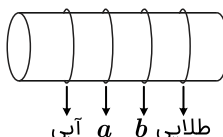
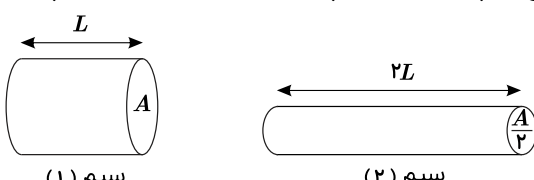
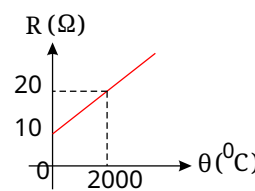
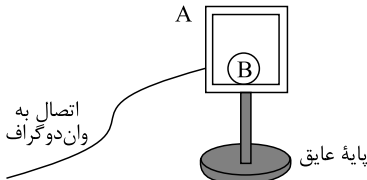
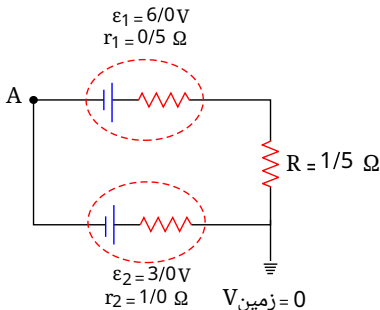
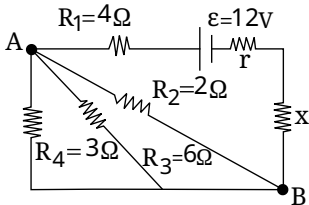
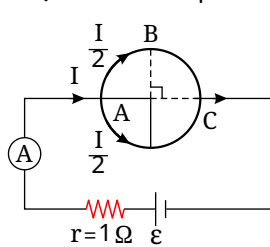
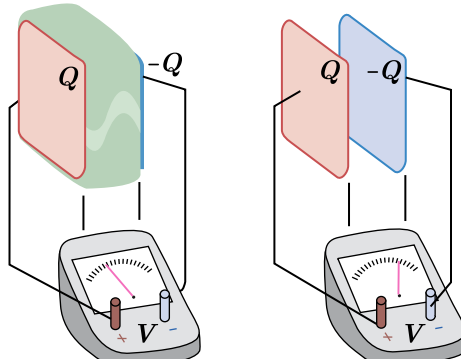
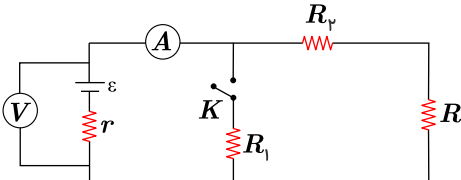
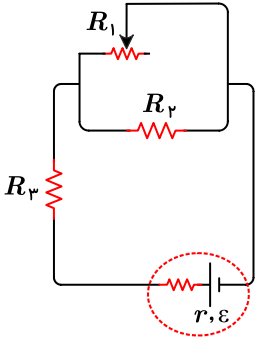
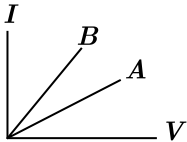


| ردیف                                | نمره                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |        |                                     |                |                              |                     |               |                  |   |                                |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------------------------------------|----------------|------------------------------|---------------------|---------------|------------------|---|--------------------------------|
| ۱                                   | <p>خازن تختی را به مولد وصل می‌کنیم و پس از پر شدن، از مولد جدا کرده و سپس فاصلهٔ صفحه‌های خازن را نصف می‌کنیم. در جدول زیر، هر عبارت از ستون A به یک عبارت از ستون B مرتبط است. آنها را مشخص کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید.</p> <table><tr><th>ستون A</th><th>ستون B</th></tr><tr><td>الف) بار الکتریکی ذخیره‌شده در خازن</td><td>۱ - نصف می‌شود</td></tr><tr><td>ب) اختلاف پتانسیل دو سر خازن</td><td>۲ - دو برابر می‌شود</td></tr><tr><td>پ) ظرفیت خازن</td><td>۳ - ثابت می‌ماند</td></tr><tr><td></td><td>۴ - <math>\frac{1}{4}</math> برابر می‌شود</td></tr></table>                                                                                                                         | ستون A | ستون B | الف) بار الکتریکی ذخیره‌شده در خازن | ۱ - نصف می‌شود | ب) اختلاف پتانسیل دو سر خازن | ۲ - دو برابر می‌شود | پ) ظرفیت خازن | ۳ - ثابت می‌ماند |   | ۴ - $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود |
| ستون A                              | ستون B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |        |                                     |                |                              |                     |               |                  |   |                                |
| الف) بار الکتریکی ذخیره‌شده در خازن | ۱ - نصف می‌شود                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |        |                                     |                |                              |                     |               |                  |   |                                |
| ب) اختلاف پتانسیل دو سر خازن        | ۲ - دو برابر می‌شود                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |        |                                     |                |                              |                     |               |                  |   |                                |
| پ) ظرفیت خازن                       | ۳ - ثابت می‌ماند                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |        |                                     |                |                              |                     |               |                  |   |                                |
|                                     | ۴ - $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |        |                                     |                |                              |                     |               |                  |   |                                |
| ۲                                   | <p>الف) مقاومت قطعه کربنی زیر <math>10^4 \times 65</math> اهم است. باتوجه به کدهای رنگی در جدول زیر، رنگ حلقه‌های a و b را تعیین کنید.</p> <table><tr><th>رنگ</th><th>آبی</th><th>سبز</th><th>زرد</th><th>نارنجی</th></tr><tr><th>کد</th><td>۶</td><td>۵</td><td>۴</td><td>۳</td></tr></table>  <p>طلایی b a آبی</p> <p>ب) شکل زیر، دو سیم مسی استوانه‌ای را در یک دما نشان می‌دهد. سطح مقطع سیم (۲) نصف سیم (۱) و طول آن دو برابر سیم (۱) است. نسبت مقاومت سیم (۲) به مقاومت سیم (۱) چقدر است؟</p>  <p>سیم (۱) سیم (۲)</p> | رنگ    | آبی    | سبز                                 | زرد            | نارنجی                       | کد                  | ۶             | ۵                | ۴ | ۳                              |
| رنگ                                 | آبی                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | سبز    | زرد    | نارنجی                              |                |                              |                     |               |                  |   |                                |
| کد                                  | ۶                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ۵      | ۴      | ۳                                   |                |                              |                     |               |                  |   |                                |
| ۳                                   | <p>نمودار تغییرات مقاومت یک رسانا برحسب دما، به طور تقریبی، مطابق شکل است. ضریب دمایی این رسانا را در (SI) به‌دست آورید.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |        |                                     |                |                              |                     |               |                  |   |                                |
| ۴                                   | <p>یک میلهٔ پلاستیکی را با پارچهٔ پشمی مالش می‌دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میلهٔ پلاستیکی <math>12.8nC</math> - می‌شود.</p> <p>الف) بار الکتریکی ایجاد شده در پارچه‌ی پشمی چقدر است؟</p> <p>ب) تعداد الکترون‌های منتقل‌شده از پارچهٔ پشمی به میلهٔ پلاستیکی را محاسبه کنید.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |        |                                     |                |                              |                     |               |                  |   |                                |
| ۵                                   | <p>هستهٔ آهن شعاعی در حدود <math>m \times 10^{-15} \times 4.0</math> دارد و تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است.</p> <p>الف) بزرگی نیروی دافعهٔ بین دو پروتون این هسته که به فاصلهٔ <math>m \times 10^{-15} \times 4.0</math> از هم قرار دارند چقدر است؟</p> <p>ب) اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصلهٔ <math>m \times 10^{-10} \times 1.0</math> از مرکز هسته چقدر است؟ (بار الکتریکی پروتون هم‌اندازهٔ بار الکترون است و <math>q_e = 1.6 \times 10^{-19}C</math>)</p>                                                                                                                                                                                                                    |        |        |                                     |                |                              |                     |               |                  |   |                                |
| ۶                                   | <p>اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ یک خازن را از ۲۸ ولت به ۴۰ ولت افزایش می‌دهیم. اگر با این کار ۱۵ میکروکولن بر بار ذخیره‌شده در خازن افزوده شود، ظرفیت خازن را حساب کنید.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |        |                                     |                |                              |                     |               |                  |   |                                |

| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۷    |      | <p>الف) چگالی سطحی بار الکتریکی را تعریف کنید.</p> <p>ب) مطابق شکل روبه‌رو ظرف رسانای توخالی <math>A</math> به یک وان دوگراف باردار متصل شده است و کره فلزی <math>B</math> درون آن قرار دارد. با ارائه دلیل توضیح دهید کره <math>B</math> دارای بار الکتریکی می‌شود یا خیر؟</p>                  |
| ۸    |      | <p>در شکل زیر</p> <p>الف) اختلاف پتانسیل دو سر مولدها را به دست آورید.</p> <p>ب) پتانسیل نقطه <math>A</math> را تعیین کنید.</p>                                                                                                                                                                 |
| ۹    |      | <p>لامپ یک چراغ قوه معمولی با ولتاژ <math>۲٫۹V</math> کار می‌کند و در این حالت جریان <math>A = ۳۰ \times 10^{-3}</math> از آن می‌گذرد. اگر مقاومت رشته تنگستنی این لامپ در دمای اتاق (<math>۲۰^{\circ}C</math>) برابر <math>۱٫۱\Omega</math> باشد، دمای این رشته وقتی که لامپ روشن است، چقدر می‌شود؟ ( <math>\alpha_{\text{تنگستن}} = ۴٫۵ \times 10^{-3} \frac{1}{K}</math> )</p> |
| ۱۰   |      | <p>دو بار الکتریکی هم‌نام و هم‌اندازه <math>q = ۶\mu C</math> در چه فاصله‌ای از هم قرار داشته باشند تا نیرویی به اندازه <math>۰٫۴N</math> بر هم وارد کنند؟</p> <p>( <math>k = ۹ \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}</math> )</p>                                                                                                                                                  |
| ۱۱   |      | <p>الف) در مدار مقابل اگر جریان مقاومت <math>R_4</math> برابر <math>۰٫۵A</math> باشد، جریان در بقیه مقاومت‌ها را حساب کنید.</p> <p>ب) اگر افت پتانسیل در مقاومت درونی مولد <math>۱٫۵V</math> باشد، مقاومت درونی مولد و مقاومت مجهول <math>x</math> را حساب کنید.</p>                           |
| ۱۲   |      | <p>الف) چگالی سطحی یک قطره جیوه به شعاع <math>۱mm</math> و بار الکتریکی <math>q = ۳۰\mu C</math> را محاسبه کنید. (<math>\pi \simeq ۳</math>)</p> <p>ب) اگر ۸ قطره مشابه را به هم بچسبانیم با فرض آنکه دوباره تشکیل یک کره دهند چگالی سطحی این کره چقدر خواهد بود؟</p>                                                                                                             |

| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۳   |      | <p>سیم یکنواختی به مقاومت ۲۰ اهم را مانند شکل به صورت یک حلقه درمی آوریم و دو سر قطر <math>AC</math> را به کمک سیم های رابط به دو پایانه یک باتری متصل می کنیم.</p>                                                                                                      |
|      |      | <p><b>الف</b> مقاومت معادل میان دو نقطه <math>A</math> و <math>C</math> چند اهم است؟</p>                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|      |      | <p><b>ب</b> اگر آمپرسنج ۲ آمپر را نشان دهد، نیروی محرکه باتری چقدر است؟</p>                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|      |      | <p><b>پ</b> اختلاف پتانسیل دو نقطه <math>A</math> و <math>B</math>، <math>V_A - V_B</math> چند ولت است؟</p>                                                                                                                                                                                                                                               |
| ۱۴   |      | <p>در شکل زیر صفحه های باردار یک خازن تخت را که بین آنها هواست، به ولت سنج وصل می کنیم. با وارد کردن دی الکتریک در بین صفحه ها، اختلاف پتانسیل دو صفحه کاهش می یابد. علت آن را توضیح دهید. (توجه کنید که این آزمایش با بیشتر ولت سنج های معمولی و رایج ممکن نیست.)</p>  |
| ۱۵   |      | <p>چگالی سطحی بار الکتریکی روی دو کره فلزی به شعاع های <math>R_1</math> و <math>R_2</math> با هم برابر است. اگر <math>\frac{R_1}{R_2} = \frac{2}{3}</math> باشد، نسبت بار الکتریکی دو کره <math>(\frac{Q_1}{Q_2})</math> چقدر است؟</p>                                                                                                                    |
| ۱۶   |      | <p>سه مقاومت الکتریکی مطابق شکل، در یک مدار الکتریکی قرار دارند و ابتدا کلید <math>k</math> باز است. پس از بستن کلید <math>K</math>، عددی که ولت سنج آرمانی نمایش می دهد ..... و عدد آمپرسنج آرمانی ..... و مقاومت معادل مجموعه ..... است.</p>                         |

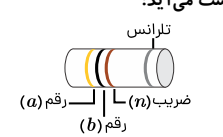
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۷   |      | آزمایشی برای اندازه گیری مقاومت داخلی باتری طراحی نمایید.                                                                                                                                                                              |
| ۱۸   | ۱.۷۵ | <p>در مدار شکل زیر:</p>                                                                                                                                                                                                                |
|      |      | الف) $\varepsilon_2$ چند ولت است؟                                                                                                                                                                                                      |
|      |      | ب) پتانسیل نقطه A را به دست آورید؟                                                                                                                                                                                                     |
|      |      | پ) توان مصرفی باتری $\varepsilon_1$ چند وات است؟                                                                                                                                                                                       |
| ۱۹   | ۱    | <p>نمودار <math>V - I</math> برای دو رسانای مسی که دارای سطح مقطع یکسانی هستند، در یک دمای معین رسم شده است. با ذکر دلیل، مشخص کنید کدام یک از رساناها طول بیشتری دارد؟</p>                                                            |
| ۲۰   | ۰.۷۵ | اگر ولتاژ دو سر لامپی ۱۰ درصد کاهش یابد، توان مصرفی آن $19W$ کاهش می یابد. توان مصرفی لامپ در حالت اول چند وات بوده است؟                                                                                                               |
| ۲۱   | ۱.۵  | <p>با توجه به شکل مقابل:</p> <p>الف) جریان عبوری از مقاومت ترکیبی چند آمپر است؟ (زرد = ۴، قهوه ای = ۱ و سیاه = ۰)</p> <p>ب) اگر حلقه تقره ای نشان دهنده ۱۰٪ تیرانس باشد، بیشترین جریانی که از این مقاومت عبور می کند چند آمپر است؟</p> |

| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۲   | ۱.۲۵ | <p>در مدار داده شده اگر لغزنده رئوس را به سمت راست ببریم، توان مصرفی مقاومت <math>R_3</math> چگونه تغییر می کند؟ توضیح دهید.</p>                                                                      |
| ۲۳   | ۱    | <p>بر روی یک لامپ اعداد <math>220V</math> و <math>200W</math> نوشته شده است. این لامپ را به مدت سه ساعت به اختلاف پتانسیل <math>110V</math> وصل می کنیم. در این مدت چند کیلووات ساعت انرژی در لامپ مصرف می شود؟</p>                                                                    |
| ۲۴   | ۰.۵  | <p>ظرفیت خازن تختی <math>F = 18 \times 10^{-9}</math> و مساحت هر یک از صفحه های آن <math>6m^2</math> است. اگر بین صفحه های آن دی الکتریکی با ثابت <math>\epsilon</math> پر شده باشد، فاصله بین دو صفحه خازن چند متر است؟ <math>(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{F}{m})</math></p> |
| ۲۵   | ۱    | <p>نمودار <math>I - V</math> برای دو سیم مسی <math>A</math> و <math>B</math> با طول های یکسان، مطابق شکل روبه رو است. مساحت مقطع کدام یک بزرگ تر است؟</p>                                           |

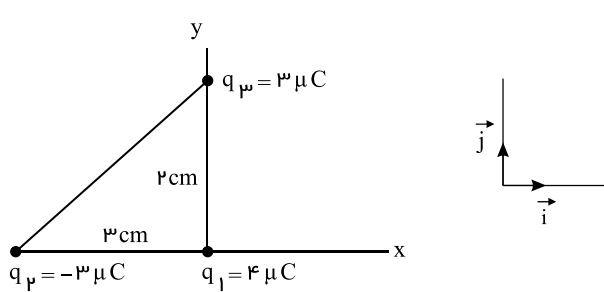
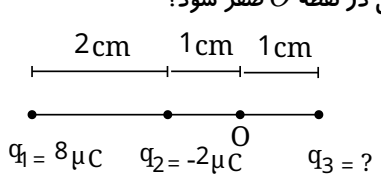
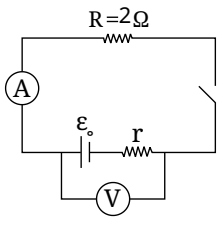
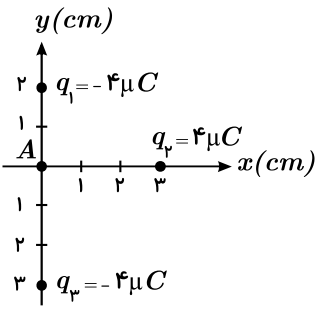
| ردیف | نمره                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | الف) ۳ (ب) ۱ (پ) ۲                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ۲    | الف) سبز = $a$ زرد = $b$<br>(ب) سیم‌ها همجنس و هم‌دما هستند، پس مقاومت ویژه آنها یکسان است. بنابراین داریم:<br>$R = \rho \frac{L}{A}$ $\frac{R_r}{R_1} = \frac{\rho_r}{\rho_1} \times \frac{A_1}{A_r} \times \frac{L_r}{L_1} \Rightarrow \frac{R_r}{R_1} = \frac{A}{\frac{A}{2}} \times \frac{2L}{L} \Rightarrow \frac{R_r}{R_1} = 4$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ۳    | $\alpha = \frac{R - R_0}{R_0 \Delta \theta} \Rightarrow \alpha = \frac{20 - 10}{10 \times 2000} = 5 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ۴    | الف) بار ایجادشده در پارچه و میله از نظر اندازه برابر است و فقط علامت آنها متفاوت است. در واقع الکترون‌ها از پارچه پشمی به میله پلاستیکی منتقل شده‌اند. یعنی:<br>$q_{\text{پارچه}} = +12.8 nC$<br>(ب)<br>$q = \pm ne \Rightarrow -12.8 \times 10^{-9} = -n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = \frac{12.8}{1.6} \times 10^{10} = 8 \times 10^{10}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ۵    | الف)<br>$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})(1.6 \times 10^{-19})}{(4 \times 10^{-15})^2} \Rightarrow F = 1.44 \times 10^{-1} = 14.4 \text{ N}$<br>(ب) ابتدا بار هسته را می‌یابیم. می‌دانیم که: ( $Z$ عدد اتمی است)<br>$q_{\text{هسته}} = Ze \Rightarrow q_{\text{هسته}} = 26 \times 1.6 \times 10^{-19} = 41.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ $E = k \frac{q}{r^2} \Rightarrow E = 9 \times 10^9 \times \frac{41.6 \times 10^{-19}}{(1 \times 10^{-10})^2} = 374.4 \times 10^{10} \Rightarrow E = 3.744 \times 10^{12} \frac{N}{C}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ۶    | $Q = CV \Rightarrow \left. \begin{matrix} Q_1 = CV_1 \\ Q_2 = CV_2 \end{matrix} \right\} \xrightarrow{\text{کم کردن دو رابطه از هم}} Q_2 - Q_1 = C(V_2 - V_1)$ $\Rightarrow \Delta Q = C(V_2 - V_1) \Rightarrow 15 \times 10^{-6} = C(40 - 28) \Rightarrow C = \frac{15 \times 10^{-6}}{12} = 1.25 \mu F$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ۷    | الف) نسبت بار الکتریکی موجود در سطح رسانا به مساحت سطح آن را چگالی سطحی بار الکتریکی گویند.<br>(ب) خیر - کره $B$ باردار نمی‌شود. زیرا بار الکتریکی داده‌شده به ظرف رسانای $A$ ، بواسطه وجود نیروهای دافعه الکتریکی به خارجی‌ترین سطح آن می‌روند و داخل ظرف بدون بار می‌ماند.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ۸    | الف) با توجه بزرگ‌تر بودن مولد $\mathcal{E}_1$ جهت جریان در مدار ساعتگرد است. حال به محاسبه جریان مدار می‌پردازیم. با چرخش از نقطه $A$ در جهت جریان داریم:<br>$\mathcal{V}_A + \mathcal{E}_1 - r_1 I - RI - r_2 I - \mathcal{E}_2 = \mathcal{V}_A$ $I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{R + r_1 + r_2} \Rightarrow I = \frac{6 - 3}{1.5 + 0.5 + 1} = 1 \text{ A}$<br>جریان از سر مثبت مولد $\mathcal{E}_1$ خارج می‌شود؛ بنابراین:<br>$V_1 = \mathcal{E}_1 - r_1 I \Rightarrow V_1 = 6 - 0.5 \times 1 = 5.5 \text{ V}$<br>مولد $\mathcal{E}_2$ در حالت شارژ شدن قرار دارد، یعنی جریان از سر مثبت آن وارد می‌شود و داریم:<br>$ V_2  = \mathcal{E}_2 + r_2 I = 3 + 1 \times 1 = 4 \text{ V}$<br>(ب) کافی است از نقطه $A$ تا زمین، در جهت جریان حرکت کنیم:<br>$V_A + \mathcal{E}_1 - r_1 I - RI = 0 \Rightarrow V_A = -6 + 0.5 \times 1 + 1.5 \times 1 \Rightarrow V_A = -4 \text{ V}$ |

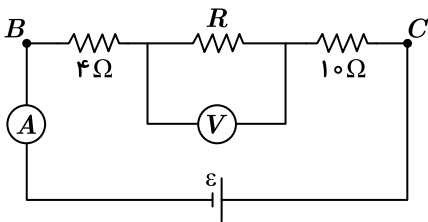
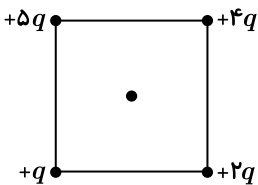
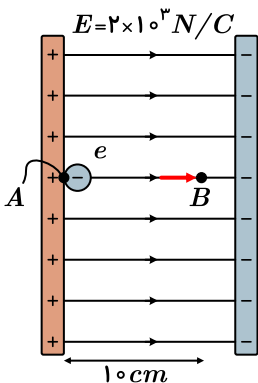
| ردیف | نمره                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۹    | <p>با داشتن اختلاف پتانسیل و جریان عبوری از لامپ، می‌توان مقاومت لامپ روشن را محاسبه کرد:</p> $V = RI \Rightarrow R_{\text{لامپ روشن}} = \frac{2.9}{0.3} = 9.67 \Omega$ <p>اکنون داریم:</p> $R_T = R_1(1 + \alpha \Delta \theta) \Rightarrow 9.67 = 1.1(1 + 4.5 \times 10^{-3}(\theta_T - 20))$ $\Rightarrow \theta_T - 20 = \frac{9.67}{4.5 \times 10^{-3}} = 1731.3 \Rightarrow \theta_T = 1751.3^\circ C$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ۱۰   | <p>می‌دانیم که در رابطه مربوط به تعیین نیروی الکتریکی، باید همهٔ یکاها در SI باشند. یعنی:</p> $F = k \frac{ q_1  \cdot  q_2 }{r^2}$ $0.4 = 9 \times 10^9 \frac{(6 \times 10^{-6}) \times (6 \times 10^{-6})}{r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{9 \times 10 \times (6 \times 10^{-6})^2}{4}$ $\Rightarrow r = \frac{3 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6}}{2} \Rightarrow r = 0.9m$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ۱۱   | <p>الف) مقاومت‌های <math>R_F</math>, <math>R_3</math>, <math>R_2</math> با هم موازیند یعنی ولتاژ دو سر <math>R_F</math> با ولتاژ دو سر <math>R_3</math> و <math>R_2</math> برابر است:</p> $V_{R_F} = R_F I_F = 3 \times 0.5 = 1.5V$ $V_{R_F} = 1.5V \Rightarrow V_{R_3} = R_3 I_3 \Rightarrow 1.5 = 6 I_3 \Rightarrow I_3 = 0.25A$ $V_{R_F} = 1.5V \Rightarrow V_{R_2} = R_2 I_2 \Rightarrow 1.5 = 2 I_2 \Rightarrow I_2 = 0.75A$ <p>بر اساس قانون جریان گره، جریان عبوری از مقاومت <math>R_1</math> برابر با مجموع جریان‌های عبوری از <math>R_2</math>, <math>R_3</math>, <math>R_F</math>:</p> $I_1 = I_2 + I_3 + I_F \Rightarrow I_1 = 0.75 + 0.25 + 0.5 = 1.5A$ <p>ب) طبق دادهٔ مسأله:</p> $r I_1 = 1.5V \Rightarrow r_1 \times 1.5 = 1.5 \Rightarrow r_1 = 1 \Omega$ <p>ضمناً ولتاژ دو سر <math>A</math> و <math>B</math> برابر است با اختلاف پتانسیل دو سر <math>R_F</math>, <math>R_3</math>, <math>R_2</math>:</p> $V_{AB} = V_{R_F} = 1.5V$ <p>با چرخش از نقطهٔ <math>B</math> به <math>A</math> در جهت جریان <math>I_1</math>:</p> $V_B - x I_1 - r I + \varepsilon - R_1 I_1 = V_A \Rightarrow \varepsilon - I_1(x + r + R_1) = V_A - V_B$ $12 - 1.5(x + 1 + 4) = 1.5 \Rightarrow 1.5(5 + x) = 10.5 \Rightarrow 5 + x = 7 \Rightarrow x = 2 \Omega$ |
| ۱۲   | <p>الف)</p> $\sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{4\pi r^2} = \frac{30 \times 10^{-6}}{4\pi \times (1 \times 10^{-3})^2} = 2.5 \frac{C}{m^2}$ <p>ب) ابتدا باید شعاع کرهٔ جدید را حساب کنیم. با چسباندن قطره‌ها به هم حجم کل ۸ برابر می‌شود:</p> $V_{\text{کره جدید}} = 8V_{\text{کره قدیم}}$ $\frac{4}{3}\pi r_{\text{جدید}}^3 = 8 \times \frac{4}{3}\pi (1 \times 10^{-3})^3 \Rightarrow r_{\text{جدید}}^3 = 2^3 (1 \times 10^{-3})^3 \Rightarrow r_{\text{جدید}} = 2 \times 10^{-3}m$ $\sigma_{\text{جدید}} = \frac{q_{\text{جدید}}}{A_{\text{جدید}}} = \frac{8 \times q}{4\pi r_{\text{جدید}}^2} = \frac{8 \times 30 \times 10^{-6}}{4\pi \times (2 \times 10^{-3})^2} = 5 \frac{C}{m^2}$ <p>یعنی چگالی سطحی ۲ برابر یکی از قطره‌ها می‌شود.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ۱۳   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| الف  | <p>مقاومت هر نیم حلقه برابر است با <math>10 \Omega</math> و این دو نیم حلقه باهم موازی‌اند:</p> $R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5 \Omega$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ب    | $V_A - \frac{I}{2} \times \frac{R}{4} = V_B \Rightarrow V_A - (1A)(5\Omega) = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 5V$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

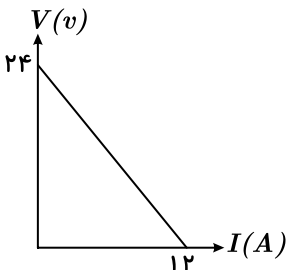
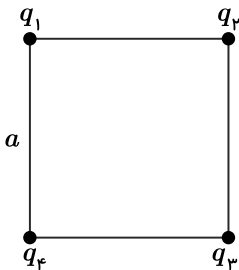
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |      | ب                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|      |      | $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow (2A) = \frac{\varepsilon}{(5\Omega) + (1\Omega)} \Rightarrow \varepsilon = 12V$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|      |      | پ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|      |      | $V_A - \frac{I}{2} \times \frac{R}{4} = V_B \Rightarrow V_A - (1A)(5\Omega) = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 5V$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ۱۴   |      | با قرار دادن دی الکتریک بین صفحات خازن ظرفیت آن افزایش می یابد، از آنجایی که بار روی صفحات خازن ثابت است بنابراین طبق رابطه $V = \frac{Q}{C}$ ، اختلاف پتانسیل کاهش می یابد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ۱۵   |      | با توجه به رابطه $Q = \sigma A$ داریم:<br>$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{\sigma_1 = \sigma_2} \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{4\pi R_1^2}{4\pi R_2^2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{4}{9}$                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ۱۶   |      | با بستن کلید $K$ ، چون مقاومت $R_1$ به صورت موازی به مجموعه اضافه می شود، <u>مقاومت معادل مجموعه کاهش می یابد</u> . پس جریان کل مدار (عددی که آمپرسنج نشان می دهد) <u>افزایش یافته و در نتیجه ولتاژ دو سر مولد واقعی، کاهش می یابد</u> .<br>$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow{R_{eq} \downarrow} I \uparrow \xrightarrow{V = \varepsilon - rI} V \downarrow$                                                                                                                                                  |
| ۱۷   |      | مداری مطابق شکل می بندیم.<br>در حالتی که کلید باز است، عدد ولتسنج را می خوانیم که نشان دهنده نیروی محرکه باتری است. پس از بسته شدن کلید، اعداد آمپرسنج و ولتسنج به ترتیب $I$ و $V$ را نشان می دهند.<br>اعداد به دست آمده را در رابطه $V = \varepsilon - Ir$ قرار داده و مقدار $r$ را محاسبه می کنیم.                                                                                                                                                                                                                         |
| ۱۸   | ۱.۷۵ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|      |      | الف                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|      |      | $I = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{R + r_1 + r_2} \rightarrow 1 = \frac{\varepsilon_2 - 3}{1.5 + 0.5 + 1} \rightarrow \varepsilon_2 = 6V$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|      |      | ب                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|      |      | $V_A + \varepsilon_1 + Ir_1 + IR = 0 \rightarrow V_A + 3 + 1 \times 0.5 + 1 \times 1.5 = 0 \rightarrow V_A = -5V$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|      |      | پ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|      |      | $P = \varepsilon_1 I + r_1 I^2 \rightarrow P = 3(1) + 0.5(1)^2 = 3.5W$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ۱۹   | ۱    | شیب نمودار $V$ بر حسب $I$ برابر $R$ است؛ بنابراین داریم:<br>$R \rightarrow R_A > R_B = \text{شیب نمودار}$<br>$\rightarrow \rho_A \frac{L_A}{A_A} > \rho_B \frac{L_B}{A_B} \xrightarrow{\rho_A = \rho_B, A_A = A_B} L_A > L_B$<br>رسانای $A$ طول بیشتری دارد.<br>(صفحه ۵۰ و ۵۲ کتاب درسی)<br>راهنمای تصحیح:<br>$R \rightarrow R_A > R_B \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow R_A > R_B \text{ (نمره ۲۵)}$<br>$\rightarrow \rho_A \frac{L_A}{A_A} > \rho_B \frac{L_B}{A_B} \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow L_A > L_B \text{ (نمره ۲۵)}$ |

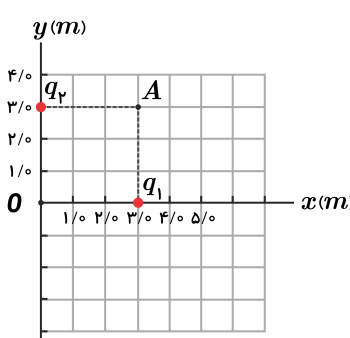
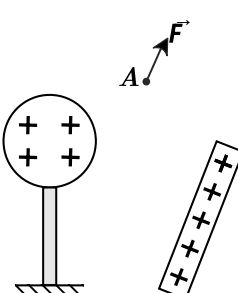
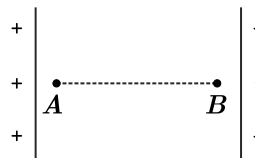
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۰   | ۰.۷۵ | <p>طبق رابطه <math>P = \frac{V^2}{R}</math>، فرمول مقایسه‌ای به صورت زیر خواهد بود:</p> $\frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \rightarrow \frac{P_r}{P_1} = (0.9)^2 \rightarrow P_r = 0.81 P_1$ $P_r = P_1 - 19 \xrightarrow{P_r = 0.81 P_1} 0.81 P_1 = P_1 - 19 \rightarrow 0.19 P_1 = 19 \rightarrow P_1 = 100 W$ <p>(صفحه ۶۷ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> $\frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \text{ (نمره ۰.۲۵)} \rightarrow \frac{P_1 - 19}{P_1} = \left(\frac{0.9 V_1}{V_1}\right)^2 \text{ (نمره ۰.۲۵)} \rightarrow P_1 = 100 W \text{ (نمره ۰.۲۵)}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ۲۱   | ۱.۵  | <p>الف) در مقاومت‌های ترکیبی، اگر مقاومت را طوری در دست نگه داریم که حلقه تیرانس سمت راست قرار بگیرد، اندازه مقاومت از رابطه زیر به دست می‌آید:</p>  <p>تیرانس<br/>ضریب (n) (رقم a)<br/>رقم (b)</p> $R = \overline{ab} \times 10^n \rightarrow R = 40 \times 10^1 = 400 \Omega$ <p>ب) حلقه تیرانس، میزان مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت را نشان می‌دهد. وقتی تیرانس مقاومت ۱۰٪ باشد، محدوده مجاز برای مقاومت برابر است با:</p> $\frac{90}{100} \times 400 < R < \frac{110}{100} \times 400 \Rightarrow 360 < R < 440$ <p>بیشترین جریان مربوط به حالتی است که مقاومت کمترین مقدار خود را داشته باشد.</p> <p>راهنمای تصحیح:<br/>الف)</p> $R = \overline{ab} \times 10^n \text{ (نمره ۰.۲۵)} \rightarrow R = 40 \times 10^1 = 400 \Omega \text{ (نمره ۰.۲۵)}$ $R = \frac{V}{I} \text{ (نمره ۰.۲۵)} \rightarrow I = \frac{24}{400} = 0.06 A \text{ (نمره ۰.۲۵)}$ <p>ب)</p> $R_{min} = 0.90 R = 0.9 \times 400 = 360 \Omega \text{ (نمره ۰.۲۵)}$ $I_{max} = \frac{24}{360} = \frac{1}{15} A \text{ (نمره ۰.۲۵)}$ |
| ۲۲   | ۱.۲۵ | <p>اگر لغزنده رئوس را به سمت راست ببریم، مقاومت <math>R_1</math> و در نتیجه مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد. با افزایش مقاومت کل مدار، جریان عبوری از مقاومت <math>R_3</math> کاهش می‌یابد و با کاهش جریان عبوری از مقاومت <math>R_3</math>، توان الکتریکی مصرفی مقاومت <math>R_3</math> نیز کاهش می‌یابد.</p> $R_1 \uparrow \rightarrow R_{eq} \uparrow$ $I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \rightarrow I \downarrow$ $P_3 = R_3 I^2 \rightarrow P_3 \downarrow$ <p>(صفحه ۶۴ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> $R_1 \uparrow \rightarrow R_{eq} \uparrow \text{ (نمره ۰.۲۵)}$ $I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \text{ (نمره ۰.۲۵)} \rightarrow I \downarrow \text{ (نمره ۰.۲۵)}$ $P_3 = R_3 I^2 \text{ (نمره ۰.۲۵)} \rightarrow P_3 \downarrow \text{ (نمره ۰.۲۵)}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ۲۳   | ۱    | ابتدا توان لامپ را در ولتاژ جدید محاسبه می‌کنیم:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

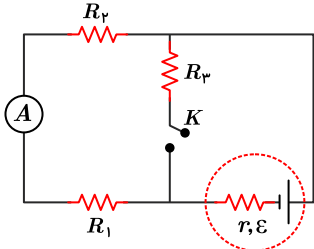
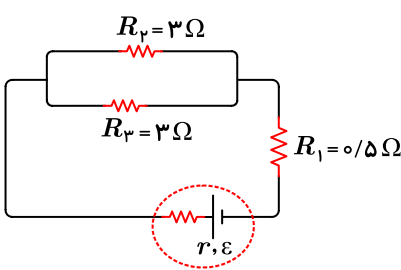
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | ۱    | $\frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \rightarrow \frac{P_r}{P_{100}} = \left(\frac{110}{220}\right)^2 \rightarrow P_r = 50W$ <p>حال به محاسبه میزان انرژی مصرفی می پردازیم:</p> $U = Pt \rightarrow U = 50 \times 10^{-3} \times 3 = 0.15kWh$ <p>(صفحه ۶۳ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> $\frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \text{ (نمره ۰.۲۵)} \rightarrow \frac{P_r}{P_{100}} = \left(\frac{110}{220}\right)^2 \rightarrow P_r = 50W \text{ (نمره ۰.۲۵)}$ $U = Pt \text{ (نمره ۰.۲۵)} \rightarrow U = 50 \times 10^{-3} \times 3 = 0.15kWh \text{ (نمره ۰.۲۵)}$ |
| ۲۴   | ۰.۵  | $C = \frac{k\epsilon_0 A}{d} \quad 18 \times 10^{-9} = \frac{5 \times 9 \times 10^{-12} \times 0.6}{d} \quad d = 1.5 \times 10^{-3}m$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ۲۵   | ۱    | <p>طبق رابطه <math>R = \frac{V}{I}</math> به ازای اختلاف پتانسیل یکسان، هرچه مقدار جریان کمتر باشد، مقاومت الکتریکی بیشتر است.</p> <p>بنابراین <math>R_A &gt; R_B</math></p> <p>طبق رابطه <math>R = \frac{\rho L}{A}</math> با یکسان بودن جنس و طول سیم ها، مقاومت با مساحت مقطع رسانا رابطه وارون دارد. بنابراین <math>A_B &gt; A_A</math> است.</p>                                                                                                                                                                                                                                             |

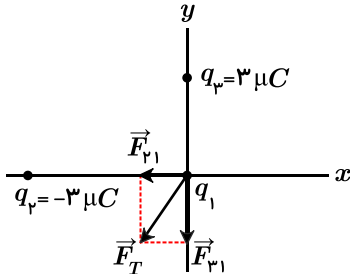
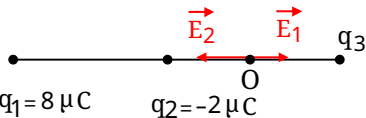
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | ۱    | <p>مطابق شکل، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. برآیند نیروهای وارد بر بار <math>q_1</math> را برحسب بردارهای یگانه <math>\vec{i}</math> و <math>\vec{j}</math> دستگاه مختصات نشان داده شده در شکل بنویسید.</p> <p><math>(k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2})</math></p>  |
| ۲    |      | <p>سه مقاومت مشابه ۱۲ اهمی را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می‌بندیم و به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت وصل می‌کنیم. در هر بار، چه جریانی از هر مقاومت می‌گذرد؟</p>                                                                                                                                                                                                        |
| ۳    |      | <p>سه بار الکتریکی مطابق شکل قرار گرفته‌اند. اندازه و نوع <math>q_3</math> چقدر باشد تا بزرگی میدان الکتریکی در نقطه <math>O</math> صفر شود؟</p>                                                                                                                                                          |
| ۴    |      | <p>در مدار شکل مقابل اگر کلید باز باشد ولت‌سنج عدد <math>6V</math> را نشان می‌دهد و اگر کلید بسته شود آمپر سنج <math>2A</math> را نشان می‌دهد. الف) مقاومت درونی مولد چقدر است؟ ب) پس از بستن کلید، ولت‌سنج چه عددی را نشان می‌دهد؟</p>                                                                  |
| ۵    |      | <p>در شکل مقابل نیروی خالص وارد شده بر بار <math>q = 1 \mu C</math> را که در نقطه <math>A</math> قرار گرفته است، محاسبه و بردار آن را رسم کنید.</p>                                                                                                                                                      |

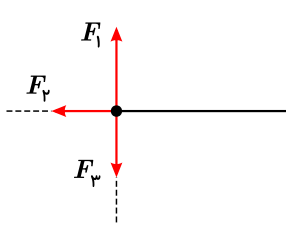
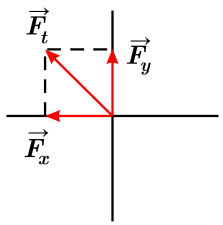
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۶    |      | خازن‌ها انواع متعددی دارند؛ زیرا برای کاربردهای مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند. دربارهٔ خازن‌های مختلف مانند خازن‌های ورقه‌ای، میکا، سرامیکی، الکتrolیتی، خازن‌های متغیر، اَبَرخازن‌ها و ظرفیت آنها تحقیق کنید. هر گروه می‌تواند روی یک نوع خازن تحقیق کند.                                                          |
| ۷    |      | اگر در شکل روبه‌رو، آمپرسنج و ولت‌سنج ایده‌آل به ترتیب $12A$ و $24V$ را نشان دهند، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه $B$ و $C$ چند ولت خواهد بود؟<br>                                                                                    |
| ۸    |      | دو سیم رسانای $A$ و $B$ با قطر مقطع و طول مساوی به‌طور موازی به هم وصل شده‌اند و از مجموعهٔ آنها، جریان $12$ آمپری عبور می‌کند. شدت جریان در سیم $A$ چند آمپر است؟ ( $\rho_B = 4 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ , $\rho_A = 2 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ )                                                     |
| ۹    |      | میله‌ای با بار الکتریکی مثبت را به تدریج به کلاهک یک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. ملاحظه می‌شود که ورقه‌ها به تدریج بسته و سپس باز می‌شوند. بار ورقه‌ها قبل از آزمایش چه بوده است؟<br>(۱) خنثی یا مثبت (۲) خنثی یا منفی (۳) منفی (۴) مثبت                                                                             |
| ۱۰   |      | اگر در یک رأس مربعی بار $q$ قرار گیرد، اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از آن در مرکز مربع $E$ است. حال اگر در چهار رأس همان مربع، بارهای الکتریکی مطابق شکل قرار گیرند، اندازهٔ میدان الکتریکی در مرکز آن چند برابر $E$ می‌شود؟<br> |
| ۱۱   |      | در میدان الکتریکی یکنواخت نشان داده‌شده در شکل، الکترونی با سرعت $v_A$ پرتاب و در نقطهٔ $B$ متوقف می‌شود. (بار الکترون $1.6 \times 10^{-19} C$ و جرم آن $9.1 \times 10^{-31} kg$ است).<br>                                      |
|      |      | ب) $v_A$ را بیابید. (از نیروی وزن صرف‌نظر کنید).                                                                                                                                                                                                                                                                   |

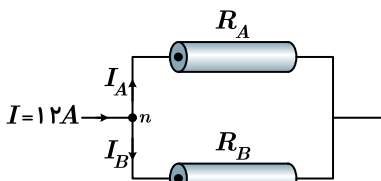
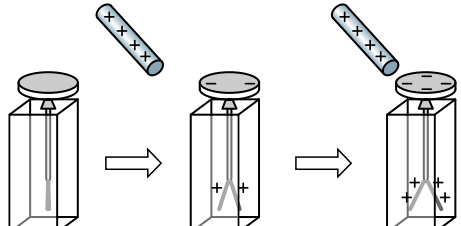
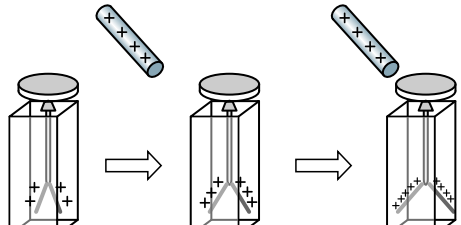
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |      | الف) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون در این جابه‌جایی چه مقدار است؟                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|      |      | ب) $v_A$ را بیابید. (از نیروی وزن صرف‌نظر کنید).                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ۱۲   |      | <p>شکل روبه‌رو نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد برحسب جریان گذرنده از آن را نشان می‌دهد.</p>                                                                                                                                                                   |
|      |      | الف) مقاومت درونی این مولد چند اهم است؟                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|      |      | ب) اگر یک مقاومت $R = 10\ \Omega$ را به دو سر این مولد وصل کنیم، توان مصرفی مقاومت چند وات می‌شود؟                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ۱۳   | ۱.۲۵ | <p>چهار ذره باردار <math>q_1, q_2, q_3, q_4</math> مطابق شکل در چهار رأس مربعی ثابت شده‌اند. اگر <math>q_1 = q_3 = 5\ \mu C</math> باشد، نوع و اندازه بار <math>q_2</math> (برحسب میکروکولن) را طوری تعیین کنید که بار <math>q_4</math> در حال تعادل باشد.</p>  |
| ۱۴   | ۰.۵  | اگر یک گوی رسانای خنثی در میدان الکتریکی خارجی قرار بگیرد، میدان در داخل گوی رسانا چگونه صفر می‌شود؟ توضیح دهید.                                                                                                                                                                                                                                   |
| ۱۵   | ۰.۷۵ | نشان دهید در میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.                                                                                                                                                                                                                                            |

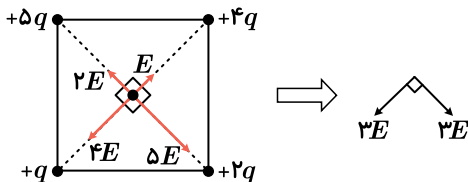
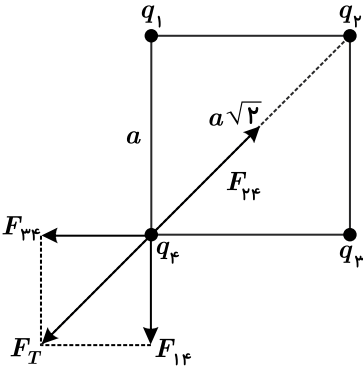
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۶   | ۲    | <p>در شکل مقابل، دو بار نقطه‌ای <math>q_1</math> و <math>q_2</math> در صفحه <math>xy</math> قرار دارند. اندازه و نوع باری که باید در نقطه <math>A</math> قرار دهیم، تا میدان الکتریکی خالص در نقطه <math>O</math> صفر شود را تعیین کنید. (<math>q_1 = q_2 = 5\mu C</math> و <math>k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}</math>)</p>                            |
| ۱۷   | ۰.۷۵ | <p>دو ذره باردار <math>q_1 = -3\mu C</math> و <math>q_2 = 27\mu C</math> در فاصله <math>60cm</math> از هم قرار دارند. بار <math>q_3</math> را در چه فاصله از بار <math>q_1</math> قرار دهیم تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر شود؟</p>                                                                                                                                                                                                   |
| ۱۸   | ۱    | <p>دو بار الکتریکی نقطه‌ای <math>q_1 = -5mC</math> و <math>q_2 = +4mC</math> در فاصله <math>30cm</math> از یکدیگر قرار دارند. نوع و اندازه نیروی الکتریکی که بر یکدیگر وارد می‌کنند، چند نیوتون و از چه نوعی است؟ (<math>k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}</math>)</p>                                                                                                                                                                      |
| ۱۹   | ۰.۷۵ | <p>در شکل مقابل، بر بار الکتریکی <math>1mC</math> در نقطه <math>A</math>، نیرویی برابر <math>5 \times 10^{-3}N</math> وارد می‌شود. الف) اندازه میدان الکتریکی را در این نقطه (در <math>SI</math>) محاسبه کنید. ب) جهت میدان در این نقطه نسبت به <math>\vec{F}</math> چگونه است؟</p>                                                                       |
| ۲۰   | ۱    | <p>مطابق شکل، ذره‌ای با بار الکتریکی <math>+4mC</math> و جرم <math>14g</math>، از حال سکون از نقطه <math>A</math> رها می‌شود. اگر پتانسیل الکتریکی نقطه <math>A</math> برابر <math>800V</math> و پتانسیل الکتریکی نقطه <math>B</math> برابر <math>1000V</math> باشد، تندی ذره را در نقطه <math>B</math> حساب کنید. (از نیروی وزن ذره چشم‌پوشی کنید.)</p>  |
| ۲۱   | ۰.۷۵ | <p>مقاومت رشته سیم داخل یک لامپ را یک‌بار با اهم‌تر اندازه می‌گیریم و بار دیگر با استفاده از رابطه <math>\frac{V^2}{R} = P</math> مصرفی محاسبه می‌کنیم. کدام یک عدد بزرگ‌تری خواهد شد؟ چرا؟</p>                                                                                                                                                                                                                                              |

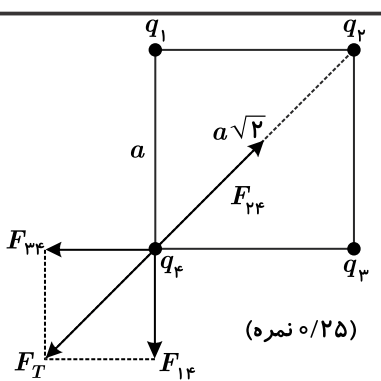
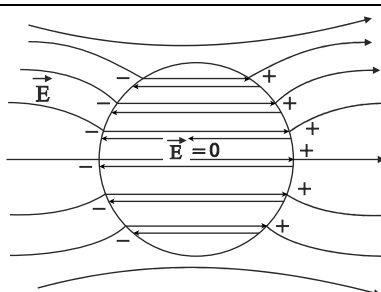
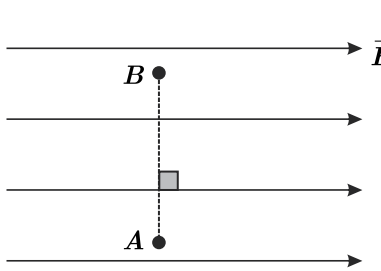
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۲   | ۱    | دو لامپ با مقاومت‌های مساوی $R = 30\Omega$ را یک بار به‌طور متوالی و بار دیگر به‌طور موازی به یکدیگر می‌بندیم و آنها را هر بار به ولتاژ $V = 60V$ وصل می‌کنیم. نسبت توان مصرف‌شده در حالت موازی به توان مصرف‌شده در حالت متوالی چقدر است؟                                                                                                                                    |
| ۲۳   | ۱.۷۵ | <p>در مدار شکل مقابل، با بستن کلید <math>K</math>، عددی که آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کند؟</p>                                                                                                                                                                               |
| ۲۴   | ۱    | <p>اگر در مدار شکل مقابل، توان مصرفی در مقاومت <math>R_1</math> برابر <math>8W</math> باشد، توان خروجی مولد را بیابید.</p>                                                                                                                                                                 |
| ۲۵   | ۱.۲۵ | <p>در یک میدان الکتریکی، ذره‌ای به جرم <math>4</math> میلی‌گرم و بار الکتریکی <math>+2\mu C</math> از نقطه <math>A</math> با پتانسیل الکتریکی <math>-80V</math> و تندی <math>15\frac{m}{s}</math> طوری پرتاب می‌شود که از نقطه <math>B</math> با پتانسیل الکتریکی <math>+120V</math> عبور می‌کند. با چشم‌پوشی از وزن و اصطکاک، تندی ذره در نقطه <math>B</math> چقدر است؟</p> |

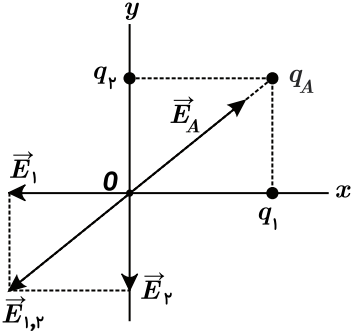
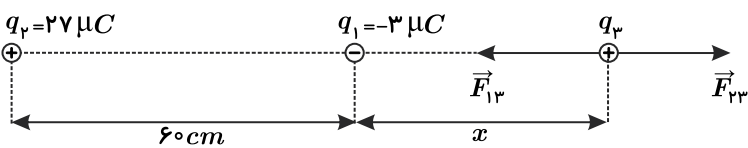
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    |      | <p>به بار <math>q_1</math>، دو نیروی عمود بر هم، یکی از طرف بار <math>q_2</math> (که ربایشی است) و دیگری از طرف بار <math>q_3</math> (که رانشی است) وارد می شود.</p>  $F_{r1} = k \frac{ q_1  q_2 }{r_{r1}^2} \Rightarrow F_{r1} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 4 \times 10^{-12}}{9 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{r1} = 120 N$ $F_{r1} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 4 \times 10^{-12}}{4 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{r1} = 270 N$ $\vec{F}_T = \vec{F}_{r1} + \vec{F}_{r2} \Rightarrow \vec{F}_T = -120\vec{i} - 270\vec{j}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ۲    |      | <p>ابتدا حالت متوالی را بررسی می کنیم:</p> $R_{eq} = R + R + R = 3R = 3 \times 12 = 36 \Omega$ $V = R_{سری} I \Rightarrow 12 = 36 I \Rightarrow I = \frac{1}{3} A = 0.33 A$ <p>چون مقاومت ها با هم سری هستند، جریان عبوری از هر یک از آنها همان <math>\frac{1}{3} A</math> است. اکنون حالت موازی را بررسی می کنیم:</p> $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R} = \frac{3}{12} \Rightarrow R_{eq} = 4 \Omega$ $V = R_{موازی} I \Rightarrow 12 = 4 I \Rightarrow I = 3 A$ <p>این جریان کل مدار است و چون هر سه مقاومت هم اندازه اند، جریان عبوری از هر یک از آنها برابر <math>1 A</math> می باشد.</p> <p>البته برای محاسبه جریان هر یک از مقاومت های موازی، چون اختلاف پتانسیل دو سر همه آنها یکسان است، می توان مستقیم برای هر مقاومت نوشت:</p> $V = RI \Rightarrow 12 = 12 \times I \Rightarrow I = 1 A$                                                                                                |
| ۳    |      | <p><math>E_3</math> باید در خلاف جهت <math>\vec{E}_1</math> و <math>\vec{E}_2</math> باشد تا <math>E_{خالص}</math> صفر شود. پس ابتدا <math>\vec{E}_1</math> و <math>\vec{E}_2</math> را محاسبه می کنیم:</p>  $E_1 = k \frac{ q_1 }{r^2}$ $E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 8 \times 10^7 \frac{N}{C}$ $E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(1 \times 10^{-2})^2} = 18 \times 10^7 \frac{N}{C}$ $E' = E_2 - E_1 = 18 \times 10^7 - 8 \times 10^7 = 10 \times 10^7 \frac{N}{C}$ <p>به سمت چپ</p> <p>پس بار <math>q_3</math> باید منفی باشد که میدان ناشی از آن به سمت راست شود:</p> $E_3 = E' \Rightarrow 9 \times 10^9 \times \frac{ q_3 }{(1 \times 10^{-2})^2} = 10 \times 10^7 \Rightarrow  q_3  = \frac{10}{9} \mu C \xrightarrow{q_3 < 0} q_3 = -\frac{10}{9} \mu C$ <p>با علامت منفی</p> |
| ۴    |      | <p>الف) هنگامی که کلید باز است جریانی از مولد نمی گذرد بنابراین <math>rI</math> صفر است.</p> $V = \varepsilon - rI_0 \Rightarrow V = \varepsilon$ <p>بنابراین:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| ردیف | نمره                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>یعنی ولتاژ اندازه گیری شده از دو سر مولد همان نیرو محرکه مولد می باشد پس: <math>\varepsilon = 6V</math></p> <p>با بسته شدن کلید جریان مدار <math>2A</math> خواهد شد و ولت سنج هم با مولد و هم با <math>R</math> موازی است پس ولتاژ دو سر مقاومت <math>R</math> را هم نشان می دهد:</p> $V = \varepsilon - rI = RI \Rightarrow 6 - r \times 2 = 2 \times 2 \Rightarrow 2r = 2 \Rightarrow r = 1\Omega$ <p>(ب) همانطور که گفته شد با بستن کلید، ولت سنج <math>RI</math> را نشان می دهد:</p> $V = RI = 2 \times 2 = 4V$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ۵    | <p>قبل از هر چیز، نیرویی که به طور جداگانه، از طرف هریک از بارهای <math>q_1</math>، <math>q_2</math> و <math>q_3</math> به بار <math>q</math> موجود در نقطه <math>A</math> وارد می شود را می یابیم. سپس با رسم جهت نیروها، نیروی برآیند را محاسبه می کنیم.</p> $F_1 = k \frac{qq_1}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 90N$ $F_2 = k \frac{qq_2}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 40N$ $F_3 = k \frac{qq_3}{r_3^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 40N$ <p>روی محور <math>y</math> و <math>F_1</math> و <math>F_3</math> خلاف جهت یکدیگر هستند:</p> $F_y = F_1 - F_3 = 90 - 40 = 50N$  <p>در خلاف جهت محور <math>x</math>: <math>F_x = F_2 = 40N</math></p> $F_t = \sqrt{(50)^2 + (40)^2} = 10\sqrt{41}N$ $\vec{F}_t = -40\vec{i} + 50\vec{j}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ۶    | <p>خازن های ورقه ای: این خازن ها از دو ورق قلع یا آلومینیم تشکیل شده اند که بین آنها دو ورقه دی الکتریک مانند کاغذ یا پلاستیک جا داده می شود. این ورق ها را لوله می کنند و به صورت یک استوانه در می آورند و در محفظه ای پلاستیکی قرار می دهند. ظرفیت این نوع خازن ها از <math>1nF</math> تا <math>1\mu F</math> است.</p> <p>خازن های میکا: در این نوع خازن ها بین ورقه های فلزی نازک قلعی ورقه های نازک میکا قرار می دهند و ورقه های قلع را یک در میان به یکدیگر وصل می کنند. ظرفیت این خازن ها حدود <math>50</math> تا <math>500</math> پیکوفاراد است.</p> <p>خازن های سرامیکی: دی الکتریک این خازن ها سرامیک است که با استفاده از انواع سیلیکات ها در دمای بالا تهیه می شود. ثابت دی الکتریک این خازن ها زیاد و در حدود <math>1000</math> است. خازن های سرامیکی به شکل عدس تهیه می شوند و حجم آنها کم است. صفحات رسانای آنها نیز با ذوب نقره در دو طرف سرامیک تهیه می شوند. ظرفیت این خازن ها حدود ده ها نانوفاراد (<math>nF</math>) است.</p> <p>خازن های الکترولیتی: این خازن ها از یک صفحه فلزی اندود شده با اکسید آلومینیم به طوری که صفحه فلزی، قطب مثبت خازن و لایه اکسید، دی الکتریک آن باشد تشکیل شده است. الکترولیت جامد یا مایع که غالباً کاغذی آغشته به مایع الکترولیت است به عنوان قطب منفی خازن عمل می کند. ظرفیت این خازن ها بالا است و تا حدود <math>10^4 F</math> می رسد.</p> <p>خازن های متغیر: دی الکتریک این خازن ها معمولاً هوا است. در ساختمان آنها دو نوع صفحه فلزی یک دسته ثابت و دسته دیگر متحرک به کار رفته است که هر دو دسته روی یک محور قرار گرفته اند ولی صفحات متحرک روی این محور می چرخند. صفحه ها به شکل نیم دایره اند و با چرخیدن صفحات متحرک مساحت خازن کم و زیاد می شود. این نوع خازن ها در گیرنده های رادیویی به کار می رفته است.</p> <p>آبر خازن ها: این نوع خازن ها از موادی مانند زغال فعال پر شده اند که خود درون نوعی الکترولیت قرار گرفته اند. زغال ها پس از قرار گرفتن در دو سوی خازن که توسط غشای</p> |

| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |      | <p>عایق و نفوذپذیری به نام جداکننده از هم جدا شده‌اند، بارهایی با علامت مخالف می‌گیرند و با توجه به نفوذپذیری جداکننده، یون‌های موجود در الکترولیت از غشای جداکننده عبور می‌کنند؛ به‌طوری که یون‌های منفی در سمت زغال‌های باردار مثبت و یون‌های مثبت در سمت زغال‌های باردار منفی قرار می‌گیرند. هریک از جفت بارهای مثبت و منفی زغال - یون به مثابه خازنی با فاصله جدایی <math>d</math> است که میلیون‌ها بار کوچک‌تر از فاصله جدایی صفحات یک خازن معمولی است. از طرفی ساختار میکروسکوپی زغال‌های فعال اسفنجی شکل است، به‌طوری که در مقیاس نانو سطح تماس بسیار بزرگی با یون‌ها دارند و به این ترتیب مساحت صفحات این خازن‌ها به مراتب بزرگ‌تر از مساحت سطح یک خازن معمولی است. بنابراین این خازن‌ها ظرفیت‌های بسیار بزرگی از مرتبه کیلو فاراد دارند که میلیون‌ها برابر خازن‌های معمولی است. از مزایای این نوع خازن‌ها شارژ سریع آنها است که باعث استفاده از آنها در وسایل الکتریکی می‌شود.</p> |
| ۷    |      | <p>گام اول: ابتدا مقاومت <math>R</math> را به دست می‌آوریم:</p> $R = \frac{V}{I} = \frac{24V}{12V} = 2\Omega$ <p>گام دوم: مقاومت معادل بین دو نقطه <math>B</math> و <math>C</math> را به دست می‌آوریم:</p> $R_{eq}^{BC} = 4\Omega + 2\Omega + 10\Omega = 16\Omega$ <p>گام سوم: حالا اختلاف پتانسیل بین این دو نقطه را با استفاده از رابطه <math>V_{BC} = IR_{eq}^{BC}</math> محاسبه می‌کنیم:</p> $V_{BC} = IR_{eq}^{BC} = (12A)(16\Omega) = 192V$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ۸    |      | <p>ابتدا شکل سوال را رسم می‌کنیم تا بفهمیم با چه مسئله‌ای سر و کار داریم:</p>  <p>جریان <math>I</math> وقتی به گره <math>n</math> می‌رسد، به نسبت عکس مقاومت‌ها بین آنها تقسیم می‌شود:</p> $\frac{I_A}{I_B} = \frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B \frac{l_B}{A_B}}{\rho_A \frac{l_A}{A_A}} \xrightarrow{l_A=l_B, A_A=A_B} \frac{I_A}{I_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{4 \times 10^{-8} \Omega \cdot m}{2 \times 10^{-8} \Omega \cdot m} = 2$ <p>پس <math>\frac{I_A}{2} = I_B</math> است. از طرفی می‌دانیم <math>I = I_A + I_B</math> است؛ بنابراین:</p> $I = I_A + I_B = I_A + \frac{1}{2}I_A = \frac{3}{2}I_A \Rightarrow 12A = \frac{3}{2}I_A \Rightarrow I_A = 8A$                                                                                                                                      |
| ۹    |      | <p>وقتی الکتروسکوپ بدون بار باشد، ورقه‌ها از همان اول بسته‌اند. هرچقدر میله باردار به الکتروسکوپ نزدیک شود، ورقه‌ها از یکدیگر بیشتر فاصله می‌گیرند؛ پس، گزینه‌های «۱» و «۲» حتماً نادرست‌اند. این موضوع را در شکل مقابل می‌بینید:</p>  <p>حالا فرض کنیم بار ورقه‌های الکتروسکوپ مثبت است. در این صورت با نزدیک کردن میله با بار مثبت، مقدار بیشتری بار مثبت روی ورقه‌ها القا می‌شود و در نتیجه فاصله ورقه‌ها بیشتر می‌شود؛ پس، گزینه «۴» هم نادرست است.</p>                                                                                                                                                                                                                                                           |

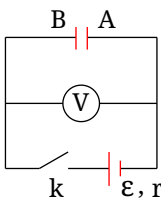
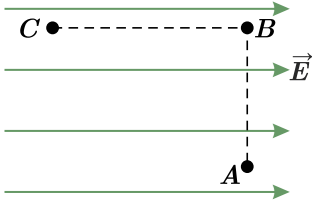
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۰   |      | <p>با توجه به شکل می بینیم که میدان حاصل روی هر کدام از قطرها برابر با <math>۳E</math> است.</p>  <p>بنابراین:</p> $E_T = \sqrt{(۳E)^2 + (۳E)^2} = ۳\sqrt{۲}E$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ۱۱   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| الف  |      | <p>به بار منفی در خلاف جهت میدان نیرو وارد می شود؛ بنابراین زاویه بین جابه جایی و نیرو برابر <math>\theta = ۱۸۰^\circ</math> است:</p> $\Delta U = - q Ed \cos \theta = -۱,۶ \times ۱۰^{-۱۹} C \times ۲ \times ۱۰^۳ N/C \times (۱۰ \times ۱۰^{-۲}) \times (-1) \Rightarrow \Delta U = ۳,۲ \times ۱۰^{-۱۷} J$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ب    |      | <p>در فیزیک دهم خواندید که اگر نیروهای اتلافی نداشته باشیم، <math>\Delta U = -\Delta K</math> است. در نقطه <math>B</math> سرعت صفر شده است؛ پس انرژی جنبشی نقطه <math>B</math> صفر است.</p> $\Delta U = -(K_B - K_A) \Rightarrow ۳,۲ \times ۱۰^{-۱۷} J = -(0 - K_A) = \frac{1}{2} m_e v_A^2 \Rightarrow ۳,۲ \times ۱۰^{-۱۷} J = \frac{1}{2} \times (۹,۱ \times ۱۰^{-۳۱} kg) \times v^2$ $\Rightarrow v^2 = \frac{۲ \times ۳,۲ \times ۱۰^{-۱۷} J}{۹,۱ \times ۱۰^{-۳۱} kg} \Rightarrow v^2 \simeq ۷,۰۳ \times ۱۰^{۱۲} = ۷,۰۳ \times ۱۰^{۱۲} \Rightarrow v \simeq ۸,۳ \times ۱۰^۶ m/s$                                                                                                |
| ۱۲   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| الف  |      | $I = \frac{\varepsilon}{r} \rightarrow ۱۲ = \frac{۲۴}{r} \Rightarrow r = ۲\Omega$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ب    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|      |      | $I = \frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow I = \frac{۲۴}{۱۰+۲} = ۲A \quad P = RI^2 \Rightarrow P = ۱۰ \times ۲^2 = ۴۰W$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ۱۳   | ۱.۲۵ |  <p>اگر برابند دو نیروی <math>F_{1۴}</math> و <math>F_{۳۴}</math> را <math>F_T</math> بنامیم، داریم:</p> $F_{1۴} = F_{۳۴} = k \frac{ q_1  q_۴ }{a^2} = F$ $F_T - F_{۲۴} = 0 \rightarrow F_T = F_{۲۴} \rightarrow \sqrt{۲}F = F_{۲۴}$ $\sqrt{۲}k \frac{ q_1  q_۴ }{a^2} = k \frac{ q_۲  q_۴ }{(a\sqrt{۲})^2} \rightarrow$ $\sqrt{۲} \times \frac{۵}{a^2} = \frac{ q_۲ }{۲a^2} \Rightarrow  q_۲  = ۱۰\sqrt{۲}\mu C$ <p>نوع بار <math>q_۲</math> منفی است، تا نیروی ربایشی آن بر بار <math>q_۴</math> بتواند برابند نیروهای دیگر را خنثی کند.</p> <p>(صفحه ۱۰ کتاب درسی)</p> <p>راهنمای تصحیح:</p> |

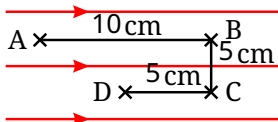
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | ۱.۲۵ | <div data-bbox="175 336 558 716">  <p>(نمره ۰/۲۵)</p> </div> <div data-bbox="574 380 925 604"> <math display="block">F_{1f} = F_{2f} = k \frac{ q_1  q_f }{a^2} = F \text{ (نمره ۰/۲۵)}</math> <math display="block">\rightarrow \sqrt{2}F = F_{rf} \text{ (نمره ۰/۲۵)}</math> <math display="block">\sqrt{2}k \frac{ q_1  q_f }{a^2} = k \frac{ q_r  q_f }{(a\sqrt{2})^2} \rightarrow</math> <math display="block"> q_r  = 10\sqrt{2}\mu C \text{ (نمره ۰/۲۵)}</math> </div> <p>نوع بار <math>q_r</math> منفی است. (نمره ۰/۲۵)</p>                                                                                                                                                          |
| ۱۴   | ۰.۵  | <div data-bbox="175 784 558 1075">  </div> <p>میدان الکتریکی خارجی باعث جدا شدن بارهای مثبت و منفی در دو وجه رسانا می‌شود؛ به‌طوری که میدان حاصل از این بارها، میدان خارجی در داخل رسانا را خنثی می‌کند.</p> <p>(صفحه ۲۸ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> <p>میدان الکتریکی خارجی باعث جدا شدن بارهای مثبت و منفی در دو وجه رسانا می‌شود (نمره ۰/۲۵)؛ به‌طوری که میدان حاصل از این بارها، میدان خارجی در داخل رسانا را خنثی می‌کند. (نمره ۰/۲۵)</p>                                                                                                                                                                                                                                        |
| ۱۵   | ۰.۷۵ | <div data-bbox="175 1299 558 1568">  </div> <div data-bbox="638 1344 1005 1523"> <p>فرض کنیم ذره باردار <math>+q</math> را از <math>A</math> تا <math>B</math> جابه‌جا می‌کنیم:</p> <math display="block">\Delta U_E = - q Ed \cos 90^\circ = 0 \text{ (نمره ۰/۲۵)}</math> <math display="block">\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = 0 \text{ (نمره ۰/۲۵)}</math> <math display="block">V_B - V_A = 0 \rightarrow V_B = V_A \text{ (نمره ۰/۲۵)}</math> </div> <p>(صفحه ۲۲ و ۲۳ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> $\Delta U_E = - q Ed \cos 90^\circ = 0 \text{ (نمره ۰/۲۵)}$ $\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = 0 \text{ (نمره ۰/۲۵)}$ $V_B - V_A = 0 \rightarrow V_B = V_A \text{ (نمره ۰/۲۵)}$ |

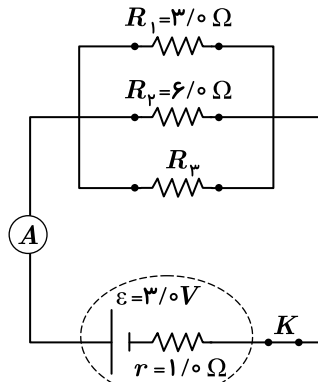
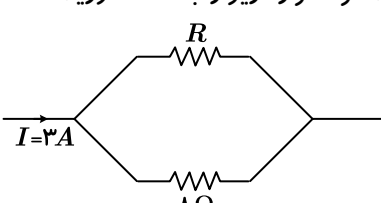
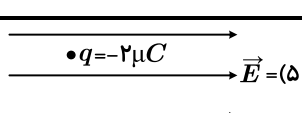
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۶   | ۲    | <p>با توجه به جهت <math>E_A</math> باید بار <math>q_A</math> منفی باشد.</p>  $E_{1,r} = E_A$ $E_1 = E_r = k \frac{ q_1 }{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{3^2} = 5 \times 10^3 \frac{N}{C}$ $E_{1,r} = \sqrt{E_1^2 + E_r^2} = \sqrt{(5 \times 10^3)^2 + (5 \times 10^3)^2} = 5\sqrt{2} \times 10^3 \frac{N}{C}$ $\rightarrow E_A = E_{1,r} = 5\sqrt{2} \times 10^3 \frac{N}{C}$ $\frac{k q_A }{r_A^2} = 5\sqrt{2} \times 10^3 \rightarrow \frac{9 \times 10^9  q_A }{(3\sqrt{2})^2} = 5\sqrt{2} \times 10^3 \rightarrow  q_A  = 10\sqrt{2} \times 10^{-6} C$ $\rightarrow q_A = -10\sqrt{2} \times 10^{-6} C$ <p>(صفحه ۱۶ کتاب درسی)</p> <p>راهنمای تصحیح:</p> $E = k \frac{ q }{r^2} \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$ $E_r = E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{3^2} = 5 \times 10^3 \frac{N}{C} \text{ (نمره ۰٫۵)}$ $E_{1,r} = \sqrt{(5 \times 10^3)^2 + (5 \times 10^3)^2} = 5\sqrt{2} \times 10^3 \frac{N}{C} \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$ $E_{1,r} = E_A \text{ (نمره ۰٫۲۵)} \rightarrow 5\sqrt{2} \times 10^3 = \frac{9 \times 10^9 \times  q_A }{(3\sqrt{2})^2} \text{ (نمره ۰٫۲۵)} \rightarrow  q_A  = 10\sqrt{2} \times 10^{-6} C \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$ <p>علامت بار <math>q_A</math> منفی است. (نمره ۰٫۲۵)</p> |
| ۱۷   | ۰٫۷۵ | $F_{1r} = F_{rr} \rightarrow \frac{k q_1  q_r }{x^2} = \frac{k q_r  q_r }{(60+x)^2}$ $\frac{3}{x^2} = \frac{27}{(60+x)^2} \rightarrow \frac{1}{x} = \frac{3}{60+x} \rightarrow 3x = 60+x \rightarrow x = 30 \text{ cm}$  <p>(صفحه ۹ کتاب درسی)</p> <p>راهنمای تصحیح:</p> $F_{1r} = F_{rr} \rightarrow k \frac{ q_1  q_r }{r_1^2} = k \frac{ q_r  q_r }{r_r^2} \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$ $\rightarrow \frac{3}{x^2} = \frac{27}{(60+x)^2} \text{ (نمره ۰٫۲۵)} \rightarrow x = 30 \text{ cm} \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ۱۸   | ۱    | <p>بارهای ناهمنام یکدیگر را جذب می کنند؛ پس نوع نیرو، جاذبه است.</p> $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{ -5 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3} }{(0.3)^2} \rightarrow F = 2 \times 10^6 N$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

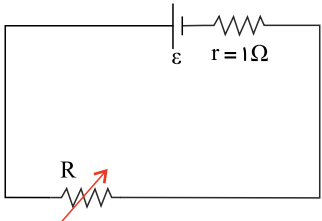
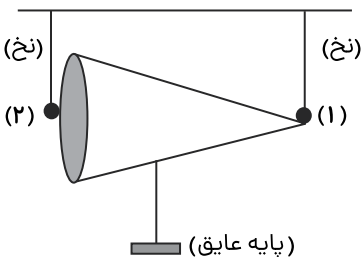
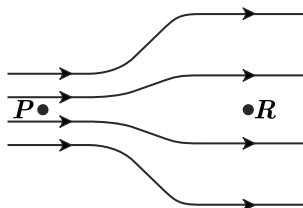
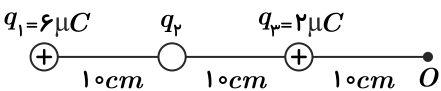
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | ۱    | <p>(صفحه ۶ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2} \quad (نمره ۰٫۲۵) \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{ -5 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3} }{(0.3)^2} \quad (نمره ۰٫۲۵)$ $\rightarrow F = 2 \times 10^6 N \quad (نمره ۰٫۲۵)$ <p>نوع نیرو، جاذبه است. (۰٫۲۵ نمره)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ۱۹   | ۰٫۷۵ | <p>(الف)<br/>(ب) نیروی وارد بر بار مثبت در هر نقطه، هم جهت با میدان الکتریکی در آن نقطه است. پس میدان الکتریکی در نقطه A هم جهت با <math>\vec{E}</math> است.<br/>(صفحه ۱۱ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:<br/>(الف)</p> $E = \frac{F}{q} \Rightarrow E = \frac{5 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-3}} = 5 \frac{N}{C}$ $E = \frac{F}{q} \quad (نمره ۰٫۲۵) \Rightarrow E = \frac{5 \times 10^{-3}}{10^{-3}} = 5 \frac{N}{C} \quad (نمره ۰٫۲۵)$ <p>(ب) هم جهت با <math>\vec{E}</math> (۰٫۲۵ نمره)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ۲۰   | ۱    | <p>از آنجایی که ذره آزادانه حرکت می کند، تغییرات انرژی جنبشی ذره با اندازه تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی آن برابر است.</p> $\Delta U = q\Delta V \xrightarrow{\Delta K = -\Delta U} \Delta K = -q\Delta V$ $\Delta V = V_B - V_A = 100 - 800 = -700 V$ $\Delta K = -4 \times 10^{-3} \times (-700) = 2.8 J$ $\Delta K = K_B - K_A = \frac{1}{2} m v_B^2 \rightarrow 2.8 = \frac{1}{2} \times 14 \times 10^{-3} \times v_B^2$ $v_B^2 = \frac{2.8}{7 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^2 \rightarrow v_B = 20 \frac{m}{s}$ <p>(صفحه ۲۲ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> $\Delta K = -\Delta U \quad (نمره ۰٫۲۵)$ $\frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = -q\Delta V \quad (نمره ۰٫۲۵)$ $\rightarrow -4 \times 10^{-3} \times (-700) = \frac{1}{2} \times 14 \times 10^{-3} \times v_B^2 \quad (نمره ۰٫۲۵)$ $\rightarrow v_B = 20 \frac{m}{s} \quad (نمره ۰٫۲۵)$ |
| ۲۱   | ۰٫۷۵ | <p>اهمتر مقاومت لامپ را در حالت خاموش اندازه می گیرد، در حالی که رابطه <math>P = \frac{V^2}{R}</math>، مقاومت لامپ را در حالت روشن محاسبه می کند. چون در حالت روشن دما و در نتیجه مقاومت لامپ بیشتر است، بنابراین عدد به دست آمده از رابطه <math>P = \frac{V^2}{R}</math> بیشتر است.<br/>(صفحه ۵۵ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> $P = \frac{V^2}{R} \quad (نمره ۰٫۲۵)؛ زیرا این عدد، مقاومت رشته سیم را در حالت روشن نشان می دهد (نمره ۰٫۲۵) و چون دمای سیم در حالت روشن بیشتر است، مقاومت بزرگتری نیز دارد (۰٫۲۵ نمره).$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۲   | ۱    | <p>اتصال متوالی: <math>R_{1eq} = R + R = ۳۰ + ۳۰ = ۶۰\Omega</math></p> <p><math>P_1 = \frac{V^2}{R_{1eq}} = \frac{۶۰^2}{۶۰} = ۶۰W</math></p> <p>اتصال موازی: <math>\frac{1}{R_{req}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1}{۳۰} + \frac{1}{۳۰} = \frac{1}{۱۵} \Rightarrow R_{req} = ۱۵W</math></p> <p><math>P_2 = \frac{V^2}{R_{req}} = \frac{۶۰^2}{۱۵} = ۲۴۰W \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{۲۴۰}{۶۰} = ۴</math></p> <p>(صفحه ۶۴ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> <p>حالت متوالی: <math>R_{eq} = ۳۰ + ۳۰ = ۶۰\Omega</math> (نمره ۲۵)</p> <p>حالت موازی: <math>R'_{eq} = \frac{۳۰}{۲} = ۱۵\Omega</math> (نمره ۲۵)</p> <p><math>\frac{P'}{P} = \frac{R_{eq}}{R'_{eq}}</math> (نمره ۲۵) <math>\Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{۶۰}{۱۵} = ۴</math> (نمره ۲۵)</p>                                                                                                                                                                                        |
| ۲۳   | ۱.۷۵ | <p>با بستن کلید <math>K</math>، مقاومت <math>R_2</math> با مقاومت معادل <math>R_{1,2}</math> به صورت موازی قرار می‌گیرد؛ بنابراین مقاومت معادل کاهش پیدا می‌کند.</p> <p>طبق رابطه <math>I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}</math>، کاهش مقاومت معادل سبب افزایش جریان کل مدار می‌شود.</p> <p>با توجه به رابطه <math>V = \mathcal{E} - rI</math>، افزایش جریان باعث کاهش اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت <math>R_2</math> و مقاومت معادل <math>R_{1,2}</math> می‌شود.</p> <p>در نتیجه طبق رابطه <math>V = R_{1,2}I</math>، با کاهش <math>V</math>، جریان یا همان عدد آمپرسنج نیز کاهش می‌یابد.</p> <p>(صفحه ۶۴ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> <p><math>I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}</math> و (نمره ۲۵) <math>\Rightarrow I \uparrow</math> (نمره ۲۵)</p> <p><math>V = \mathcal{E} - rI</math> (نمره ۲۵) <math>\Rightarrow V \downarrow</math> (نمره ۲۵)</p> <p><math>V = R_{1,2}I</math> (نمره ۲۵) <math>\Rightarrow I \downarrow</math> (نمره ۲۵)</p> |
| ۲۴   | ۱    | <p><math>R_{2,3} = \frac{۳}{۲} = ۱,۵\Omega</math></p> <p><math>\frac{P_{2,3}}{P_1} = \frac{R_{2,3}}{R_1} \Rightarrow \frac{P_{2,3}}{۸} = \frac{۱,۵}{۰,۵} \Rightarrow P_{2,3} = ۲۴W</math></p> <p><math>\Rightarrow P_{\text{خروجی}} = ۸ + ۲۴ = ۳۲W</math></p> <p>(صفحه ۵۴، ۵۶ و ۵۷ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> <p><math>R_{2,3} = \frac{۳}{۲} = ۱,۵\Omega</math> (نمره ۲۵)</p> <p><math>\frac{P_{2,3}}{P_1} = \frac{R_{2,3}}{R_1}</math> (نمره ۲۵) <math>\Rightarrow \frac{P_{2,3}}{۸} = \frac{۱,۵}{۰,۵} \Rightarrow P_{2,3} = ۲۴W</math> (نمره ۲۵)</p> <p><math>P_{\text{خروجی}} = ۸ + ۲۴ = ۳۲W</math> (نمره ۲۵)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ۲۵   | ۱.۲۵ | <p><math>\Delta K = -\Delta U \Rightarrow \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) = -q\Delta V</math></p> <p><math>\rightarrow -۲ \times ۱۰^{-۶} \times (۱۲۰ - (-۸۰)) = \frac{1}{۴} \times ۴ \times ۱۰^{-۶}(v_B^2 - ۱۵^2) \Rightarrow v_B = ۵ \frac{m}{s}</math></p> <p>(صفحه ۲۳ کتاب درسی)<br/>راهنمای تصحیح:</p> <p><math>\Delta K = -\Delta U</math> (نمره ۲۵) <math>\Rightarrow \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) = -q\Delta V</math> (نمره ۵)</p> <p><math>\rightarrow -۲ \times ۱۰^{-۶} \times (۱۲۰ - (-۸۰)) = \frac{1}{۴} \times ۴ \times ۱۰^{-۶}(v_B^2 - ۱۵^2)</math> (نمره ۲۵) <math>\Rightarrow v_B = ۵ \frac{m}{s}</math> (نمره ۲۵)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

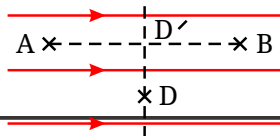
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    |      | در جمله زیر، گزینه درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|      |      | (الف) با قرار دادن دی الکتریک بین صفحه های خازن (میدان الکتریکی اولیه بین دو صفحه - ظرفیت) آن افزایش می یابد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|      |      | (ب) ضریب دمایی مقاومت ویژه در (رساناهای فلزی - نیم رساناها) منفی است.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|      |      | (پ) آمپر ساعت، یکای (بار الکتریکی - جریان الکتریکی) می باشد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ۲    |      | درستی یا نادرستی جمله زیر را تعیین کنید.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|      |      | (الف) رئوستا یک مقاومت ترکیبی است.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|      |      | (ب) به وسیله اهم متر می توان مقاومت رشته سیم داخل لامپ روشن را اندازه گیری کرد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ۳    |      | <p>در مدار شکل زیر، پس از بسته شدن کلید <math>k</math>: (ولت سنج ایده آل است).</p> <p>(الف) عددی که ولت سنج نشان می دهد را با اندازه نیروی محرکه مولد، مقایسه کنید.</p> <p>(ب) با قرار دادن دی الکتریک با ضریب <math>\kappa</math> بین دو صفحه خازن، ظرفیت خازن و میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن چگونه تغییر می کنند؟</p>                                                                                                                                       |
| ۴    |      | <p>(الف) بار الکتریکی اتم و هسته اتم کربن (<math>^{12}_6C</math>) چند کولن است؟</p> <p>(ب) بار الکتریکی اتم کربن یک بار یونیده (<math>C^+</math>) چقدر است؟</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ۵    |      | <p>مطابق شکل زیر، بار <math>q = +5.0nC</math> را در میدان الکتریکی یکنواخت <math>\frac{5.0N}{C} \times 10^{-8}</math> نخست از نقطه A تا نقطه B و سپس تا نقطه C جابه جا می کنیم. اگر <math>AB = 0.2m</math> و <math>BC = 0.4m</math> باشد، مطلوب است:</p> <p>(الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار <math>q</math>.</p> <p>(ب) کاری که نیروی الکتریکی در این جابه جایی انجام می دهد.</p> <p>(ج) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار <math>q</math> در این جابه جایی.</p>  |

| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۶    |      | <p>بار الکتریکی <math>q = 1 \mu C</math> در میدان الکتریکی یکنواخت <math>E = 10^6 \frac{N}{C}</math> ابتدا از <math>A</math> به <math>B</math>، سپس از <math>B</math> به <math>C</math> و در نهایت از <math>C</math> به <math>D</math> برده می‌شود.</p> <p>الف) تغییر انرژی پتانسیل بار در هر جابه‌جایی چقدر است؟</p> <p>ب) در نهایت از <math>A</math> تا <math>D</math> انرژی پتانسیل بار چگونه تغییر کرده است؟</p>  |
| ۷    |      | <p>اگر فرض کنیم سرعت سوق الکترون‌ها در یک رسانا <math>1 \frac{mm}{s}</math> باشد، به نظر شما با بسته شدن کلیدی که از لامپ <math>2m</math> فاصله دارد، چقدر طول می‌کشد تا لامپ روشن شود؟ سرعت سوق در پاسخ شما چه تأثیری دارد؟</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ۸    |      | <p>ترمیستور چیست و انواع آن را نام ببرید.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ۹    |      | <p>در حسگر کیسه هوای برخی از خودروها از یک خازن استفاده می‌شود. درباره چگونگی عملکرد این حسگرها تحقیق کنید.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ۱۰   |      | <p>خازن‌ها انواع متعددی دارند؛ زیرا برای کاربردهای مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند. درباره خازن‌های مختلف مانند خازن‌های ورقه‌ای، میکا، سرامیکی، الکترولیتی، خازن‌های متغیر، آبرخازن‌ها و ظرفیت آنها تحقیق کنید. هر گروه می‌تواند روی یک نوع خازن تحقیق کند.</p>                                                                                                                                                                                                                                          |

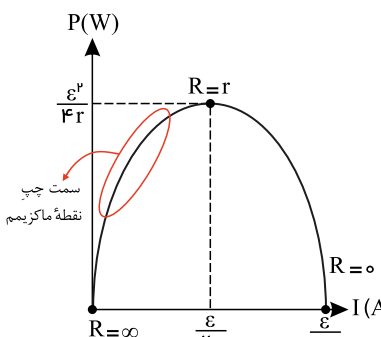
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۱   |      | <p>در شکل روبه‌رو سه مقاومت موازی به همراه یک آمپرسنج آرمانی به دو سر یک باتری وصل شده‌اند. اگر مقاومت معادل این ترکیب <math>1/6 \Omega</math> باشد،</p> <p>الف) مقاومت <math>R_3</math> چقدر است؟</p> <p>ب) جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد را به دست آورید.</p> <p>پ) نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان‌های مصرفی مقاومت‌های <math>R_1</math>، <math>R_2</math> و <math>R_3</math> برابر است.</p>  |
| ۱۲   |      | <p>مقاومت یک لامپ ۱۰۰ وات و ۲۲۰ ولتی در حالت خاموش <math>48/8 \Omega</math> است. دمای سیم تنگستن لامپ هنگام روشن بودن با ولتاژ <math>220 V</math>، چند درجهٔ سلسیوس افزایش می‌یابد؟ (<math>\alpha = 0/004 \frac{1}{K}</math>)</p>                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ۱۳   |      | <p>در شکل زیر، اگر در مقاومت <math>8 \Omega</math> در هر ثانیه <math>32 J</math> و در مقاومت <math>R</math> در هر ثانیه <math>16 J</math> گرما تولید شود، موارد زیر را به دست آورید.</p> <p>الف) مقدار مقاومت <math>R</math></p> <p>ب) جریان گذرنده از مقاومت ۸ اهمی</p>                                                                                                                                 |
| ۱۴   |      | <p>سه مقاومت مساوی <math>R</math> را یک بار به‌طور متوالی و بار دیگر به‌صورت موازی به هم می‌بندیم و هر بار دو سر مجموعه را به مولدی با نیروی محرکهٔ <math>\varepsilon</math> و مقاومت درونی <math>r = R</math> وصل می‌کنیم. نسبت جریان در مدار در حالت متوالی به حالت موازی چقدر است؟</p>                                                                                                                                                                                                  |
| ۱۵   |      | <p>برای تعیین میدان الکتریکی در نقطه‌ای از فضا، بار آزمون <math>+2 nC</math> را در آن نقطه قرار می‌دهیم. نیروی الکتریکی <math>5 \times 10^{-3} N</math> در راستای جنوب - شمال و به طرف شمال بر این بار وارد می‌شود. بزرگی و جهت میدان الکتریکی در این نقطه را مشخص کنید.</p>                                                                                                                                                                                                               |
| ۱۶   |      | <p>ذرهٔ بارداری مطابق شکل در یک میدان الکتریکی یکنواخت قرار دارد. نیروی وارد بر این <math>\vec{E} = (5 \times 10 N/C) \vec{i}</math></p> <p>ذره را برحسب بردارهای یکه تعیین کنید و آن را رسم کنید.</p>                                                                                                                                                                                                  |
| ۱۷   |      | <p>در یک میدان الکتریکی، بار <math>q = 2 nC</math> از نقطهٔ A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل آن در نقطه‌های A تا B به‌ترتیب <math>4 \times 10^{-5} J</math> و <math>5 \times 10^{-5} J</math> باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی میان دو نقطه <math>(V_B - V_A)</math> را محاسبه کنید.</p>                                                                                                                                                                                              |

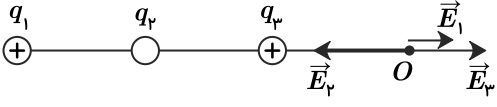
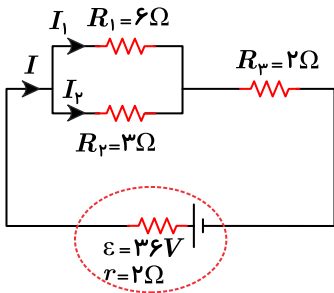
| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۸   | ۰.۷۵ | <p>در مدار شکل روبه‌رو، اگر مقاومت متغیر <math>R</math> را از <math>۲\Omega</math> به <math>۳\Omega</math> افزایش دهیم، توان خروجی مولد چگونه تغییر می‌کند؟</p>                                                                                                                                           |
| ۱۹   | ۰.۷۵ | <p>مطابق شکل دو آونگ فلزی خنثی در تماس با جسم فلزی دوکی شکل هستند، به کمک مولد واندوگراف به جسم دوکی شکل بار الکتریکی می‌دهیم:</p> <p>الف) چرا آونگ‌ها منحرف می‌شوند؟</p> <p>ب) کدام آونگ بیشتر منحرف می‌شود؟ چرا؟</p>                                                                                   |
| ۲۰   | ۰.۷۵ | <p>در شکل زیر، فاصله خطوط میدان در سمت راست، سه برابر این فاصله در سمت چپ است. اگر به الکترونی در نقطه <math>R</math>، نیروی الکتریکی <math>۲۰N</math> وارد شود، نیروی وارد بر آن در نقطه <math>P</math>، چند نیوتون و در چه جهتی است؟ (فرض کنید اندازه میدان با فاصله خطوط میدان رابطه عکس دارد).</p>  |
| ۲۱   | ۱    | <p>در شکل زیر، اندازه و نوع بار <math>q_2</math> را به گونه‌ای تعیین کنید که میدان الکتریکی خالص در نقطه <math>O</math> صفر شود. (<math>k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}</math>)</p>                                                                                                                  |
| ۲۲   | ۰.۷۵ | <p>نیروی محرکه الکتریکی باتری را تعریف کنید.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ۲۳   | ۱.۷۵ | <p>دو مقاومت موازی <math>۶\Omega</math> و <math>۳\Omega</math> به‌طور متوالی به یک مقاومت <math>۲\Omega</math> متصل شده‌اند. اکنون مجموعه مقاومت‌ها را به دو سر یک باتری <math>۳۶</math> ولتی با مقاومت درونی <math>۲\Omega</math> وصل می‌کنیم. توان مصرفی در مقاومت <math>۶\Omega</math> چند وات خواهد بود؟</p>                                                                           |
| ۲۴   | ۱    | <p>با داشتن یک لامپ و یک اهم‌متر، آزمایشی را طراحی کنید که بتوان مقاومت رشته سیم داخل یک لامپ روشن را محاسبه کرد.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| ردیف | نمره |                                                                                                                |
|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۵   | ۱    | درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با کلمه‌های «درست» و «نادرست» مشخص کنید.                                      |
|      |      | الف) اگر بار الکتریکی مثبت را در جهت خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا کنیم، کار میدان الکتریکی روی بار، مثبت است.   |
|      |      | ب) پتانسیل الکتریکی، یک کمیت نرده‌ای است.                                                                      |
|      |      | پ) مقاومت یک ولت‌سنج باید خیلی کم باشد تا قرار گرفتن آن در مدار، ولتاژ اجزای مدار را به‌طور محسوسی تغییر ندهد. |

| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|      |      | الف) ظرفیت $(C = \kappa \frac{\epsilon_0 A}{d})$ با ورود دی الکتریک، ظرفیت خازن افزایش می یابد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|      |      | ب) نیم رساناها                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|      |      | پ) بار الکتریکی                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ۲    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|      |      | الف) نادرست                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|      |      | ب) نادرست                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ۳    |      | الف) برابر نیروی محرکه مولد است. (ب) ظرفیت افزایش می یابد، میدان الکتریکی ثابت می ماند.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ۴    |      | الف) بار خالصی که یک اتم خنثی دارد، برابر صفر است؛ زیرا تعداد الکترون ها و پروتون های آن برابرند و چون تعداد پروتون های هسته ۶ عدد است، بار هسته برابر است با:<br>$q = \pm ne \Rightarrow q_{\text{هسته}} = 6 \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow q = 9.6 \times 10^{-19} C$<br>ب) اتم کربن یک بار یونیده، یک الکترون از دست داده است؛ بنابراین بار این یون برابر است با:<br>$q = \pm ne \Rightarrow q = +1 \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow q = 1.6 \times 10^{-19} C$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ۵    |      | الف) با توجه به تعریف کثی میدان الکتریکی داریم:<br>$F = E q  \Rightarrow F = 8 \times 10^5 \times 50 \times 10^{-9} = 4 \times 10^{-2} N$<br>ب) بر اساس رابطه $W_E =  q  Ed \cos \theta$ در مسیر $AB$ زاویه بین بردار میدان و جابه جایی $90^\circ$ و کار انجام شده صفر است. بنابراین داریم:<br>$W_{ABC} = W_{AB} + W_{BC} =  q  E(BC) \cos(180^\circ) = 50 \times 10^{-9} \times 8 \times 10^5 \times 0.4 \times (-1)$<br>$\Rightarrow W_{ABC} = W_{BC} = -16 \times 10^{-3} = -0.016 J$<br>ج) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر با منفی کار نیروی میدان الکتریکی است. یعنی:<br>$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta U_E = 0.016 J$<br>به طور طبیعی چون بار مثبت در خلاف جهت میدان الکتریکی جابجا شده است انرژی پتانسیل آن افزایش یافته است.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ۶    |      | $AB : \Delta U_E = - q  Ed \cos \theta = - 1 \times 10^{-6}  \times 10^4 \times 0.1 \times \cos(0)$<br>$\xrightarrow{\text{در مسیر } AB} \Delta U_E = -1 J$<br>به بار مثبت در جهت میدان نیرو وارد می شود پس $\theta$ در مسیر $AB$ برابر صفر بوده است.<br>$BC : \theta = 90^\circ \Rightarrow \Delta U_E = 0$<br>در مسیر $CD$ زاویه بردار جابه جایی و نیروی وارد شده بر بار مثبت برابر با $180^\circ$ است:<br>$CD : \Delta U_E = - q  Ed \cos \theta = - 1 \times 10^{-6}  \times 10^4 \times 0.5 \times \cos(180)$<br>$\xrightarrow{\text{در مسیر } CD} \Delta U_E = 0.5 J$<br>ب) برای محاسبه $\Delta U$ کل دو راه هست یکی جمع کردن $\Delta U$ ها:<br>$\Delta U_{js} = \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CD} = -1 + 0 + 0.5 = -0.5 J$<br>راه دیگر این است که بدانیم نقطه $D$ از نظر تغییر انرژی پتانسیل کاملاً مشابه نقطه وسط فاصله $AB$ است، زیرا اگر عمود بر خطوط میدان از نقطه وسط $AB$ به نقطه $D$ حرکت کنیم تغییری در انرژی پتانسیل بار ایجاد نمی شود بنابراین در چنین مسائلی می توان مستقیماً فقط مقدار فاصله دو نقطه را به جای $D$ قرار داد:<br>$\Delta U_{AD} = \Delta U_{AD'} = - q  Ed \cos \theta$<br>$\Delta U_{AD} = - 1 \times 10^{-6}  \times 10^4 \times 0.5 \times \cos(0)$<br>$\Delta U_{AD} = -0.5 J$  |

| ردیف | نمره                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۷    | <p>بلافاصله پس از بستن کلید لامپ روشن می‌شود و این موضوع ربطی به سرعت سوق ندارد (مانند شلنگی که پر از آب است و بلافاصله پس از باز کردن شیر آب، از سر دیگر آن آب خارج می‌شود). سرعت سوق نشان می‌دهد که الکترونی که با بستن کلید از پشت آن شروع به حرکت می‌کند چقدر طول می‌کشد تا به لامپ برسد که البته محاسبه آن بسیار ساده است.</p> $\Delta x = vt \Rightarrow 2000 = 1 \Delta t \Rightarrow \Delta t = 2000 s \approx 33 \text{ min}$ <p>که البته این موضوع ربطی به زمان روشن شدن لامپ ندارد.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ۸    | <p>نوعی از مقاومت است که مقاومت الکتریکی آن به دما وابسته است و این وابستگی با مقاومت‌های معمولی متفاوت است.</p> <p>از این مقاومت‌ها بعنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش و دماپاها و دماسنج‌ها استفاده می‌شود (ترمیستورها از نیمه‌هادی‌ها ساخته می‌شوند) ترمیستورها در دو نوع <math>NTC</math> و <math>PTC</math> دسته‌بندی می‌شوند در نوع <math>NTC</math> با افزایش دما مقاومت ترمیستور کاهش می‌یابد (<math>N</math> مخفف نگاتیو است) و در نوع <math>PTC</math> با افزایش دما مقاومت افزایش می‌یابد (<math>P</math> مخفف پزیتیو است).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ۹    | <p>این حسگرها که در قسمت جلوی خودرو نصب می‌شوند، شامل خازنی با یک صفحه ثابت و یک صفحه متحرک هستند. در تغییر سرعت‌های ناگهانی و ترمزهای شدید، فاصله بین این دو صفحه کاهش و ظرفیت خازن افزایش می‌یابد. این تغییر ظرفیت خازن توسط دستگاه کنترل مرکزی، آشکارسازی و باعث باز شدن کیسه هوا می‌شود.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ۱۰   | <p>خازن‌های ورقه‌ای: این خازن‌ها از دو ورق قلع یا آلومینیم تشکیل شده‌اند که بین آنها دو ورقه دی‌الکتریک مانند کاغذ یا پلاستیک جا داده می‌شود. این ورق‌ها را لوله می‌کنند و به صورت یک استوانه در می‌آورند و در محفظه‌ای پلاستیکی قرار می‌دهند. ظرفیت این نوع خازن‌ها از <math>1 nF</math> تا <math>1 \mu F</math> است.</p> <p>خازن‌های میکا: در این نوع خازن‌ها بین ورقه‌های فلزی نازک قلعی ورقه‌های نازک میکا قرار می‌دهند و ورقه‌های قلع را یک در میان به یکدیگر وصل می‌کنند. ظرفیت این خازن‌ها حدود <math>50</math> تا <math>500</math> پیکوفاراد است.</p> <p>خازن‌های سرامیکی: دی‌الکتریک این خازن‌ها سرامیک است که با استفاده از انواع سیلیکات‌ها در دمای بالا تهیه می‌شود. ثابت دی‌الکتریک این خازن‌ها زیاد و در حدود <math>1000</math> است. خازن‌های سرامیکی به شکل عدس تهیه می‌شوند و حجم آنها کم است. صفحات رسانای آنها نیز با ذوب نقره در دو طرف سرامیک تهیه می‌شوند. ظرفیت این خازن‌ها حدود ده‌ها نانوفاراد (<math>nF</math>) است.</p> <p>خازن‌های الکترولیتی: این خازن‌ها از یک صفحه فلزی اندود شده با اکسید آلومینیم به‌طوری که صفحه فلزی، قطب مثبت خازن و لایه اکسید، دی‌الکتریک آن باشد تشکیل شده است. الکترولیت جامد یا مایع که غالباً کاغذی آغشته به مایع الکترولیت است به عنوان قطب منفی خازن عمل می‌کند. ظرفیت این خازن‌ها بالا است و تا حدود <math>10^4 F</math> می‌رسد.</p> <p>خازن‌های متغیر: دی‌الکتریک این خازن‌ها معمولاً هوا است. در ساختمان آنها دو نوع صفحه فلزی یک دسته ثابت و دسته دیگر متحرک به کار رفته است که هر دو دسته روی یک محور قرار گرفته‌اند ولی صفحات متحرک روی این محور می‌چرخند. صفحه‌ها به شکل نیم‌دایره‌اند و با چرخیدن صفحات متحرک مساحت خازن کم و زیاد می‌شود. این نوع خازن‌ها در گیرنده‌های رادیویی به کار می‌رفته است.</p> <p>آبرخازن‌ها: این نوع خازن‌ها از موادی مانند زغال فعال پر شده‌اند که خود درون نوعی الکترولیت قرار گرفته‌اند. زغال‌ها پس از قرار گرفتن در دو سوی خازن که توسط غشای عایق و نفوذپذیری به نام جداکننده از هم جدا شده‌اند، بارهایی با علامت مخالف می‌گیرند و با توجه به نفوذپذیری جداکننده، یون‌های موجود در الکترولیت از غشای جداکننده عبور می‌کنند؛ به‌طوری که یون‌های منفی در سمت زغال‌های باردار مثبت و یون‌های مثبت در سمت زغال‌های باردار منفی قرار می‌گیرند. هریک از جفت بارهای مثبت و منفی زغال - یون به مثابه خازنی با فاصله جدایی <math>d</math> است که میلیون‌ها بار کوچک‌تر از فاصله جدایی صفحات یک خازن معمولی است. از طرفی ساختار میکروسکوپی زغال‌های فعال اسفنجی شکل است، به‌طوری که در مقیاس نانو سطح تماس بسیار بزرگی با یون‌ها دارند و به این ترتیب مساحت صفحات این خازن‌ها به مراتب بزرگ‌تر از مساحت سطح یک خازن معمولی است. بنابراین این خازن‌ها ظرفیت‌های بسیار بزرگی از مرتبه کیلوفاراد دارند که میلیون‌ها برابر خازن‌های معمولی است. از مزایای این نوع خازن‌ها شارژ سریع آنها است که باعث استفاده از آنها در وسایل الکتریکی می‌شود.</p> |
| ۱۱   | <p>(الف)</p> $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{1.6} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{10}{16} = \frac{1}{2} + \frac{1}{R_3}$ $\Rightarrow \frac{1}{R_3} = \frac{10}{16} - \frac{1}{2} = \frac{1}{8} \Rightarrow R_3 = 8 \Omega$ <p>(ب) با نوشتن قاعده حلقه برای این مدار و با در نظر گرفتن مقاومت معادل <math>R_{eq}</math> داریم:</p> $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{3}{1.6 + 1} = \frac{3}{2.6} = \frac{30}{26} \Rightarrow I = \frac{15}{13} A$ <p>(پ)</p> $P_{خروجی} = \varepsilon I - r I^2 = 3 \times \frac{15}{13} - 1 \times \left(\frac{15}{13}\right)^2 \Rightarrow P_{خروجی} \approx 2.13 W$ <p>از آنجا که توان مصرفی مقاومت معادل با مجموع توان‌های مصرفی تک‌تک مقاومت‌ها برابر است می‌توان نوشت:</p> $P_{مصرفی} = R_{eq} I^2 = 1.6 \times \left(\frac{15}{13}\right)^2 \Rightarrow P_{مصرفی} \approx 2.13 W$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۲   |      | <p>وقتی لامپ با ولتاژ <math>۲۲۰V</math> روشن می‌شود، مقاومت آن برابر می‌شود با:</p> $R = \frac{\Delta V^2}{P} = \frac{(۲۲۰V)^2}{۱۰۰W} = ۴۸۴\Omega$ <p>اما در سوال گفته شده است که مقاومت لامپ در حالت خاموش <math>۴۸۷\Omega</math> است. این یعنی دما به مقدار <math>\Delta\theta</math> افزایش یافته که باعث شده مقاومت سیم هم افزایش یابد:</p> $R = R_0(1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow ۴۸۴\Omega = (۴۸۷\Omega)(1 + (۴ \times 10^{-3} \frac{1}{K}) \times \Delta\theta) \Rightarrow \Delta\theta = ۲۲۵^\circ C$                                                                                               |
| ۱۳   |      | <p>الف) با توجه به رابطه <math>\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}</math> داریم:</p> $\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow \frac{۳۲}{۱۶} = \frac{R_1}{۸\Omega} \Rightarrow R_1 = ۱۶\Omega$ <p>ب) جریان گذرنده از مقاومت ۸ اهمی را می‌توانیم از <math>U_1 = R_1 I_1 t</math> به دست آوریم:</p> $U_1 = R_1 I_1 t \Rightarrow ۳۲J = (۸\Omega) \times I_1^2 \times (1s) \Rightarrow I_1^2 = \frac{۳۲}{۸} = ۴ \Rightarrow I_1 = ۲A$                                                                                                                                                                              |
| ۱۴   |      | <p>جریان به صورت <math>I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}</math> به دست می‌آید؛ پس، ما تنها کافی است به دنبال مقاومت معادل در دو حالت متوالی و موازی بگردیم. مقاومت‌ها با هم مساوی‌اند؛ بنابراین داریم:</p> <p>متوالی: <math>R_{eq} = nR \stackrel{n=3}{=} ۳R</math></p> <p>موازی: <math>R'_{eq} = \frac{R}{n} \stackrel{n=3}{=} \frac{R}{۳}</math></p> <p>حالا برای حل سوال، همه چیز را داریم:</p> $\frac{I_{متوالی}}{I_{موازی}} = \frac{\frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}}{\frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r}} = \frac{\frac{1}{3R + R}}{\frac{1}{\frac{R}{3} + R}} = \frac{\frac{1}{4R}}{\frac{4}{4R}} = \frac{1}{۳}$ |
| ۱۵   |      | <p>با توجه به تعریف میدان الکتریکی داریم:</p> $E = \frac{F}{q} \Rightarrow E = \frac{۵ \times 10^{-۳}}{۲۰ \times 10^{-۹}} = ۲,۵ \times 10^۵ N/C$ <p>جهت میدان الکتریکی نیز به سمت شمال است!</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ۱۶   |      | <p>با استفاده از رابطه <math>\vec{F} = q\vec{E}</math> نیروی الکتریکی وارد بر ذره باردار را به دست می‌آوریم:</p> $\vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow \vec{F} = (-۲\mu C)((۵ \times 10^۵ N/C)\vec{i}) = (-۲ \times 10^{-۶} C)((۵ \times 10^۵ N/C)\vec{i}) = (-۱N)\vec{i}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ۱۷   |      | <p>با داشتن تغییرات انرژی پتانسیل و مقدار بار جابه‌جاشده، اختلاف پتانسیل را به دست می‌آوریم:</p> $\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{۵ \times 10^{-۵} - (-۴ \times 10^{-۵})}{۲۰ \times 10^{-۹}} = \frac{۹ \times 10^{-۵}}{۲۰ \times 10^{-۹}} = ۴,۵ \times 10^۳ V$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ۱۸   |      | <p>نمودار تابع <math>P = \varepsilon I - rI^2</math> بر حسب <math>I</math> مطابق شکل روبه‌رو است.</p> <p>با توجه به نمودار درمی‌یابیم اگر <math>R &gt; r</math> باشد، در سمت چپ نقطهٔ ماکزیمم قرار داریم و با افزایش <math>R</math> و کاهش <math>I</math> واضح است توان خروجی کاهش می‌یابد.</p>                                                                                                                                                                                                                                 |

| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۹   | ۰.۷۵ | الف) آونگ‌ها در تماس با مخروط، دارای بار همنام با آن می‌شوند و بر اثر دافعه بین بارهای همنام، آونگ‌ها از مخروط دور می‌شوند.<br>ب) آونگ (۱)؛ چون چگالی سطحی بار، در نقاط نوک‌تیز بیشتر است.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ۲۰   | ۰.۷۵ | نیروی وارد بر بار منفی در هر نقطه، خلاف جهت میدان در آن نقطه است؛ پس جهت نیروی وارد بر الکترون در نقطه P به سمت چپ است.<br>طبق فرض سؤال، تراکم خطوط میدان نشان‌دهنده اندازه میدان است؛ پس داریم:<br>$E_P = 3E_R \Rightarrow F_P = 3F_R \Rightarrow F_P = 3 \times 20 = 60N$<br>(صفحه ۱۲ و ۱۸ کتاب درسی)<br>راهنمای تصحیح:<br>$F = E q $ (نمره ۰.۲۵) $\rightarrow \frac{F_P}{F_R} = \frac{3E}{E} = 3$ (نمره ۰.۲۵)<br>جهت نیرو به سمت چپ است. (۰.۲۵ نمره)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ۲۱   | ۱    | برایند بردارهای $E_1$ و $E_2$ بردار $E_3$ را خنثی می‌کند. با توجه به جهت $E_3$ ، بار $q_3$ باید منفی باشد.<br><br>$E = k\frac{ q }{r^2}$ , $E_1 + E_2 = E_3 \rightarrow k\frac{ q_1 }{r_1^2} + k\frac{ q_2 }{r_2^2} = k\frac{ q_3 }{r_3^2}$<br>$\rightarrow \frac{6}{30^2} + \frac{2}{10^2} = \frac{ q_r }{20^2} \rightarrow  q_r  = \frac{32}{3} \mu C \rightarrow q_r = -\frac{32}{3} \mu C$<br>(صفحه ۱۵ کتاب درسی)<br>راهنمای تصحیح:<br>$E = k\frac{ q }{r^2}$ (نمره ۰.۲۵)<br>$k\frac{ q_1 }{r_1^2} + k\frac{ q_2 }{r_2^2} = k\frac{ q_r }{r_3^2}$ (نمره ۰.۲۵) $\rightarrow \frac{6}{30^2} + \frac{2}{10^2} = \frac{ q_r }{20^2}$<br>$\rightarrow  q_r  = \frac{32}{3} \mu C$ (نمره ۰.۲۵) $\rightarrow q_r = -\frac{32}{3} \mu C$ (نمره ۰.۲۵) |
| ۲۲   | ۰.۷۵ | کاری که منبع نیروی محرکه الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد، تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتر ببرد، اصطلاحاً نیروی محرکه الکتریکی نامیده می‌شود. (صفحه ۶۲ کتاب درسی)<br>راهنمای تصحیح:<br>کاری که (۰.۲۵ نمره) منبع نیروی محرکه الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت (۰.۲۵ نمره) انجام می‌دهد، تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتر ببرد (۰.۲۵ نمره)، اصطلاحاً نیروی محرکه الکتریکی نامیده می‌شود.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ۲۳   | ۱.۷۵ | ابتدا شکل مناسبی از مدار را رسم می‌کنیم:<br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| ردیف | نمره |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | ۱.۷۵ | $R_{eq} = (R_1 \parallel R_2) + R_3 = \frac{6 \times 3}{6 + 3} + 2 = 4 \Omega$ $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{36}{4 + 2} = 6 A$ $R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 6 I_1 = 3 I_2 \rightarrow I_2 = 2 I_1 \xrightarrow{I_1 + I_2 = 6 A} I_1 = 2 A, I_2 = 4 A$ $P_1 = R_1 I_1^2 = 6 \times 2^2 \rightarrow P_1 = 24 W$ <p>(صفحه ۶۷ و ۷۳ کتاب درسی)</p> <p>راهنمای تصحیح:</p> $R_{3,6} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Omega \text{ (نمره ۰٫۲۵)} \rightarrow R_{eq} = 2 + 2 = 4 \Omega \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$ $I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \text{ (نمره ۰٫۲۵)} \rightarrow I = \frac{36}{4 + 2} = 6 A \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$ $I_3 + 2 I_6 = 6 A \rightarrow I_3 = 2 A \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$ $P = R I^2 \text{ (نمره ۰٫۲۵)} \rightarrow P = 6 \times 2^2 = 24 W \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$ |
| ۲۴   | ۱    | <p>ابتدا به کمک اهم‌متر، مقاومت لامپ را در حالت خاموش اندازه می‌گیریم. سپس با استفاده از رابطه <math>P = \frac{V^2}{R}</math> و با کمک ولتاژ و توان نوشته‌شده روی لامپ، مقاومت آن را در حالت روشن محاسبه می‌کنیم. در نهایت به کمک رابطه <math>R = R_0 (1 + \alpha(T - T_0))</math>، دمای لامپ را محاسبه می‌کنیم.</p> <p>(صفحه ۶۸ کتاب درسی)</p> <p>راهنمای تصحیح:</p> <p>ابتدا به کمک اهم‌متر، مقاومت لامپ را در حالت خاموش اندازه می‌گیریم (نمره ۰٫۲۵). سپس با استفاده از رابطه <math>P = \frac{V^2}{R}</math> (نمره ۰٫۲۵) و با کمک ولتاژ و توان نوشته‌شده روی لامپ، مقاومت آن را در حالت روشن محاسبه می‌کنیم (نمره ۰٫۲۵). در نهایت به کمک رابطه <math>R = R_0 (1 + \alpha(T - T_0))</math>، دمای لامپ را محاسبه می‌کنیم. (نمره ۰٫۲۵)</p>                                                  |
| ۲۵   | ۱    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|      |      | الف) درست                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|      |      | ب) درست                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|      |      | پ) نادرست                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |