا و در خلاف جهت هم‌دیگرند.

$F_2 = \text{اندازه نیرویی که ذره اول به ذره دوم وارد می‌کند.}$

$F_1 = \text{اندازه نیرویی که ذره دوم به ذره اول وارد می‌کند.}$

$$\vec{F}_2 = -\vec{F}_1$$

$$F_2 = F_1$$

الف) پتانسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی، کمیت‌های نرده‌ای هستند.

ب) زنبورها در حین پرواز دارای بار مثبت می‌شوند و بارهای مثبت و منفی را روی گرده‌ها القا می‌کنند.

پ) میله شیشه‌ای با میدان الکتریکی که ایجاد می‌کند، مولکول‌های کاغذ را قطبیده می‌کند طوری که بارهای منفی مولکول‌های کاغذ به سمت میله که دارای بار مثبت است قرار می‌گیرند و بارهای مثبت مولکول‌های کاغذ در طرف دورتر از میله قرار می‌گیرند. بارهای ناهمنام چون در فاصله کم‌تری قرار می‌گیرند، ربایش از رانش قوی‌تر بوده و خرده‌های کاغذ، جذب می‌شوند.

ت) اندازه نیروی الکتریکی که دو جسم باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند، طبق قانون سوم نیوتون، یکسان است.

پاسخ‌خیلی تشریحی

۱۰ چگالی سطحی یک مکعب فلزی به ضلع ۴۰ cm برابر با $۲/۵ \times ۱۰^{-۳} \mu C/m^2$ است. بار الکتریکی این مکعب، چند نانوکولن است؟ (از تجمع بار بر روی لبه‌ها چشم‌پوشی شود). (۷۵/۰ نمره)

راهنمای تصحیح

$$\sigma = \frac{Q}{A} \xrightarrow[A=۶(۰/۴)^2=۰/۹۶ m^2]{\sigma=۲/۵ \times ۱۰^{-۹} C/m^2} ۲/۵ \times ۱۰^{-۹} = \frac{Q}{۰/۹۶} \quad (۷۵/۰)$$

(۰/۲۵)

$$\Rightarrow Q = ۲/۴ \times ۱۰^{-۹} C = ۲/۴ nC \quad (۷۵/۰) \quad (صفحه ۲۹)$$

چگالی سطحی بار الکتریکی رسانا:

تراکم بار الکتریکی در سطح یک جسم را چگالی سطحی بار الکتریکی آن جسم می‌گوییم.

$$\sigma = \frac{Q}{A}$$

σ = چگالی سطحی بار (C/m^2)

Q = بار الکتریکی موجود در سطح (C)

A = مساحت سطحی که بار روی آن توزیع شده است (m^2)

درس‌Box

الف) فروریزش الکتریکی در یک خازن را شرح دهید. (۵-نمره)

ب) دو نوع دی الکتریک را نام ببرید و برای هر یک مثالی بزنید. (۱-نمره)

۱۱

راهنمای تصحیح

الف) اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن از بیشینه ولتاژ قابل تحمل برای آن خازن بالاتر برود (۲۵٪)، تعدادی از الکترون‌های اتم‌های ماده دی الکتریک، توسط میدان الکتریکی قوی ایجاد شده بین دو صفحه، کنده شده و مسیرهایی رسانا درون دی الکتریک ایجاد می کنند که سبب تخلیه خازن می شود. (۲۵٪) (صفحه ۳۸)

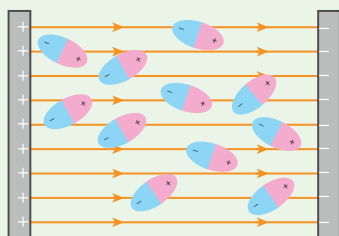
ب) قطبی (۲۵٪) مثل آب (۲۵٪) یا NH_3 یا HCl

غیرقطبی (۲۵٪) مثل متان (۲۵٪) یا بنزن (صفحه ۳۴)

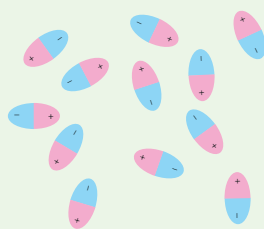
درس Box

۱) اگر دی الکتریک قطبی باشد (مانند H_2O ، NH_3 و HCl)

مولکول‌های دوقطبی دی الکتریک که قبلاً سمت گیری نامنظمی داشتند حالا می کوشند تا با چرخش، خود را در جهت میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن هم ردیف کنند.



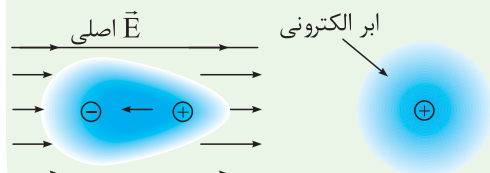
ب) در حضور میدان الکتریکی، مولکول‌های قطبی می کوشند خود را در جهت میدان الکتریکی خارجی هم ردیف کنند.



الف) در نبود میدان الکتریکی، سمت گیری مولکول‌های دوقطبی نامنظم است.

۲) اگر دی الکتریک غیرقطبی باشد (مانند متان و بنزن)

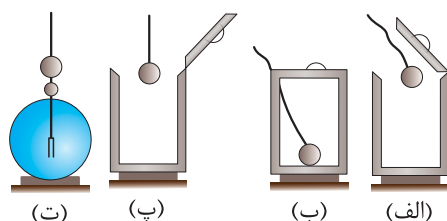
مولکول‌های آن قطبیده می شوند یعنی میدان الکتریکی اعمال شده باعث می شود که ابر الکترونی مولکول‌های دی الکتریک در خلاف جهت میدان جابه جا شوند و به این ترتیب مرکز بارهای مثبت و منفی مولکول‌ها از هم جدا شوند.



به کمک آزمایش فاراده نشان دهید که بارهای الکتریکی اضافی یک رسانا، روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود. (انمره)

راهنمای تصحیح

ظرف رسانایی با درپوش فلزی را در نظر بگیرید که روی پایه نارسانایی قرار دارد و روی درپوش آن دسته‌ای عایق نصب شده است. ابتدا ظرف بدون بار است. یک گوی فلزی را که از نخ عایقی آویزان است باردار و سپس وارد ظرف می‌کنیم (شکل الف) (۰/۲۵) اکنون گوی را با کف ظرف تماس می‌دهیم و سپس درپوش فلزی را می‌بندیم (شکل ب) (۰/۲۵). آن‌گاه درپوش فلزی را با دسته عایقش برمی‌داریم (شکل پ) (۰/۲۵). پس از خارج کردن گوی فلزی از ظرف، آن را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود عقربه الکتروسکوپ تکان نمی‌خورد (شکل ت) (۰/۲۵). هم‌چنین اگر ظرف را به الکتروسکوپ نزدیک کنیم، مشاهده می‌شود که عقربه‌های الکتروسکوپ از هم فاصله می‌گیرند. (صفحه‌های ۲۷ و ۲۸)



به هریک از سوالات زیر، پاسخ کوتاه دهید: (۰/۷۵ نمره)

الف) شخصی که داخل اتومبیل است از خطر آذرخش در امان می‌ماند، این موضوع به کدام اصطلاح فیزیکی مربوط است؟

ب) اگر در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی آن چه تغییری می‌کند؟

پ) دستگاهی که برای توقف لرزش بطنی افراد دچار حمله قلبی به کار می‌رود چه نام دارد؟

راهنمای تصحیح

الف) قفس فاراده (۰/۲۵) (صفحه ۲۹)

ب) افزایش می‌یابد. (۰/۲۵) (صفحه ۲۵)

پ) دفیبریلاتور یا دستگاه رفع لرزش نامنظم قلب (۰/۲۵) (صفحه ۴۰)

پاسخ خیلی تشریحی

الف) بدنه فلزی اتومبیل در مقابل آذرخش مانند قفس فاراده عمل می‌کند. یعنی بارهای الکتریکی اضافی روی بدنه اتومبیل قرار گرفته و شخصی که داخل اتومبیل است، در امان می‌ماند.

ب) اگر در جهت خطوط میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و برعکس.

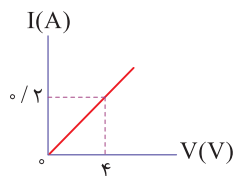
پ) توانایی خازن برای ذخیره انرژی پتانسیل الکتریکی، اساس کار دستگاه‌های رفع لرزشی است که برای توقف لرزش بطنی افراد دچار حمله قلبی به کار می‌رود. در این بیماری، انقباض و انقباض ناهماهنگ قلب باعث می‌شود خون به درستی به مغز فرستاده نشود. در این دستگاه یک باتری، خازنی را تا اختلاف پتانسیل حدود $6kV$ باردار می‌کند. صفحه‌های رابط (کفشک‌ها) روی قفسه سینه بیمار قرار داده می‌شوند و خازن بخشی از انرژی ذخیره شده خود را از طریق کفشک‌ها به بدن بیمار منتقل می‌کند. هدف از این کار این است که قلب به طور موقت از کار بیفتد و پس از آن با آهنگ منظم و طبیعی خود به کار افتد.



۱۴

نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا به صورت زیر داده شده است. اگر به دو سر این رسانا

اختلاف پتانسیل ۱۶ V وصل کنیم، در هر دقیقه چند الکترون از آن عبور می‌کند؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$) (۰/۷۵ نمره)



راهنمای تصحیح

$$R = \frac{V_1}{I_1} = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{4}{0.2} = \frac{16}{I} \Rightarrow I = 0.8 \text{ A} \quad (0.25) \quad (\text{صفحه‌های ۴۹ و ۵۰})$$

$$n = \frac{\Delta q}{e} = \frac{I \Delta t}{e} \Rightarrow n = \frac{0.8 \times 60}{1/6 \times 10^{-19}} = 30 \times 10^{19} = 3 \times 10^{20} \quad (0.25) \quad (\text{صفحه‌های ۴ و ۴۷})$$

(۰/۲۵)

۱) بار الکتریکی که از یک رسانا عبور می‌کند، مضرب درستی از بار بنیادی (e) است.

$$\Delta q = ne$$

$$\Delta q = \text{بار الکتریکی عبور کرده (C)}$$

$$n = \text{تعداد الکترون‌ها}$$

$$e = \text{بار بنیادی} = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

۲) اگر بار خالص Δq در بازه زمانی Δt از یک مقطع رسانا بگذرد و آهنگ $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ در تمام لحظه‌ها ثابت بماند، جریان حاصل نیز ثابت است.

$$I = \text{جریان الکتریکی (A)}$$

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

$$\Delta q = \text{بار الکتریکی (C)}$$

$$\Delta t = \text{بازه زمانی (s)}$$

قانون اهم:

در دمای ثابت، نسبت اختلاف پتانسیل برخی وسیله‌ها که جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهند به جریانی که از آن‌ها می‌گذرد، مقدار ثابتی است.

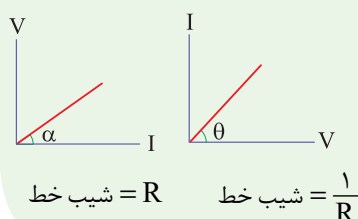
$$\frac{V}{I} = R \Rightarrow V = IR$$

چنین وسیله‌هایی را مقاومت یا رسانای اهمی می‌گوییم.

$$V = \text{اختلاف پتانسیل (V)}$$

$$I = \text{جریان الکتریکی (A)}$$

$$R = \text{مقاومت الکتریکی } (\Omega)$$



الف) با توجه به این که شیب خط نمودار داده شده ثابت است، جریان با اختلاف پتانسیل متناسب است. ✓ پاسخ خیلی تشریحی

ب) از ترکیب دو رابطه $\Delta q = I \Delta t$ و $\Delta q = ne$ می‌توان نوشت:

$$I \Delta t = ne \Rightarrow n = \frac{I \Delta t}{e}$$

۱۵

مقاومت الکتریکی یک سیم فلزی از جنس نقره به قطر قاعده ۱/۲ cm برابر با R است. اگر این سیم را ذوب

کنیم و با آن، سیم دیگری به قطر قاعده ۴ mm بسازیم، مقاومت الکتریکی آن چند R خواهد بود؟ (۱/۲۵ نمره)

راهنمای تصحیح (صفحه ۵۲)

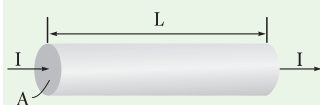
$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R'}{R} = \frac{\rho'}{\rho} \times \frac{L'}{L} \times \frac{A}{A'} \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{AL}{A'L'} = \frac{L'}{L} = \frac{A}{A'} = \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{\frac{\pi d'^2}{4}} = \left(\frac{d}{d'}\right)^2 = \left(\frac{12}{4}\right)^2 = 9 \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \frac{R'}{R} = \frac{L'}{L} \times \frac{A}{A'} = 9 \times 9 = 81 \quad (۰/۲۵)$$

مقاومت الکتریکی یک جسم در دمای ثابت:

مقاومت الکتریکی یک جسم در دمای ثابت، با طول و جنس آن نسبت مستقیم دارد ولی با مساحت سطح مقطع آن، رابطه عکس دارد.



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

R = مقاومت الکتریکی (Ω)

ρ = مقاومت ویژه ($\Omega.m$)

L = طول جسم (m)

A = مساحت سطح مقطع (که در امتداد جسم ثابت فرض می شود) (m^2)

$$A = \pi r^2$$

• اگر مقطع عبور جریان، دایره ای به شعاع r باشد:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

• برای مقایسه دو حالت مختلف می توان نوشت:

پاسخ خیلی تشریحی ✓

وقتی یک سیم فلزی ذوب شده و با همان مقدار فلز، سیم دیگری ساخته می شود، جرم، جنس و حجم سیم تغییر نمی کند ولی طول و مساحت قاعده آن عوض می شود. در این جا سیم در حالت دوم، نازک تر و بلندتر شده است. بنابراین مقاومت الکتریکی آن افزایش قابل توجهی داشته است.

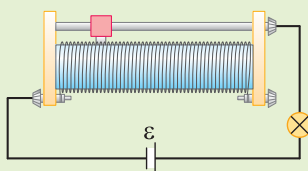
۱۶

الف) مقدار مقاومت نشان داده شده در شکل روبه‌رو چند اهم است؟ (از مقدار مجاز انحراف صرف نظر شود.) (۵/نمره)



کد رنگی مقاومت‌ها: زرد (۴)، سبز (۵)، قرمز (۲)

ب) در شکل مقابل یک رئوستا و یک لامپ به یک باتری متصل شده‌اند. اگر لغزنده رئوستا به سمت راست حرکت کند، نور لامپ چه تغییری می‌کند؟ (۲۵/نمره)

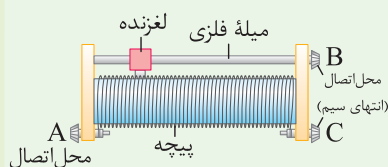


$$R = \overline{ab} \times 10^n = 54 \times 10^2 = 5400 \, \Omega \quad (۲۵/۰)$$

راهنمای تصحیح >> الف)

ب) کاهش می‌یابد. (۲۵/صفحه‌های ۵۷ و ۵۸)

رئوستا نوعی مقاومت پیچ‌ای متغیر است که از سیم یا ماده‌ای با مقاومت ویژه نسبتاً زیاد ساخته می‌شود. در یکی از انواع رئوستا (رئوستای خطی)، این سیم روی استوانه‌ای نارسانا پیچیده شده و با استفاده از دگمه‌ای لغزنده که روی ریلی در بالای استوانه قرار دارد و انتهای آن با سیم در تماس است می‌توان قسمت دلخواهی از سیم را در مسیر جریان قرار داد و بنابراین مقدار مقاومت را تغییر داد.



هنگامی که از خروجی B استفاده می‌کنیم، قسمتی از مقاومت رئوستا که سمت چپ لغزنده قرار دارد، در مدار قرار می‌گیرد. هر چه لغزنده به سمت راست برود، طول بیشتری از سیم پرمقاومت در مدار قرار گرفته و R افزایش می‌یابد. اما اگر از خروجی C استفاده کنیم، کل مقاومت رئوستا در مدار قرار گرفته و حرکت لغزنده تأثیری در اندازه مقاومت ندارد.

مقاومت‌های ترکیبی:

این نوع مقاومت‌ها معمولاً از کربن، برخی نیم‌رساناها، و یا لایه‌های نازک فلزی و در اندازه‌های خاص استاندارد ساخته می‌شوند. مقدار این مقاومت‌ها عمدتاً به صورت کدی رنگی نشان داده می‌شود که با ۳ یا ۴ حلقه رنگی روی آن‌ها مشخص شده است. هر رنگ معرف یک عدد است. برای خواندن مقاومت مورد نظر، حلقه تیرانس (طلایی یا نقره‌ای) را در سمت راست قرار می‌دهیم و حلقه‌های دیگر را از سمت چپ، به ترتیب رقم اول و دوم و سوم می‌نامیم.



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

a = رقم اول (دهگان)

b = رقم دوم (یکان)

n = رقم سوم یا ضریب

حلقه چهارم که تیرانس نامیده می‌شود، مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت را برحسب درصد مشخص می‌کند.

پاسخ خیلی تشریحی ✓

الف) با توجه به این که در متن سؤال از مقدار مجاز انحراف صرف نظر شده است، حلقه تلرانس در این سؤال عملاً روی اندازه مقاومت بی تأثیر است.

ب) هر چه لغزنده رئوستا به سمت راست می رود، مقاومت رئوستا افزایش می یابد در نتیجه جریان عبوری از لامپ، کاهش یافته و نور آن کم می شود.

نقائمی

الف) مقدار مقاومت نشان داده شده در شکل روبه رو چند اهم است؟ (۵/۵ نمره) (فردار ۱۴۰۴)

(از مقدار مجاز انحراف صرف نظر شود). کد رنگی مقاومت ها: سبز (۵)، سیاه (۰)



پاسخ: الف) (۵/۵) $50 \times 10^0 = 50 \Omega$

۱۷

مقاومت یک سیم مسی در دمای 20°C برابر با $40\ \Omega$ است. دمای آن را چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم تا

مقاومت الکتریکی آن به $46/8\ \Omega$ برسد؟ $(\alpha_{\text{Cu}} = 0/0068\ \text{K}^{-1})$ (۷۵-نمره)

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta T) \Rightarrow 46/8 = 40(1 + 0/0068\Delta T) \quad (0/25)$$

$$\Rightarrow 6/8 = 40 \times 0/0068\Delta T \Rightarrow \Delta T = 25^{\circ}\text{C} \quad (0/25)$$

(صفحه‌های ۵۳ و ۵۴)

راهنمای تصحیح

درس Box

وقتی دمای یک رسانای فلزی افزایش می‌یابد، ارتعاشات کاتوره‌ای اتم‌ها و یون‌های آن نیز افزایش می‌یابند. در نتیجه برخورد الکترون‌های آزاد با شبکهٔ اتمی رسانای فلزی نیز زیاد شده و مقاومت رسانا در برابر عبور جریان، بیشتر می‌شود.

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta T)$$

R_0 = مقاومت الکتریکی در دمای T_0 (مرجع) (Ω)

R = مقاومت الکتریکی در دمای T (Ω)

α = ضریب دمایی مقاومت ویژه $(\frac{1}{^{\circ}\text{C}})$ یا (K^{-1})

$\Delta T = T - T_0$ تغییر دما $(^{\circ}\text{C})$ یا (K)

در مورد رساناها، ضریب دمایی مقاومت ویژه (α) ، مثبت است اما در مورد نیم‌رساناها مانند ژرمانیم و سیلیسیم، این ضریب منفی است، یعنی با افزایش دما، مقاومت نیم‌رساناها کاهش می‌یابد. ✓ پاسخ خیلی تشریحی

در جدول زیر، برای هر گزاره از ستون اول، گزینه مناسب از ستون دوم را انتخاب کنید و در پاسخ برگ بنویسید.

(دو مورد در ستون دوم اضافی است.) (۱ نمره)

ستون اول	ستون دوم
الف) نوعی مقاومت که مقاومت الکتریکی آن، به نور تابیده شده بستگی دارد.	(۱) دیود
ب) نوعی مقاومت که نسبت به تغییر دما، به سرعت واکنش نشان می دهد.	(۲) LED
پ) قطعه ای است در مدار که جریان را تنها از یک سو عبور می دهد.	(۳) ابررسانا
ت) با توان الکتریکی مصرفی کم، نور زیادی تولید می کند.	(۴) LDR
	(۵) ترمیستور
	(۶) پتانسیومتر

راهنمای تصحیح

الف) «۴» یا LDR (صفحه ۵۹)

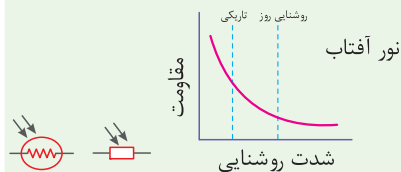
ب) «۵» یا ترمیستور (صفحه ۵۸)

پ) «۱» یا دیود (صفحه ۶۰)

ت) «۲» یا LED (صفحه ۶۰)

درس Box

۱) مقاومت های نوری (LDR): نوعی مقاومت هستند که مقاومت الکتریکی آن ها به نور تابیده شده به آن ها بستگی دارد. چون این نوع مقاومت ها از جنس نیم رساناهایی مانند سیلیسیم هستند با افزایش شدت نور، از مقاومت آن ها کاسته می شود.



از مقاومت های نوری می توان به عنوان کلید قطع و وصل در مدارهایی مانند چشم های الکترونیکی، دزدگیرها، کنترل کننده های خودکار و چراغ های روشنایی خیابان ها استفاده کرد زیرا در تاریکی مقاومت بالایی داشته و مانند کلید در حالت قطع عمل می کنند اما در نور بیشتر مقاومت کمی داشته و مانند کلید در حالت وصل عمل می کنند.

۲) دیودها: دیود قطعه ای است که هرگاه در مداری قرار گیرد، جریان را تنها از یک سو عبور می دهد و مقاومت آن در برابر عبور جریان در این سو ناچیز است اما در سوی مخالف مانند یک مقاومت بسیار بزرگ عمل می کند. به همین دلیل، دیود را اغلب به عنوان یک سوکننده جریان در نظر می گیرند و آن را با نماد $\rightarrow$ در مدارهای الکتریکی نشان می دهند.

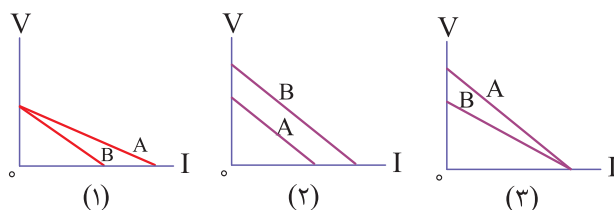
۳) ترمیستور: نوعی مقاومت است که نسبت به تغییرات دما، به سرعت واکنش نشان می دهد و مقاومت آن تغییر می کند. به همین دلیل به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش و دماپاها و نیز در دماسنج ها استفاده می شود.

۴) LED در مقایسه با لامپ های روشنایی معمولی، انرژی گرمایی زیادی تولید نکرده و توان الکتریکی مصرفی آن کم است در حالی که نور قابل ملاحظه ای تولید می کند و همچنین در مقایسه با لامپ های رشته ای عمر طولانی تری دارد به همین دلیل از آن ها در چراغ خودروها، روشنایی منازل، تابلوهای تبلیغاتی، نمایشگرهای LED و ... استفاده می شود.



هر یک از شکل‌های زیر، نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب جریان عبوری از دو مولد A و B را نشان می‌دهد.

(۷۵٪ نمره)



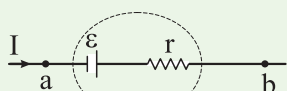
- الف) در کدام شکل، بیشینه جریان مولد B بیشتر از بیشینه جریان مولد A است؟
 ب) در کدام شکل، مقاومت درونی مولد A بزرگ‌تر از مقاومت درونی مولد B است؟
 پ) در کدام شکل، نیروی محرکه مولدها یکسان است؟

راهنمای تصحیح >> الف) شکل (۲) (۲۵٪)

ب) شکل (۳) (۲۵٪)

پ) شکل (۱) (۲۵٪) (صفحه ۶۳)

اختلاف پتانسیل دو سر باتری مولد:

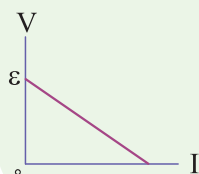


باتری مولد

$$V_a + \varepsilon - Ir = V_b$$

$$V_b - V_a = \varepsilon - Ir$$

$$V = \varepsilon - Ir$$



شیب خط $= -r$

$$I_{\max} = \frac{\varepsilon}{r}$$

پاسخ خیلی تشریحی ✓ در هر یک از شکل‌های داده شده عرض از مبدأ نمودار، همان نیروی محرکه مولد را نشان می‌دهد. بنابراین در

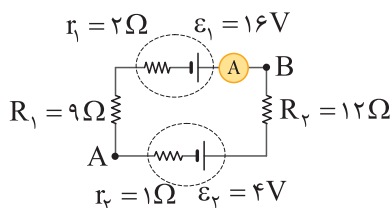
شکل (۱) نیروی محرکه مولدها یکسان است. یعنی $\varepsilon_A = \varepsilon_B$.

در شکل (۲) نمودار مربوط به مولد B، محور جریان را در فاصله دورتری از مبدأ قطع کرده است. بنابراین بیشینه جریان مولد B بیشتر است.

در شکل (۳) شیب خط مربوط به نمودار مولد A بیشتر است. یعنی A مقاومت درونی بزرگ‌تری دارد.

درس Box

۲۰ در مدار شکل زیر: (۷/۵ نمره)



- الف) آمپرسنج آرمانی چند آمپر را نشان می‌دهد؟
 ب) اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت است؟
 پ) اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B ($V_A - V_B$) چند ولت است؟

$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} = \frac{16 - 4}{9 + 12 + 2 + 1} = \frac{12}{24} = \frac{1}{2} \text{ A} \quad (۰/۲۵) \quad \text{الف (صفت ۶۶)}$$

$$V_1 = \varepsilon_1 - r_1 I = 16 - 2 \times \frac{1}{2} = 15 \text{ V} \quad (۰/۲۵) \quad \text{ب (صفت ۶۴)}$$

$$V_A - IR_1 - Ir_1 + \varepsilon_1 = V_B \quad (۰/۲۵) \quad \text{پ}$$

$$V_A - \frac{1}{2} \times 9 - \frac{1}{2} \times 2 + 16 = V_B \Rightarrow V_A - V_B = -10/5 \text{ V} \quad (۰/۲۵) \quad \text{صفت ۶۵}$$

محاسبه جریان در مدار تک حلقه:

$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_{eq} + r_1 + r_2}$$

I = جریان الکتریکی مدار (A)

ε_1 = نیروی محرکه باتری مولد (V)

ε_2 = نیروی محرکه باتری مصرف کننده (V)

R_{eq} = مجموع مقاومت های خارجی مدار (Ω)

r_1 = مقاومت درونی باتری مولد (Ω)

r_2 = مقاومت درونی باتری مصرف کننده (Ω)

محاسبه اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار:

ابتدا پتانسیل نقطه اول را می نویسیم. آن گاه از این نقطه روی مدار و در جهت دلخواه، به طور ذهنی به طرف نقطه دوم می رویم و ضمن گذر از هر قسمت، تغییر پتانسیل را می نویسیم تا به نقطه دوم برسیم. حاصل نوشته ها برابر پتانسیل نقطه دوم است.

الف) در یک مدار تک حلقه (که همه اجزای آن پشت سر هم بسته می شوند)، جریان الکتریکی در همه

قسمت های مدار یکسان و آمپرسنج آرمانی، این جریان را نشان می دهد.

ب) باتری (۱) در این مدار، نیروی محرکه بزرگتری نسبت به باتری (۲) دارد و در جهت مخالف هم بسته شده اند.

بنابراین باتری (۱) به عنوان مولد و باتری (۲) به عنوان مصرف کننده در مدار عمل می کنند. جهت جریان در مدار به گونه ای است که از پایانه مثبت باتری مولد خارج می شود.

پ) از نقطه A و هم جهت با جریان حرکت می کنیم و اختلاف پتانسیل ها را می نویسیم تا به نقطه B برسیم.

درس Box

پاسخ خیلی تشریحی ✓