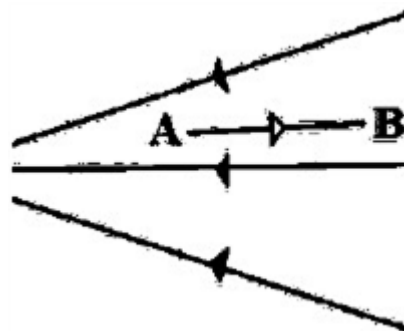
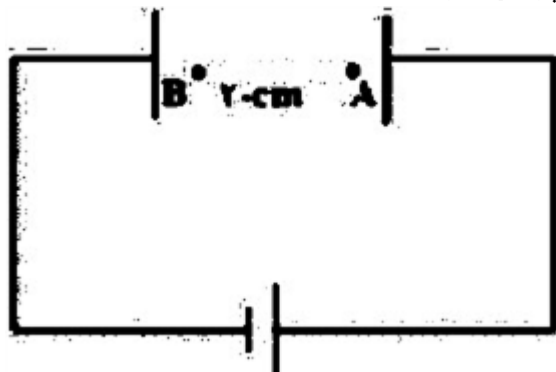

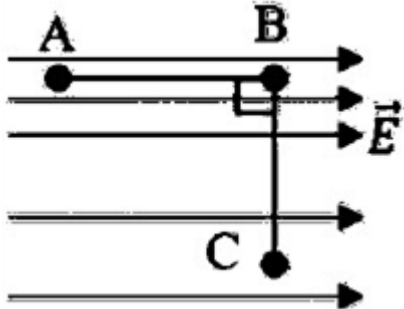
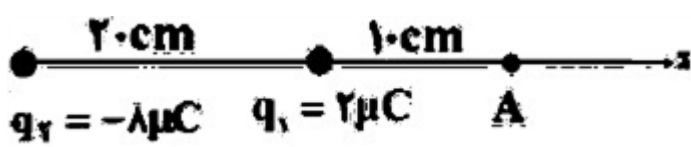

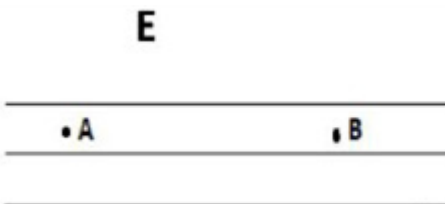
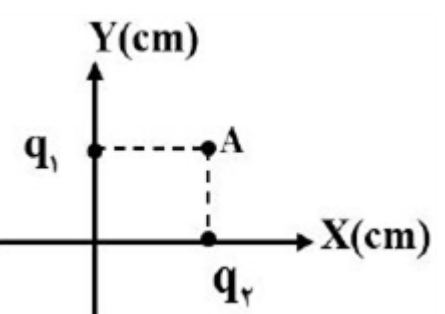
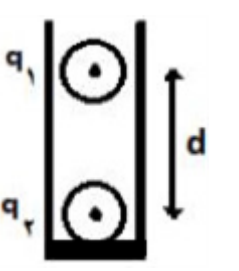


| ردیف | لطفًا پاسخ سوالات را روی همین برگ بنویسید | بارم | | | | | | | | |
|-----------------------|---|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|-----|---|---|---|--|
| ۱ | <p>مطابق شکل الکترونی را از نقطه A تا B در میدان الکتریکی جابه‌جا می‌کنیم.</p>  <p>به کمک کلمات (افزایش - کاهش - ثابت - مثبت - منفی) جدول را کامل کنید و بنویسید.</p> <table><tr><th>اندازه میدان الکتریکی</th><th>پتانسیل الکتریکی</th><th>انرژی پتانسیل الکتریکی</th><th>کار میدان الکتریکی</th></tr><tr><td>الف</td><td>ب</td><td>پ</td><td>ت</td></tr></table> | اندازه میدان الکتریکی | پتانسیل الکتریکی | انرژی پتانسیل الکتریکی | کار میدان الکتریکی | الف | ب | پ | ت | |
| اندازه میدان الکتریکی | پتانسیل الکتریکی | انرژی پتانسیل الکتریکی | کار میدان الکتریکی | | | | | | | |
| الف | ب | پ | ت | | | | | | | |
| ۲ | <p>عبارت صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید و بنویسید.</p> <p>با دور شدن از بار نقطه‌ای اندازه میدان الکتریکی (افزایش - کاهش) می‌یابد.</p> | | | | | | | | | |
| ۳ | <p>در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 6 \times 10^3 \frac{N}{C}$ ذره بارداری به جرم $2 \times 10^{-15} \text{ kg}$ و بار $q = 3 \text{ nC}$ را مطابق شکل مقابل از نقطه A بدون تندی اولیه رها می‌کنیم. تندی ذره به هنگام رسیدن به نقطه B به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از نقطه A، چند متر بر ثانیه است؟ (از وزن ذره و مقاومت هوا چشم‌پوشی شود).</p>  | | | | | | | | | |
| ۴ | <p>عبارت صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید و بنویسید.</p> <p>بار اضافی داده شده به رسانا در سطح (خارجی - داخلی) آن توزیع می‌شود.</p> | | | | | | | | | |

| ۵ | <p>خازن تختی که بین صفحات آن هواست، توسط یک باتری باردار شده است. آن را از باتری جدا می‌کنیم هریک از تغییرات زیر چه تأثیری بر انرژی ذخیره شده در خازن ایجاد می‌کند؟ الف) قرار دادن دی‌الکتریک بین صفحات خازن ب) کاهش مساحت صفحات خازن</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|------------------|------------------------|------------------|------------------------|-------|--|-----|---|-------|---|---|--|
| ۶ | <p>با توجه به اعداد روی خازن در شکل روبه‌رو: الف) حداکثر انرژی که می‌توان در این خازن ذخیره نمود، چند ژول است؟ ب) اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل بیشتر از ۴۰۰ ولت متصل کنیم چه اتفاقی رخ می‌دهد؟</p>  <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | | | | | | | | | | | | |
| ۷ | <p>درستی یا نادرستی گزاره‌ی زیر را با واژه‌ی درست یا نادرست مشخص کنید. - بار الکتریکی یک جسم نمی‌تواند هر مقدار دلخواهی را داشته باشد.</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | | | | | | | | | | | | |
| ۸ | <p>الکترونی را مطابق شکل زیر از نقطه A به B و سپس به نقطه C منتقل می‌کنیم.</p>  <p>به جای حروف الفبا در خانه‌های جدول کلمات (افزایش - کاهش - ثابت) بنویسید.</p> <table border="1"> <tr> <th>مسیر</th> <th>اندازه میدان الکتریکی</th> <th>پتانسیل الکتریکی</th> <th>انرژی پتانسیل الکتریکی</th> </tr> <tr> <td>A → B</td> <td></td> <td>الف</td> <td>ب</td> </tr> <tr> <td>B → C</td> <td>پ</td> <td>ت</td> <td></td> </tr> </table> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | مسیر | اندازه میدان الکتریکی | پتانسیل الکتریکی | انرژی پتانسیل الکتریکی | A → B | | الف | ب | B → C | پ | ت | |
| مسیر | اندازه میدان الکتریکی | پتانسیل الکتریکی | انرژی پتانسیل الکتریکی | | | | | | | | | | |
| A → B | | الف | ب | | | | | | | | | | |
| B → C | پ | ت | | | | | | | | | | | |
| ۹ | <p>آزمایشی طراحی کنید که با استفاده از آن بتوان طرح خطوط میدان الکتریکی اطراف دو بار نقطه‌ای هم‌اندازه و ناهمنام را مشاهده نمود.</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | | | | | | | | | | | | |
| ۱۰ | <p>در مدار فلاش دوربین عکاسی خازنی وجود دارد که با ولتاژ ۲۰۰ ولت شارژ شده است. اگر فلاش دوربین عکاسی روشن شود، تخلیه انرژی در مدت $s \times 10^{-3} \times 2$ و با توان ۴۰۰۰ وات انجام می‌شود، ظرفیت خازن چند فاراد است؟</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|-----------------|--|-----------------|------|--------|--------|-----------------|
| ۱۱ | <p>عبارت صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید و بنویسید. جمله «مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است». بیانگر اصل (پایستگی - کوانتیده بودن) بار است.</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | | | | | |
| ۱۲ | <p>در شکل زیر اندازه و جهت میدان الکتریکی برآیند را در نقطه A به دست آورید.</p> $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right)$  <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | | | | | |
| ۱۳ | <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: الف) چرا آونگ‌ها منحرف می‌شوند؟ ب) کدام آونگ بیشتر منحرف می‌شود؟ چرا؟</p>  <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | | | | | |
| ۱۴ | <p>دو بار نقطه‌ای $q_1 = 4 \mu C$ و $q_2 = 3 \mu C$ در فاصله ۲ از هم قرار دارند، اگر نیروی بین این دو بار $2/7 N$ باشد، فاصله دو بار چند متر است؟</p> $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right)$ <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | | | | | |
| ۱۵ | <p>میله شیشه‌ای را با پارچه ابریشمی مالش می‌دهیم، سپس آن را به کلاهک الکتروسکوپی با بار مثبت نزدیک می‌کنیم ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک‌تر می‌شوند یا دورتر؟ چرا؟</p> <table border="1"><tr><td>انتهای مثبت سری</td></tr><tr><td>شیشه</td></tr><tr><td>نایلون</td></tr><tr><td>ابریشم</td></tr><tr><td>انتهای منفی سری</td></tr></table> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | انتهای مثبت سری | شیشه | نایلون | ابریشم | انتهای منفی سری |
| انتهای مثبت سری | | | | | | |
| شیشه | | | | | | |
| نایلون | | | | | | |
| ابریشم | | | | | | |
| انتهای منفی سری | | | | | | |

| | | |
|--|--|----|
| | <p>صفحات باردار یک خازن تخت که بین آن‌ها شیشه است، به ولت‌سنج وصل می‌کنیم. با خارج کردن شیشه از بین صفحات خازن، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد چه تغییری می‌کند؟ چرا؟</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p> | ۱۶ |
| | <p>در شکل داده شده، پتانسیل الکتریکی نقاط A و B در میدان الکتریکی یکنواخت برابر $V_A = ۳۰V$ و $V_B = -۲۰V$ است. بار الکتریکی $q = -۲۰\mu C$ با تندی ثابت از نقطه A به نقطه B منتقل می‌شود. الف جهت خطوط میدان الکتریکی از A به B است یا از B به A؟ ب) انرژی پتانسیل الکتریکی بار چند ژول تغییر می‌کند؟</p>  <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p> | ۱۷ |
| | <p>دو بار الکتریکی $q_1 = q_2 = ۵\mu C$ یکی در مکان $x = ۳\text{ cm}$ و دیگری در مکان $y = ۳\text{ cm}$ روی محورهای مختصات در یک دستگاه xoy قرار دارند. میدان الکتریکی خالص را در نقطه A به مختصات $(۳\text{ cm}$ و $۳\text{ cm})$ برحسب بردارهای یک‌ه بنویسید. $\left(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)$</p>  <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p> | ۱۸ |
| | <p>در شکل روبه‌رو گوی باردار مشابه به جرم $۲g$ دارای بارهای $q_1 = ۰/۴\mu C$ و $q_2 = ۰/۵\mu C$ درون استوانه‌ای در فاصله d از یکدیگر و در حال تعادل قرار دارند. این فاصله را برحسب یکای SI به دست آورید. $\left(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}, g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$</p>  <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p> | ۱۹ |

مطابق شکل، دو لوله کاغذی را در کنار هم قرار داده‌ایم. یکی را با پارچه ابریشمی و دیگری را با پارچه کتان مالش می‌دهیم. نیروی الکتریکی بین این دو لوله پس از مالش آن‌ها به پارچه‌ها، ربایشی است یا رانشی؟ چرا؟

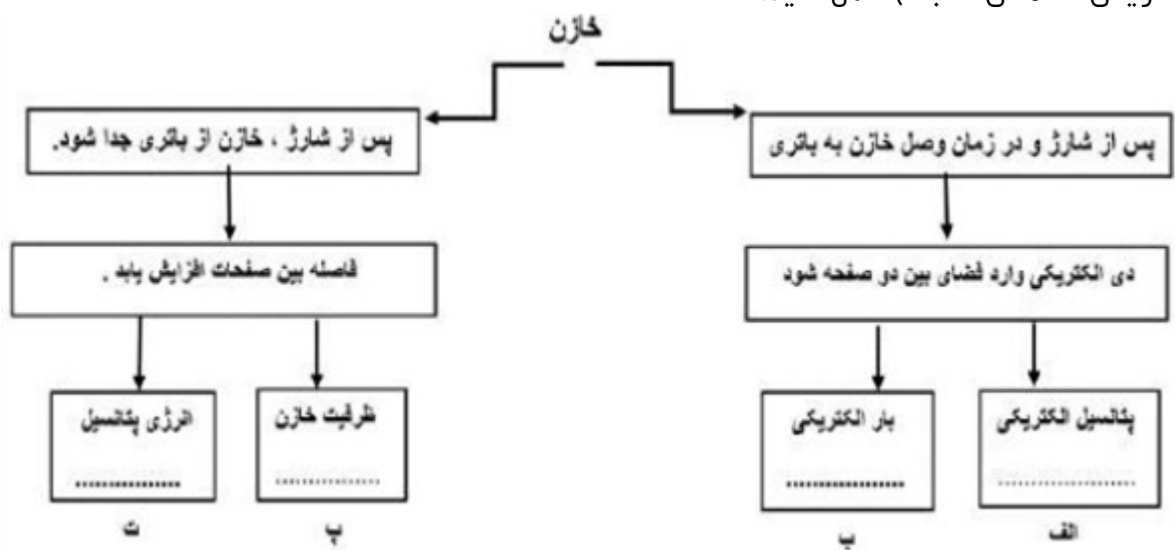


| |
|-----------------|
| اقتضای مثبت سری |
| ابریشم |
| کاغذ |
| پارچه کتان |
| اقتضای منفی سری |

۲۰

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳

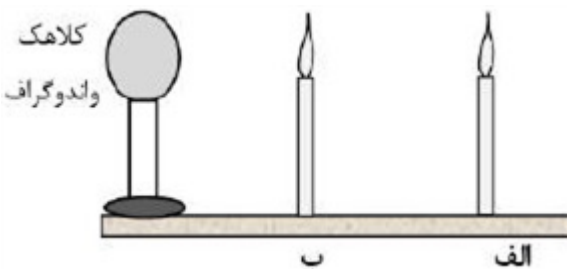
خازنی را به یک باتری متصل کرده تا شارژ شود. در نقشه مفهوم زیر جاهای خالی را در مورد یک خازن با کلمات (افزایش - کاهش - ثابت) کامل کنید.



۲۱

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳

با توجه به شکل داده شده، معین کنید:
الف) اگر به کلاهک واندوگراف بار الکتریکی منفی بزرگی داده شود، شعله کدام شمع انحراف بیشتری پیدا می‌کند؟
ب) علت انحراف شعله شمع‌ها چیست؟



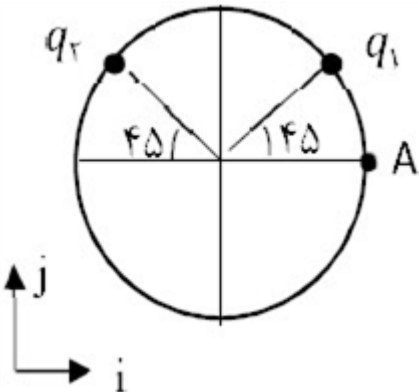
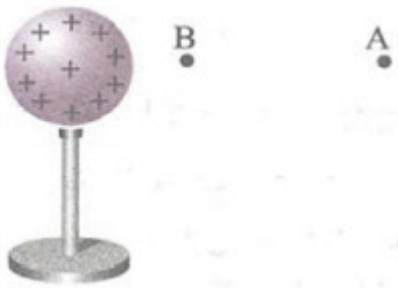
۲۲

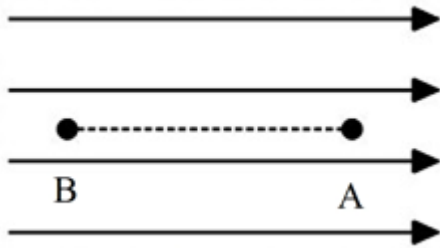
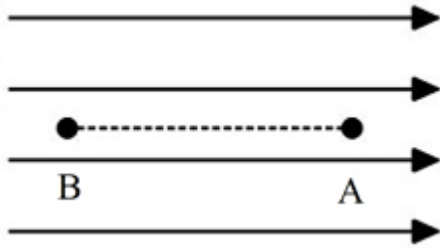
سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳

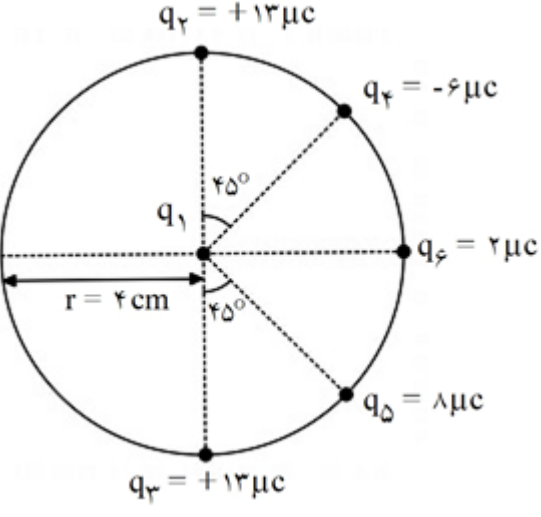
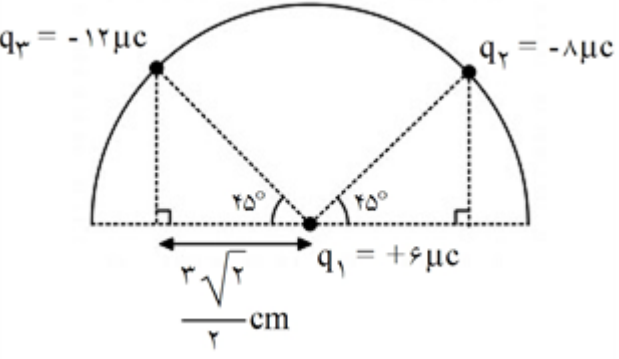
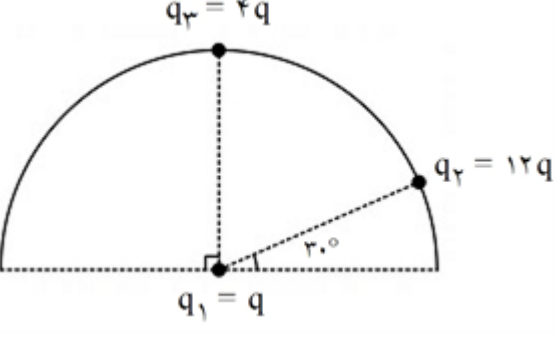
در جمله زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و بنویسید.
در یک جسم رسانای مخروطی شکل، (چگالی سطحی بار - پتانسیل) الکتریکی در نقاط نوک تیز بیشتر از نقاط دیگر است.

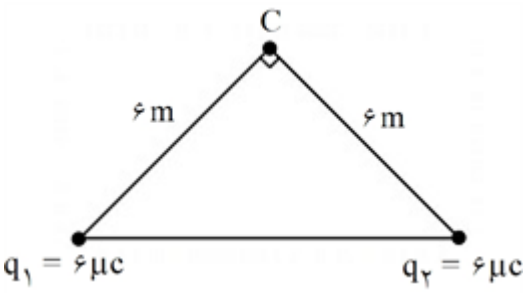
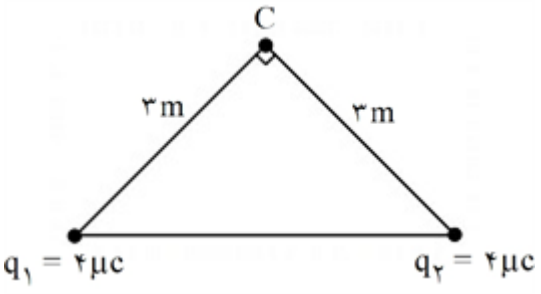
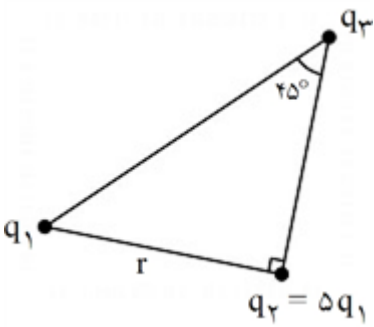
۲۳

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳

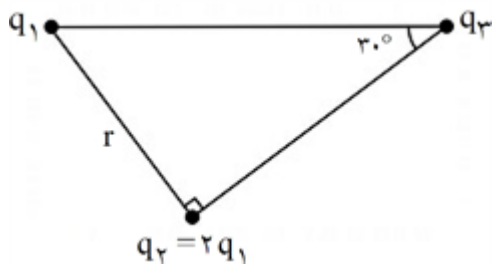
| | |
|----|---|
| ۲۴ | <p>درستی یا نادرستی جمله زیر را مشخص کنید. - بار الکتریکی هر جسم باردار، مضرب درستی از بار بنیادی e است.</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p> |
| ۲۵ | <p>روی خازنی دو عدد ۴۰۰ V و $۱۰\mu\text{F}$ نوشته شده است. الف) مفهوم عدد ۴۰۰ V چیست؟ ب) حداکثر انرژی الکتریکی که می‌توان در این خازن ذخیره نمود چند ژول است؟</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p> |
| ۲۶ | <p>دو بار الکتریکی $q_1 = ۲\mu\text{C}$ و $q_2 = -۲\mu\text{C}$ مطابق شکل مقابل، روی محیط دایره‌ای به شعاع ۳ cm قرار دارند. الف) اندازه میدان الکتریکی خالص را در مرکز دایره به دست آورید و بردار میدان را برحسب بردارهای یک‌ه بنویسید. $\left(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)$ ب) چه نواح باری (مثبت یا منفی) در نقطه A قرار دهیم تا میدان الکتریکی خالص در مرکز دایره صفر شود؟</p>  <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p> |
| ۲۷ | <p>با استفاده از وسایل زیر آزمایشی طراحی کنید که به وسیله آن بتوان اندازه بار الکتریکی یک گوی پلاستیکی را محاسبه نمود. (دو گوی پلاستیکی کوچک، پارچه پشمی، استوانه یا لوله شیشه‌ای، خطکش مدرج و ترازو)</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p> |
| ۲۸ | <p>کره رسانای باردار و نقاط A و B در شکل مقابل نشان داده شده است. اگر اندازه اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه A و B، ۱۰ V باشد، و بار الکتریکی $q = ۴\mu\text{C}$ را از B تا A جابه‌جا کنیم. انرژی پتانسیل الکتریکی سیستم چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟</p>  <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p> |
| ۲۹ | <p>کلمه صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید و بنویسید. با افزایش فاصله دو بار الکتریکی نقطه‌ای، اندازه نیروی الکتریکی بین آنها (افزایش - کاهش) می‌یابد.</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p> |

| | |
|----|---|
| ۳۰ | <p>کلمه صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید و بنویسید. خطوط میدانی الکتریکی برابند یکدیگر را قطع (می‌کنند - نمی‌کنند).</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p> |
| ۳۱ | <p>کلمه صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید و بنویسید. در اثر مالش شانه پلاستیکی با موهای سر، بارهای منتقل شده از مرتبه (نانوکولن - کولن) است.</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p> |
| ۳۲ | <p>دو بار $q_1 = +4\mu\text{C}$ و $q_2 = +8\mu\text{C}$ در فاصله ۳ cm از هم قرار دارند. اگر $\frac{1}{4}$ از بار q_2 را برداشته و به q_1 بدهیم، در همان فاصله نیروی بین آنها چند برابر می‌شود؟ ($K = 9 \times 10^9 \text{ SI}$)</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> |
| ۳۳ | <p>دو بار مساوی و هم علامت Q در مجاورت یکدیگر قرار دارند. اگر $\frac{1}{4}$ از یکی برداشته و به دیگری اضافه کنیم، نیروی رانش بین آنها چند برابر می‌شود؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> |
| ۳۴ | <p>ذره‌ای از حال سکون به بار $+80\mu\text{C}$ را از A تا B جابه‌جا می‌کنیم. اگر $\Delta K = -2/4 \text{ mJ}$ باشد: ($m = 1/2 \text{ g}$) الف) سرعت نهایی ذره در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ب) $V_B - V_A$ را به دست آورید.</p>  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> |
| ۳۵ | <p>ذره‌ای به بار $-80\mu\text{C}$ را از A تا B جابه‌جا می‌کنیم. اگر $\Delta K = +16 \text{ mJ}$ باشد: الف) انرژی پتانسیل الکتریکی در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ب) $V_B - V_A$ را به دست آورید.</p>  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> |
| ۳۶ | <p>اگر در میدان الکتریکی یکنواخت $\frac{4}{C} \times 10^4$، بار الکتریکی نقطه‌ای $10\mu\text{C}$ را به اندازه ۱۳ cm در خلاف جهت میدان جابه‌جا کنیم، کار میدان الکتریکی روی آن چند ژول می‌شود؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> |

| | |
|----|--|
| ۳۷ | <p>اگر بار الکتریکی نقطه‌ای $9\mu C$ را به اندازه 20 cm در میدان الکتریکی یکنواخت $2 \times 10^3 \frac{N}{C}$ در جهت میدان جابه‌جا کنیم، تغییر انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p> |
| ۳۸ | <p>اگر در میدان الکتریکی یکنواخت $10^4 \frac{N}{C}$، بار الکتریکی نقطه‌ای $6\mu C$ را به اندازه 40 cm در خلاف جهت میدان جابه‌جا کنیم، تغییر انرژی پتانسیل آن چند ژول می‌شود؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p> |
| ۳۹ | <p>در شکل زیر برآیند نیروهای وارد بر بار $q_1 = 4\mu C$ در مرکز دایره را به دست آورید.</p>  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p> |
| ۴۰ | <p>برآیند نیروهای وارد بر بار q_1 واقع در مرکز نیم‌دایره را محاسبه کنید. ($k = 9 \times 10^9 \text{ SI}$)</p>  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p> |
| ۴۱ | <p>در شکل مقابل نسبت $\frac{F_{12}}{F_{13}}$ را بیابید.</p>  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p> |

| | |
|--|----|
| <p>در شکل روبه‌رو بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای q_1 و q_2 را در نقطه C محاسبه و رسم کنید.</p> $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> | ۴۲ |
| <p>در شکل روبه‌رو بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای q_1 و q_2 را در نقطه C محاسبه و رسم کنید.</p> $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> | ۴۳ |
| <p>سه ذره باردار در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی که بار q_1 به q_2 وارد می‌کند F_1 و بزرگی نیرویی که q_2 به q_3 وارد می‌کند F_2 است. در صورتی که $F_1 = 4F_2$ باشد بزرگی نیرویی که q_1 به q_3 وارد می‌کند چند برابر F_1 است؟</p>  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> | ۴۴ |

سه ذره باردار در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی که بار q_1 به q_2 وارد می‌کند F_1 و بزرگی نیرویی که q_2 به q_3 وارد می‌کند F_2 است. در صورتی که $F_1 = 3F_2$ باشد، بزرگی نیرویی که q_1 به q_3 وارد می‌کند چند برابر F_1 است؟

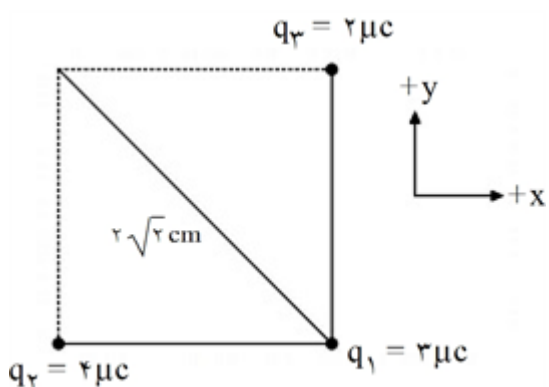


۴۵

سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - یازدهم

مطابق شکل سه ذره باردار در سه رأس مربعی ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی برآیند وارد بر ذره q_1 را برحسب

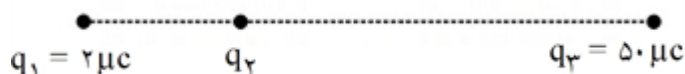
بردارهای یکه بیابید و رسم کنید. $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)$



۴۶

سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - یازدهم

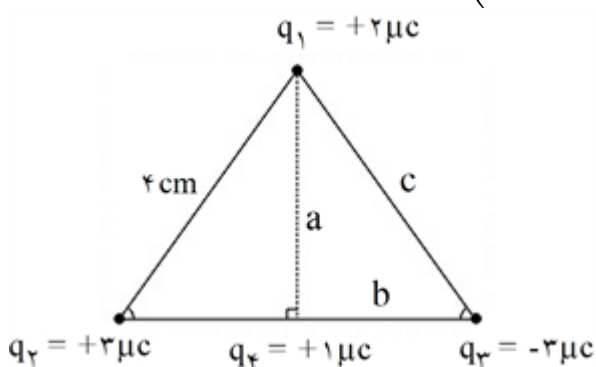
سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در یک راستا قرار دارند. برآیند نیروهای وارد بر هریک از بارها صفر است. بار q_2 چند میکروکولن است؟ (از وزن بارها صرف‌نظر کنید.)



۴۷

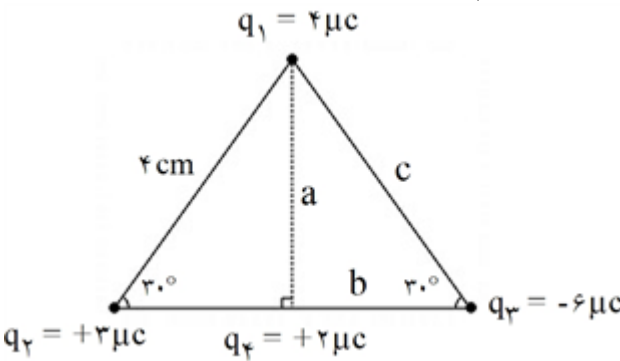
سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - یازدهم

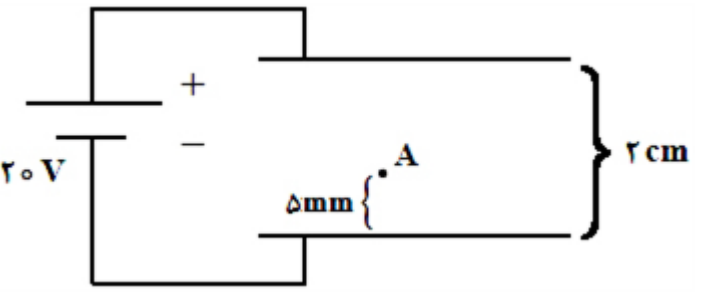
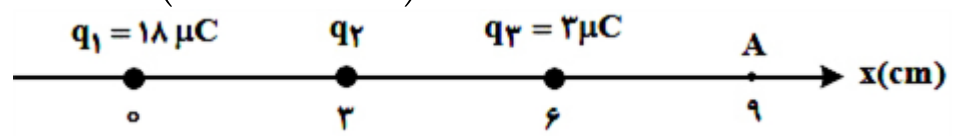
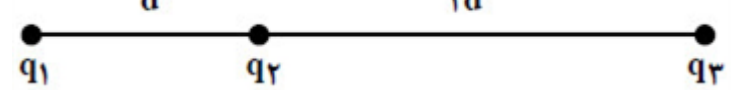
در شکل زیر نیروی وارد بر بار q_2 را محاسبه کنید. $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)$

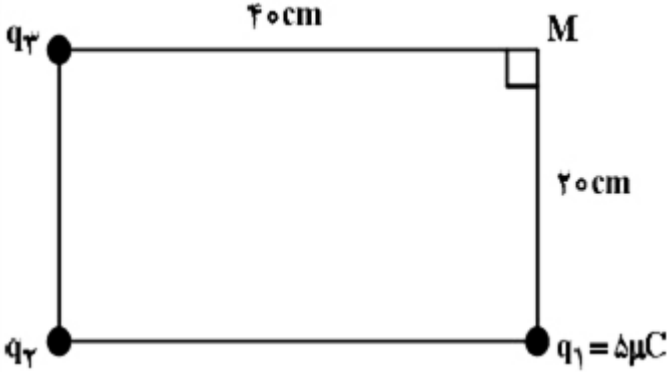
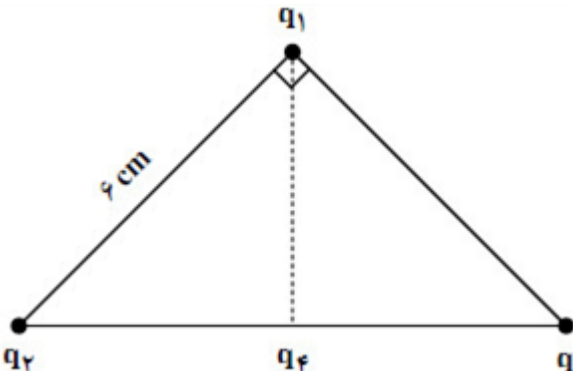



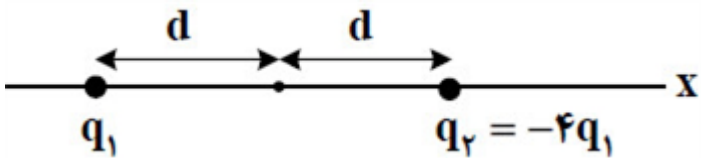
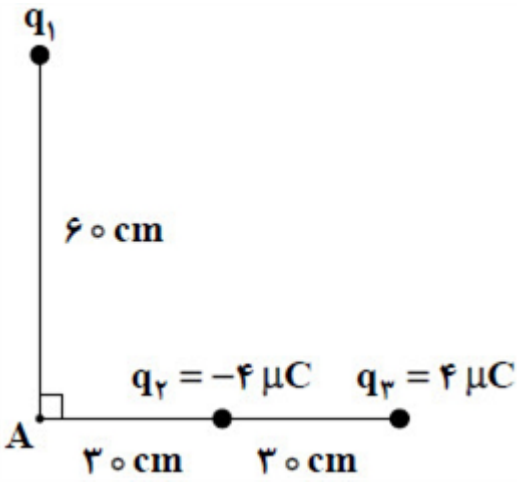
۴۸

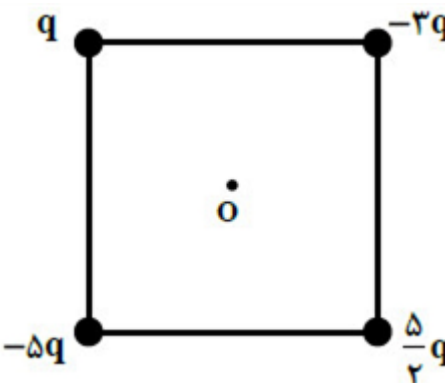

سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - یازدهم

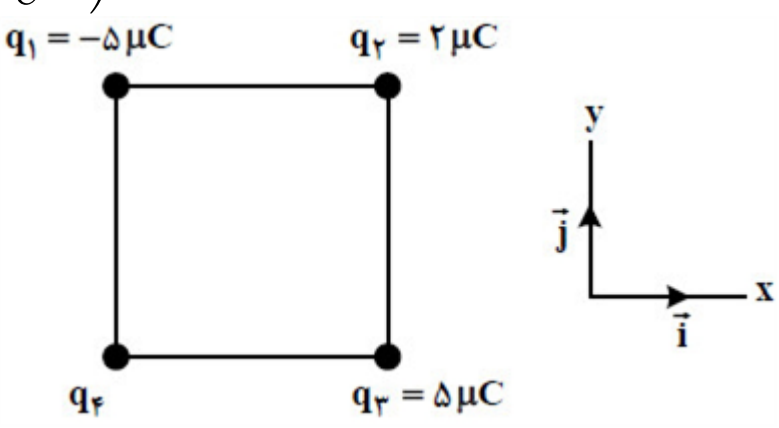
| | | |
|--|---|----|
| | <p>در شکل زیر نیروی وارد بر بار q_4 را محاسبه کنید. $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)$</p>  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> | ۴۹ |
| | <p>یک خازن پر شده داریم که اگر مقداری از بار آن را تخلیه کنیم اختلاف پتانسیل دو سر آن ۸۰ درصد کم می‌شود. انرژی این خازن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> | ۵۰ |
| | <p>با صفحات مربعی به ضلع 20 cm یک خازن مسطح ساخته‌ایم. این دو صفحه را در فاصله 1 mm از هم قرار داده‌ایم:</p> <p>الف) اگر یک دی‌الکتریک به ضریب ۴ را بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت آن چند نانوفاراد می‌شود؟</p> <p>ب) اگر یک دی‌الکتریک به ضریب ۸ را بین صفحات قرار دهیم، ظرفیت آن نسبت به حالت قبل چند برابر می‌شود؟</p> <p>$\left(\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}\right)$</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> | ۵۱ |
| | <p>دو ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +5 \mu\text{C}$ و $q_2 = -15 \mu\text{C}$ در فاصله 3 cm از هم قرار دارند. فاصله این دو بار را به چند سانتی‌متر برسانیم تا نیروی بین آن‌ها ۴ برابر شود؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> | ۵۲ |
| | <p>با صفحات دایره‌ای به شعاع 20 cm یک خازن مسطح ساخته‌ایم. این دو صفحه را در فاصله 1 mm از هم قرار داده‌ایم:</p> <p>الف) اگر یک دی‌الکتریک به ضریب ۴ را بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت آن چند نانوفاراد می‌شود؟</p> <p>ب) اگر یک دی‌الکتریک به ضریب ۴ را بین صفحات قرار دهیم، ظرفیت آن نسبت به حالت قبل چند برابر می‌شود؟</p> <p>$\left(\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}\right)$ و $(\pi = 3)$</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p> | ۵۳ |

| | | |
|--|--|----|
| | <p>دو صفحه رسانای موازی را به باتری وصل می‌کنیم. اگر بار $q = -5 \text{ mC}$ را در نقطه A رها کنیم، وقتی به صفحه بالایی می‌رسد، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند میلی‌ژول و چگونه تغییر می‌کند؟ (از اثر وزن ذره صرف‌نظر کنید).</p>  <p>۱) ۱۰۰ و کاهش ۲) ۱۰۰ و افزایش ۳) ۷۵ و کاهش ۴) ۷۵ و افزایش</p> <p>سراسری-تجربی-تیرماه ۱۴۰۳</p> | ۵۴ |
| | <p>مطابق شکل، سه ذره باردار روی محور x ثابت شده‌اند. بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطه A برابر $3 \times 10^4 \frac{N}{C}$ است. بار q_2 چند میکروکولن می‌تواند باشد؟ $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right)$</p>  <p>۱) ۴ ۲) ۸ ۳) -۱۶ ۴) -۳۲</p> <p>سراسری-تجربی-تیرماه ۱۴۰۳</p> | ۵۵ |
| | <p>در شکل زیر سه ذره باردار روی یک خط راست ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر هریک از بارها صفر است. کدام مورد درست است؟</p>  <p>۱) $\frac{q_1}{q_3} = -\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{q_2}{q_3} = \frac{3}{4}$ ۳) $\frac{q_2}{q_3} = -\frac{4}{3}$ ۴) $\frac{q_2}{q_1} = -\frac{4}{9}$</p> <p>سراسری-تجربی-تیرماه ۱۴۰۳</p> | ۵۶ |
| | <p>دو کره رسانای کوچک در فاصله ۲ از هم قرار دارند. اولی دارای بار الکتریکی q_1 و دومی دارای بار الکتریکی $q_2 = -6q_1$ است. کره‌ها در این حالت به هم نیروی الکتریکی F وارد می‌کنند. اگر نصف q_2 را از کره ۲ به کره ۱ منتقل کنیم، در این حالت و از همین فاصله نیرویی که به هم وارد می‌کنند، جاذبه است یا دافعه و بزرگی آن چند F است؟</p> <p>۱) دافعه - ۱ ۲) جاذبه - ۱ ۳) دافعه - $\frac{5}{6}$ ۴) جاذبه - $\frac{5}{6}$</p> <p>سراسری-ریاضی-تیرماه ۱۴۰۳</p> | ۵۷ |

| | | |
|--|--|----|
| | <p>در شکل مقابل، میدان الکتریکی در نقطه M، صفر است. q_3 چند میکروکولن است؟</p>  <p style="text-align: center;"> ۲۰ (۱) ۴۰ (۲) -۲۰ (۳) -۴۰ (۴) </p> <p>سراسری-ریاضی-تیرماه ۱۴۰۳</p> | ۵۸ |
| | <p>بار الکتریکی نقطه‌ای $q = +5\mu C$، از فاصله r به بار الکتریکی 4 میکروکولنی نیروی $N = 4 \times 10^{-2}$ وارد می‌کند. میدان الکتریکی حاصل از بار q در فاصله $2r$، چند نیوتون بر کولن است؟</p> <p style="text-align: center;"> ۴ × ۱۰^۳ (۱) ۳ / ۲ × ۱۰^۴ (۲) ۸ × ۱۰^۳ (۳) ۶ / ۴ × ۱۰^۴ (۴) </p> <p>سراسری-ریاضی-تیرماه ۱۴۰۳</p> | ۵۹ |
| | <p>ظرفیت خازنی $5\mu F$ و بار الکتریکی آن $200\mu C$ است. اگر خازن را از باتری جدا کنیم و فاصله بین صفحه‌های آن را ۵۰ درصد افزایش دهیم، انرژی ذخیره شده در خازن چند میلی‌ژول افزایش می‌یابد؟</p> <p style="text-align: center;"> ۲ (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۱۲ (۴) </p> <p>سراسری-تجربی-۱۴۰۳ اردیبهشت</p> | ۶۰ |
| | <p>مطابق شکل، ذره‌های باردار $q_1 = -q_2 = q_3 = 3\mu C$ در سه رأس یک مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین قرار دارند. بار $q_4 = -3\mu C$ وسط خط واصل بار q_2 و q_3 قرار دارد. بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر q_1 چند برابر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_4 است؟</p>  <p style="text-align: center;"> ۱ / ۲ (۱) √۳۰ / ۱۰ (۲) ۲ (۳) √۲ / ۲ (۴) </p> <p>سراسری-تجربی-۱۴۰۳ اردیبهشت</p> | ۶۱ |

| | | |
|--|---|----|
| | <p>مطابق شکل دو ذره باردار در فاصله ۶ cm از یکدیگر قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در وسط خط واصل دو ذره چند برابر بزرگی میدان الکتریکی در نقطه‌ای روی خط واصل دو ذره به فاصله ۳ cm از بار q_1 و ۹ cm از بار q_2 است؟</p>  <p style="text-align: center;">$q_1 = 4 \mu C$ $q_2 = -6 \mu C$</p> <p style="text-align: center;">۱ $\frac{15}{7}$ ۲ $\frac{5}{3}$ ۳ $\frac{3}{2}$ ۴ $\frac{4}{3}$</p> <p>سراسری-تجربی-۱۴۰۳ اردیبهشت</p> | ۶۲ |
| | <p>سه ذره باردار یکسان در رأس‌های یک مربع قرار دارند. q_1 و q_2 در دو سر یک ضلع قرار دارند و q_3 در دو سر یک قطر قرار دارند. بزرگی نیرویی که q_1 به q_2 وارد می‌کند، چند برابر بزرگی نیرویی است که q_2 به q_3 وارد می‌کند؟</p> <p style="text-align: center;">۱ $\sqrt{2}$ ۲ ۲ ۳ $\frac{1}{2}$ ۴ $\frac{\sqrt{2}}{2}$</p> <p>سراسری-ریاضی-۱۴۰۳ اردیبهشت</p> | ۶۳ |
| | <p>در شکل زیر، دو ذره باردار روی محور x ثابت شده‌اند. در نقطه‌ای روی محور x، میدان الکتریکی خالص ناشی از دو ذره باردار صفر است. فاصله آن نقطه از بار q_2 چند برابر d است؟</p>  <p style="text-align: center;">q_1 $q_2 = -4q_1$</p> <p style="text-align: center;">۱ d ۲ ۲d ۳ ۳d ۴ ۴d</p> <p>سراسری-ریاضی-۱۴۰۳ اردیبهشت</p> | ۶۴ |
| | <p>در شکل مقابل، اگر بزرگی میدان الکتریکی در نقطه A، $\frac{5 \times 10^5}{C} N$ باشد، q_1 چند میکروکولن است؟</p> <p style="text-align: right;">$\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right)$</p>  <p style="text-align: center;">۱ ۸ ۲ ۱۲ ۳ ۱۶ ۴ ۲۰</p> <p>سراسری-ریاضی-۱۴۰۳ اردیبهشت</p> | ۶۵ |

| | |
|----|--|
| ۶۶ | <p>چهار ذره باردار مطابق شکل مقابل در رأس‌های مربعی به ضلع a قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطه O (مرکز مربع)، کدام است؟</p>  <p> <input type="radio"/> ۱ $\frac{2}{a^2} kq$ <input type="radio"/> ۲ $\frac{5\sqrt{2}}{a^2} kq$ <input type="radio"/> ۳ $\frac{5}{a^2} kq$ <input type="radio"/> ۴ $\frac{2\sqrt{2}}{a^2} kq$ </p> <p>کنکورهای خارج از کشور-سراسری-تجربی</p> |
| ۶۷ | <p>بار خازنی به ظرفیت $25\mu F$، $\frac{5}{4}$ برابر می‌شود و در اثر آن $4/5\mu J$ انرژی ذخیره شده در آن افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل دو سر خازن چند ولت تغییر می‌کند؟</p> <p> <input type="radio"/> ۱ ۲ <input type="radio"/> ۲ $0/2$ <input type="radio"/> ۳ ۶ <input type="radio"/> ۴ $0/6$ </p> <p>کنکورهای خارج از کشور-سراسری-تجربی</p> |
| ۶۸ | <p>ذره‌ای با بار الکتریکی $q < 0$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطه A تا B در راستای میدان جابه‌جا می‌شود. کدام مورد الزاماً درست است؟</p>  <p> <input type="radio"/> ۱ کار نیروی میدان الکتریکی روی ذره منفی است. <input type="radio"/> ۲ کار نیروی میدان الکتریکی روی ذره مثبت است. <input type="radio"/> ۳ انرژی جنبشی ذره کاهش می‌یابد. <input type="radio"/> ۴ انرژی جنبشی ذره افزایش می‌یابد. </p> <p>کنکورهای خارج از کشور-سراسری-تجربی</p> |
| ۶۹ | <p>بار الکتریکی جسمی $160 \times 10^{-10} \mu C$ است. این مقدار بار برحسب کولن و برحسب نمادگذاری علمی، کدام است؟</p> <p> <input type="radio"/> ۱ $1/6 \times 10^{-20}$ <input type="radio"/> ۲ $1/6 \times 10^{-8}$ <input type="radio"/> ۳ $1/60 \times 10^{-2}$ <input type="radio"/> ۴ $1/60 \times 10^{-14}$ </p> <p>سراسری-تجربی-۱۴۰۲ تیرماه</p> |

| | | |
|--|---|----|
| | <p>چهار ذره باردار مطابق شکل، در رأس‌های مربعی به ضلع ۱۰ cm قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2، $\vec{F} = (-18N)\vec{i}$ باشد، بار q_4 چند میکروکولن است؟ $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}\right)$</p>  <p>۱۰ (۱) -۱۰ (۲) $10\sqrt{2}$ (۳) $-10\sqrt{2}$ (۴)</p> <p>سراسری-تجربی-۱۴۰۲ تیرماه</p> | ۷۰ |
| | <p>ظرفیت خازنی $40 \mu F$ است. اگر بار الکتریکی آن $\frac{3}{4}$ برابر شود، انرژی ذخیره شده در آن $25 \mu J$ افزایش می‌یابد. بار اولیه خازن چند میکروکولن است؟</p> <p>۴۰ (۱) ۶۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۲۰ (۴)</p> <p>سراسری-تجربی-۱۴۰۲ تیرماه</p> | ۷۱ |
| | <p>ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -5 \mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطه A تا B جابه‌جا می‌شود و کار نیروی میدان در این جابه‌جایی $20 \mu J$ است. اگر پتانسیل نقطه A برابر ۶ ولت باشد، پتانسیل نقطه B چند ولت است؟</p> <p>۲ (۱) ۱۰ (۲) ۱۲ (۳) صفر (۴)</p> <p>سراسری-تجربی-۱۴۰۲ تیرماه</p> | ۷۲ |

۱ الف) کاهش (ص ۱۷)
مثبت (ص ۲۷)

۲ کاهش

۳

$$|\Delta U| = |W_E| = |\Delta K|$$

$$E|q|d \cos \theta = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 6 \times 10^3 \times 3 \times 10^{-9} \times 20 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-15} \times v^2$$

$$\Rightarrow v = 6 \times 10^6 \frac{m}{s}$$

۴ خارجی

۵ الف) کاهش

ب) افزایش

$$\text{الف) } U = \frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow U = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times 160000 = 0.8 J$$

۶

ب) فروریزش الکتریکی

۷ درست

۸ الف) کاهش

ب) افزایش

ت) ثابت

۹ درون یک ظرف شیشه‌ای مقداری پارافین مایع می‌ریزیم و داخل آن دو الکتروود قرار می‌دهیم. و آن‌ها را به پایانه‌های یک مولد واندوگراف وصل می‌کنیم. سپس مقداری بذر چمن روی سطح پارافین می‌ریزیم. با روشن کردن مولد سمت‌گیری دانه‌ها خطوط میدان الکتریکی را نمایش می‌دهد.

$$U = Pt \Rightarrow U = 4 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3} = 8 J$$

۱۰

$$U = \frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow 8 = \frac{1}{2} \times C \times (200)^2 \Rightarrow C = 4 \times 10^{-6} F$$

۱۱ پایستگی

$$E_1 = K \frac{|q_1|}{r_1} \Rightarrow E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(10 \times 10^{-2})} \Rightarrow E_1 = 18 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

۱۲

$$E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{|-8 \times 10^{-6}|}{(30 \times 10^{-2})} \Rightarrow E_2 = 8 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_t = 18 \times 10^5 \frac{N}{C} \hat{i} = 8 \times 10^5 \frac{N}{C} \hat{i} \quad (\text{ص ۱۵})$$

۱۳ الف) چون بار آونگ‌ها و مخروط همنام هستند آونگ‌ها از مخروط دور می‌شوند.

ب) آونگ ۱، چون چگالی سطحی بار در نقاط نوک تیز بیشتر است.

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow 2/7 = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{(r)^2} \Rightarrow r = 0/2 m$$

۱۴

انحراف ورق‌های الکتروسکوپ دورتر می‌شود. چون بار شیشه و الکتروسکوپ همنام است یا هر دو دارای بار مثبت هستند.

۱۵

ظرفیت خازن کاهش و عدد ولت‌سنج افزایش می‌یابد.

۱۶

الف) جهت خطوط از A به B

۱۷

$$\Delta U = q \Delta V \Rightarrow \Delta U = -20 \times 10^{-6} \times (-20 - 30) = 10^{-3} J$$

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

۱۸

$$E_1 = E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_1 = 5 \times 10^5 \frac{N}{C} \vec{i}$$

$$\vec{E}_2 = 5 \times 10^5 \frac{N}{C} \vec{j}$$

$$\vec{E}_A = 5 \times 10^5 \frac{N}{C} \vec{i} + 5 \times 10^5 \frac{N}{C} \vec{j}$$

$$F = mg$$

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

$$9 \times 10^9 \frac{0/4 \times 10^{-6} \times 0/5 \times 10^{-6}}{d^2} = 2 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow d = 0/3$$

۱۹

ربایشی است. زیرا کاغذ در مالش با ابریشم دارای بار منفی و در مالش با کتان دارای بار مثبت می‌گردد و بارهای ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند.

۲۰

ت) افزایش

پ) کاهش

ب) افزایش

الف) ثابت

۲۱

الف) شمع

۲۲

ب) کلاهک مولد و اندوگراف دو گراف بار منفی بزرگی دارد که یون‌های مثبت شعله شمع نزدیک‌تر را به سمت خود می‌کشد.

چگالی سطحی بار

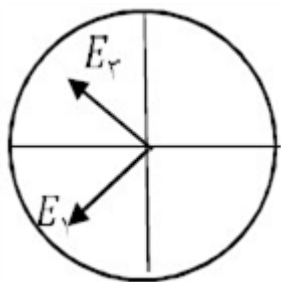
۲۳

درست

۲۴

الف) یعنی حداکثر ولتاژی که می‌تواند این خازن را به آن متصل کرد تا فروریزش الکتریکی اتفاق نیفتد. یا حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times 400^2 = 0.8 J$$



$$\text{الف) } E_1 = E_2 = \frac{K|q|}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^7$$

$$E_t = 2\sqrt{2} \times 10^7$$

$$E_t = -2\sqrt{2} \times 10^7 i$$

ب) منفی

ابتدا جرم دو گلوله کوچک را با ترازو اندازه‌گیری می‌کنیم سپس آنها را توسط پارچه پشمی مالش می‌دهیم تا به یک اندازه باردار شوند. دو گوی را درون استوانه شیشه‌ای قرار می‌دهیم تا گوی بالایی به حالت معلق قرار گیرد. با خطکش

فاصله بین دو گوی را اندازه‌گیری می‌کنیم. اعداد حاصل را در رابطه تعادل $\frac{kq^2}{r^2} = mg$ قرار داده و q را محاسبه می‌کنیم.

$$\Delta v = \frac{\Delta u}{q} \Rightarrow -10 = \frac{\Delta u}{2 \times 10^{-6}} \Rightarrow \Delta u = -40 \times 10^{-6} J$$

کاهش

کاهش

نمی‌کنند

نانوکولن

$$F_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 320 N$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{9 \times 10^9 \times (6 \times 10^{-6})^2}{(3 \times 10^{-2})^2} = 360 N$$

$$\Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{360}{320} = \frac{9}{8} \text{ برابر}$$

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

$$\frac{F'}{F} = \frac{q_1'}{q_1} \times \frac{q_2'}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 = \frac{\frac{2}{3}Q}{Q} \times \frac{\frac{5}{4}Q}{Q} \times 1^2 = \frac{15}{16} \text{ برابر}$$

در حالت دوم $q_1 = 6 \mu C$ و $q_2 = 6 \mu C$

$$\text{الف)} \Delta K = \frac{m}{2} (V_2^2 - V_1^2) \Rightarrow -2/4 \times 10^{-2} = \frac{m}{2} \times (V_2^2 - 0) \Rightarrow -2/4 \times 10^{-2} - 0/4 \times 10^{-2} \times V_2^2$$

$$\Rightarrow -4 \times 10^{-4} = V_2^2 \Rightarrow V_2 = -2 \times 10^{-2} \frac{m}{s} \text{ یعنی } 0/02 \text{ متر بر ثانیه در خلاف جهت}$$

۳۴

$$\text{ب)} \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \left(\frac{24 \times 10^{-3}}{80 \times 10^{-6}} \right) = 300 V$$

$$\text{الف)} \Delta U = -\Delta K = -16 \text{ mJ}$$

$$\text{ب)} \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \left(\frac{-16 \times 10^{-3}}{-80 \times 10^{-6}} \right) = 200 V$$

۳۵

$$W_E = -\Delta U = -|q| E d \cos \theta = 4 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{-6} \times 13 \times 10^{-2} = 52 \times 10^{-14} J$$

۳۶

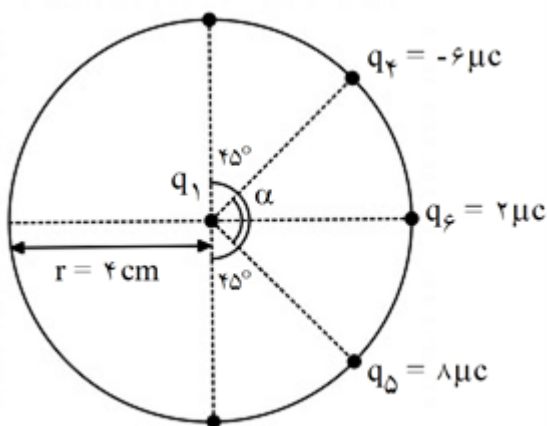
$$W_E = +\Delta K = +|q| E d \cos \theta = 9 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^2 \times 20 \times 10^{-2} = 36 \times 10^{-4} J$$

۳۷

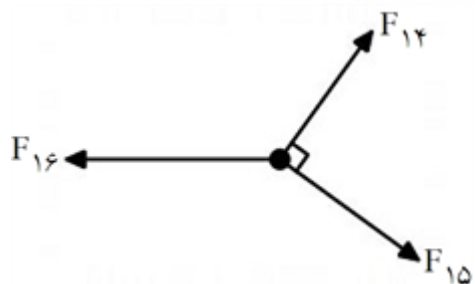
$$W_E = -\Delta U = -|q| E d \cos \theta = 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6} \times 40 \times 10^{-2} = 240 \times 10^{-14} = 24 mJ$$

۳۸

در ابتدا با بررسی کلی شکل مقابل، بارهای q_2 و q_3 اثر یکدیگر را در مرکز دایره خنثی می‌کنند پس شکل جدید به این صورت است:



صورت است:



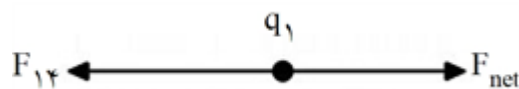
پس در نهایت در محل بار q_1 و مرکز دایره داریم:

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

$$F_{12} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2} = 135 N, F_{14} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2} = 45 N$$

$$F_{15} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2} = 180 N$$

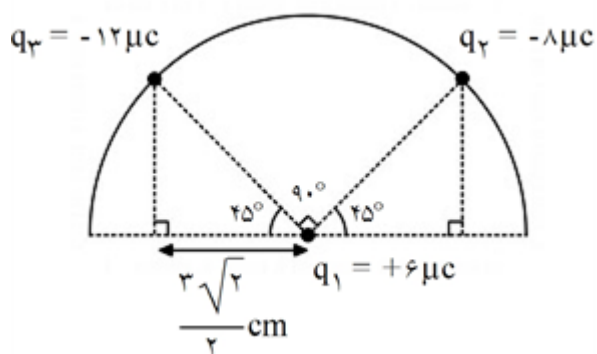
$$\Rightarrow F_{\text{net}} = \sqrt{F_{12}^2 + F_{15}^2} \Rightarrow F_{\text{net}} = \sqrt{180^2 + 135^2} = \sqrt{9^2 (20^2 + 15^2)} = 9 \sqrt{5^2 (4^2 + 3^2)} \\ = 9 \times 5 \sqrt{16 + 9} = 9 \times 5 \times \sqrt{25} = 9 \times 5 \times 5 = 225 N$$



و در نهایت:

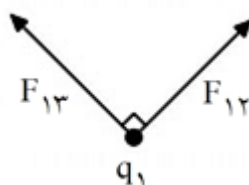
$$\Rightarrow F_{\text{net}}' = F_{\text{net}} - F_{12} = 225 - 45 = 180 N$$

مطابق شکل، دو طرف زاویه وسط ۴۵° است پس زاویه وسط ۹۰° می‌باشد. برای به دست آوردن فاصله بارها (r) داریم:



$$\cos 45^\circ = \frac{\text{مجاور}}{r} \Rightarrow r = \frac{\text{مجاور}}{\cos 45^\circ} = \frac{\frac{r\sqrt{2}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = r \text{ cm}$$

$$\Rightarrow 3 \times 10^{-2} \text{ m}$$



در محل بار q_1 داریم:

حال تک تک نیروها را محاسبه کرده و برآیند می‌گیریم:

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F_{12} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 480 \text{ N}$$

$$F_{13} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6} \times 12 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 720 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_{\text{net}} = \sqrt{F_{12}^2 + F_{13}^2} \Rightarrow \sqrt{480^2 + 720^2} = \sqrt{80^2(6^2 + 9^2)} = 80 \times \sqrt{3^2(2^2 + 3^2)}$$

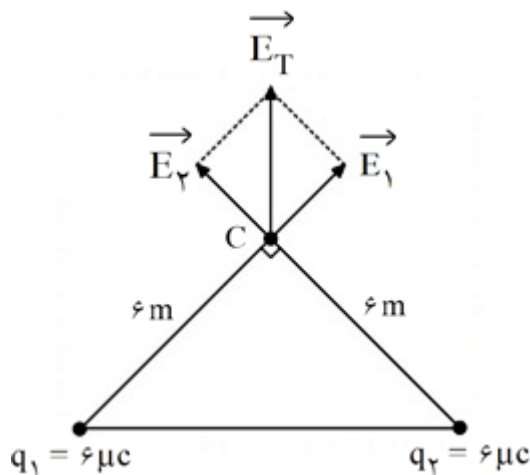
$$= 80 \times 3 \times \sqrt{9 + 4} = 240 \sqrt{13} \text{ N}$$

با توجه به اینکه فاصله بارهای q_1 و q_2 و همچنین q_1 و q_3 برابر با شعاع دایره است. پس داریم:

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow \frac{F_{12}}{F_{13}} = \frac{q_1 q_2}{q_1 q_3} = \frac{q_2}{q_3} = \frac{12q}{4q} = 3$$

$$E_1 = E_2 = \frac{kq_1}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6}}{1^2} = 9 \times 10^3 \frac{N}{C}$$

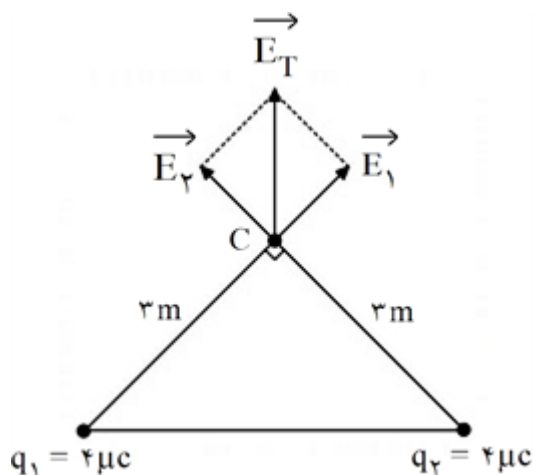
$$E_T = 9 \times 10^3 \sqrt{2} \times 10^{-3} \frac{N}{C}$$



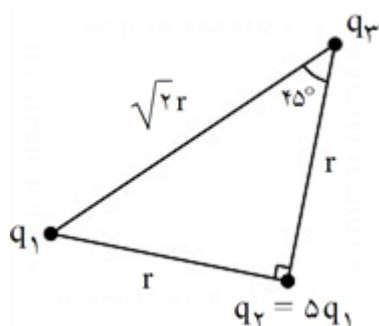
۴۲

$$E_1 = E_2 = \frac{kq_1}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{1^2} = 18 \times 10^3 \frac{N}{C}$$

$$E_T = 18 \times 10^3 \sqrt{2} \times 10^{-3} \frac{N}{C}$$



۴۳



برای پیدا کردن اضلاع دیگر مثلث به کمک روابط مثلثاتی داریم:

۴۴

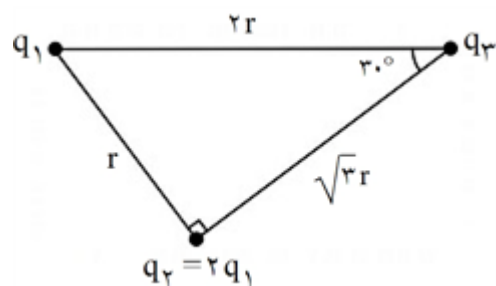
حال فرضیات مسئله را می‌نویسیم:

$$F_1 = 2F_2 \Rightarrow k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 2 \times k \frac{|q_2||q_3|}{r^2} \Rightarrow \frac{q_1}{r^2} = \frac{2 \times q_3}{r^2} \Rightarrow q_1 = 2q_3 = \frac{1}{2} q_2$$

و در نهایت خواسته سؤال:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{k \frac{|q_2||q_3|}{r^2}}{k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}} = \frac{q_3}{q_1} \times \left(\frac{r}{\sqrt{2}r} \right)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \Rightarrow F_2 = \frac{1}{4} F_1$$

برای پیدا کردن اضلاع دیگر مثلث به کمک روابط مثلثاتی داریم:



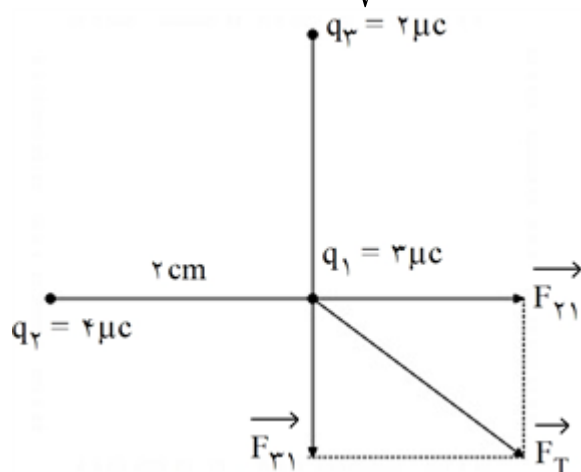
حال فرضیات مسئله را می‌نویسیم:

$$F_1 = 2F_2 \Rightarrow k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 2 \times k \frac{|q_2||q_3|}{(\sqrt{3}r)^2} \Rightarrow \frac{q_1}{r^2} = \frac{q_2}{r^2} \Rightarrow q_1 = q_2 = \frac{1}{2}q_3$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}}{k \frac{|q_1||q_3|}{r^2}} = \frac{q_2}{q_3} \times \left(\frac{r}{\sqrt{3}r}\right)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \Rightarrow F_2 = \frac{1}{6}F_1$$

و در نهایت خواسته سؤال:

در مربع: ضلع $\times \sqrt{2}$ = قطر $\Leftarrow r = 2 \text{ cm}$

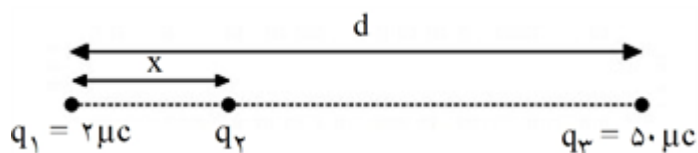


$$F_{31} = k \frac{|q_1||q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 135 \text{ N} \Rightarrow \vec{F}_{31} = -135 \vec{j}$$

$$F_{21} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 135 \text{ N} \Rightarrow \vec{F}_{21} = +135 \vec{i}$$

$$\vec{F}_T = (+135 \vec{i} - 135 \vec{j}) \text{ N}$$

برآیند نیروهای وارد بر q_2 صفر است. پس داریم:



$$\frac{k|q_1||q_2|}{x^2} = \frac{k|q_2||q_3|}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{1}{50} = \frac{x^2}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{x}{d-x} = \frac{1}{5} \Rightarrow d = 6x$$

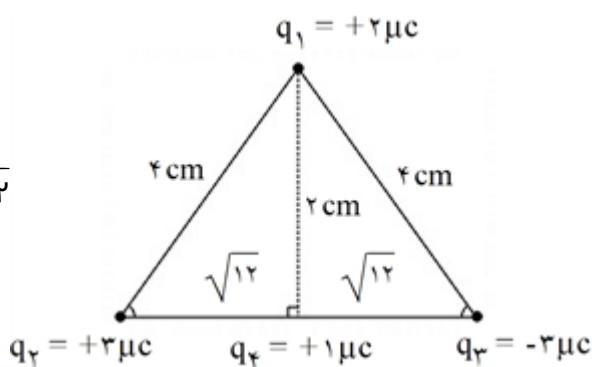
برآیند نیروهای وارد بر q_1 نیز صفر است. پس:

$$\frac{k|q_1||q_2|}{x^2} = \frac{k|q_1||q_3|}{d^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{x^2} = \frac{|q_3|}{d^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{|q_3|} = \frac{x^2}{d^2} = \left(\frac{1}{6}\right)^2 = \frac{1}{36}$$

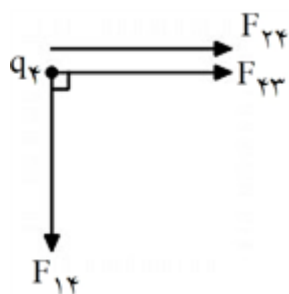
$$\Rightarrow |q_2| = \frac{|q_3|}{36} = \frac{50}{36} \mu C \xrightarrow[\text{تحلیل نیروها}]{\text{با نتیجه گیری از}} q_2 = -\frac{50}{36} \mu C$$

در مثلث قائم الزاویه ضلع روبه روی زاویه 30° نصف وتر است. مثلث زیر هم متساوی الساقین است و برای ضلع پایین

داریم:



$$a^2 + b^2 = c^2 \Rightarrow 16 = 4 + b^2 \Rightarrow b = \sqrt{12}$$



حال در تحلیل نیروهای وارد بر بار q_4 داریم:

$$F_{24} = \frac{kq_2q_4}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{(\sqrt{12} \times 10^{-2})^2} = \frac{27 \times 10^{-3}}{12 \times 10^{-4}} = 22.5 N$$

$$F_{34} = F_{24} = 22.5 N \Rightarrow F_{T1} = 22.5 + 22.5 = 45 N$$

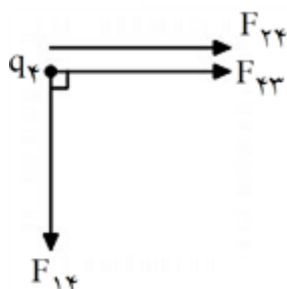
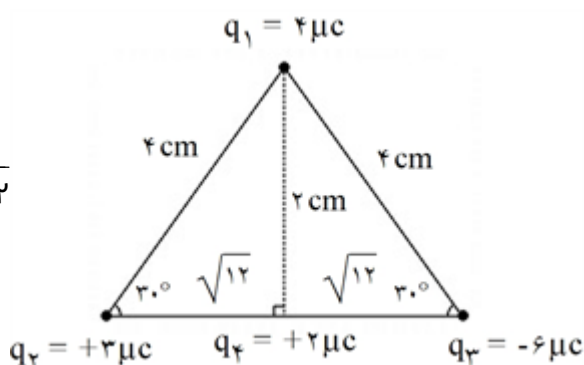
$$F_{T2} = F_{14} = \frac{kq_1q_4}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 45 N$$

$$\Rightarrow F_T = \sqrt{F_{T1}^2 + F_{T2}^2} = \sqrt{45^2 + 45^2} = 45\sqrt{2} N$$

در مثلث قائم الزاویه ضلع روبه روی زاویه 30° نصف وتر است. مثلث زیر هم متساوی الساقین است و برای ضلع پایین

داریم:

$$a^2 + b^2 = c^2 \Rightarrow 16 = 4 + b^2 \Rightarrow b = \sqrt{12}$$



حال در تحلیل نیروهای وارد بر بار q_2 داریم:

$$F_{24} = \frac{kq_2q_4}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(\sqrt{12} \times 10^{-2})^2} = \frac{54 \times 10^{-3}}{12 \times 10^{-4}} = 4.5 \times 10 = 45 N$$

$$F_{23} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6}}{(\sqrt{12} \times 10^{-2})^2} = \frac{9 \times 10^{-3} \times 12}{12 \times 10^{-4}} = 90 N$$

$$\Rightarrow F_{T_1} = F_{24} + F_{23} = 135 N$$

$$F_{T_2} = F_{21} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = \frac{18 \times 10^{-3} \times 4}{4 \times 10^{-4}} = 180 N$$

$$\Rightarrow F_T = \sqrt{F_{T_1}^2 + F_{T_2}^2} = \sqrt{180^2 + 135^2} = \sqrt{45^2(4^2 + 3^2)} = \sqrt{45^2 \times 25} = 45 \times 5 = 225 N$$

$$V_2 = V_1 - 0.8V_1 = 0.2V_1$$

$$U = \frac{1}{2}CV^2 \xrightarrow{C \text{ ثابت}} \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{0.2V_1}{V_1}\right)^2 = 0.04$$

$$\Rightarrow \% \Delta U = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \times 100 = \frac{0.04U_1 - U_1}{U_1} \times 100 = -96\%$$

۹۶ درصد کاهش می‌یابد.

$$2.0 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$$

الف) ۵۱

$$A = 0.02 \text{ m} \times 0.02 \text{ m} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow C = \frac{K\epsilon_0 A}{d} = \frac{4 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 4 \times 10^{-4}}{10^{-4}} = 14.16 \times 10^{-10} = 14.16 \text{ nF}$$

$$d = 0.02 \text{ m} \times 10^{-2} = 10^{-4} \text{ m}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{K_2 \epsilon_0 A}{d}}{\frac{K_1 \epsilon_0 A}{d}} = \frac{K_2}{K_1} = \frac{8}{4} = 2$$

ب) دو برابر می‌شود.

$$F = \frac{Kq_1 q_2}{r^2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{q_1}{q_1} \times \frac{q_2}{q_2} \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 4 = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = 2 \Rightarrow r_2 = \frac{r_1}{2} = \frac{1}{2} \text{ cm} = 0.5 \text{ cm}$$

$$r = 2.0 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$$

الف) ۵۳

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.02 \text{ m})^2 = 12.56 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow C = \frac{K\epsilon_0 A}{d} = \frac{10 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 12.56 \times 10^{-4}}{10^{-4}} = 1062 \times 10^{-10} = 106.2 \text{ nF}$$

$$d = 0.02 \text{ m} \times 10^{-2} = 10^{-4} \text{ m}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{K_2 \epsilon_0 A}{d}}{\frac{K_1 \epsilon_0 A}{d}} = \frac{K_2}{K_1} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$$

ب) برابر می‌شود. $\frac{2}{5}$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۵۴

کاهش انرژی پتانسیل \Rightarrow جابه‌جایی تحت تأثیر میدان \Rightarrow بار منفی به سمت صفحه مثبت

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{20}{0.02} = 1000 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$\Rightarrow \Delta U = -qEd = -5 \times 10^{-3} \times 1000 \times 15 \times 10^{-2} = -75 \times 10^{-3} \text{ J} = -75 \text{ mJ}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر میدان الکتریکی حاصل از بار ۳ میکروکولن را در نقطه A و E بنامیم. با توجه به رابطه ۵۵

$$E = k \frac{q}{r^2} \quad \text{میدان الکتریکی بار } 18 \text{ میکروکولن چون بارش } 6 \text{ برابر شده و فاصله‌اش } 3 \text{ برابر، پس } \frac{6}{3^2} E = \frac{2}{3} E \text{ خواهد بود.}$$

برایند میدان الکتریکی حاصل از این دو بار $\frac{1}{3} E$ خواهد بود.

$$\frac{1}{3} E = \frac{1}{3} \times 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 10^6 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$3 \times 10^6 = 10^6 + E_2 \Rightarrow E_2 = 2 \times 10^6 = 9 \times 10^9 \times \frac{q_2 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}} \Rightarrow q_2 = 8 \mu\text{C}$$

$$\frac{q_2}{q_1} = -\left(\frac{d}{3d}\right)^2 = -\frac{1}{9}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. **۵۶**

$$\frac{q_2}{q_1} = -\left(\frac{2d}{3d}\right)^2 = -\frac{4}{9}$$

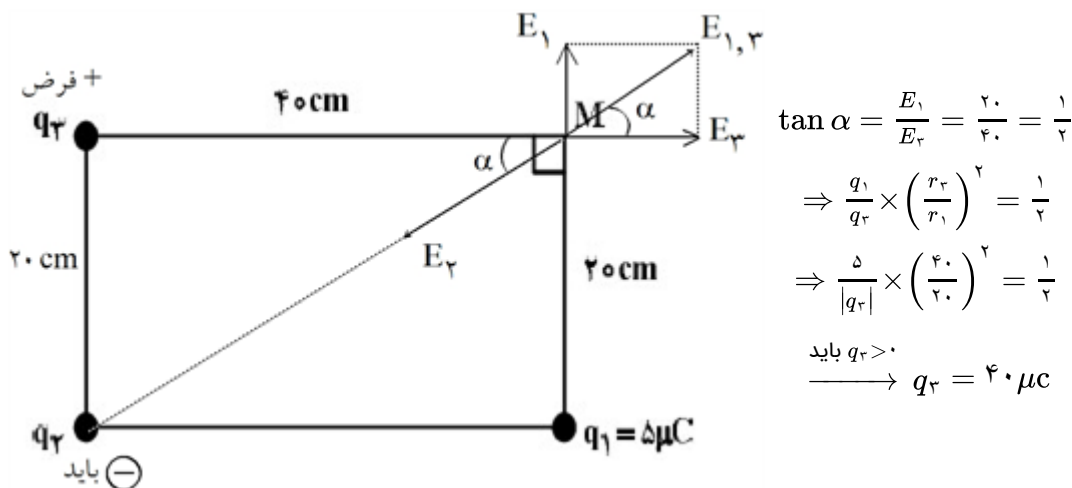
گزینه ۱ پاسخ صحیح است. **۵۷**

حالت اول: $F = k \frac{q_1 \times 6q_1}{r^2} = 6k \frac{q_1^2}{r^2}$

حالت دوم: $F' = k \frac{q_1 \times 3q_1}{r^2} = 3k \frac{q_1^2}{r^2} = F$

دفعه $F' \leftarrow$ $\rightarrow F'$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. باید برآیند دو بردار E_1 و E_2 در راستای قطر مستطیل و در خلاف جهت E_2 بیفتند تا برآیند هر سه صفر شود و داریم:



گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا میدان بار q در فاصله r را می‌یابیم و سپس آن را در فاصله $2r$ حساب می‌کنیم:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{6/2 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-6}} = 1/6 \times 10^4 \frac{N}{C} \text{ (میدان بار q در فاصله r)}$$

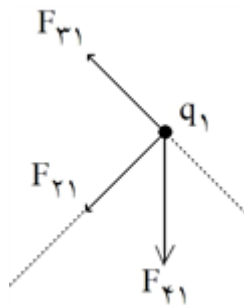
$$\text{در فاصله } 2r \text{ : } \frac{E'}{E} = \left(\frac{r}{2r}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow E' = \frac{1}{4} \times 1/6 \times 10^4 = 4 \times 10^2 \frac{N}{C}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. **۶۰**

ثابت Q

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{2}{3} \Rightarrow C_2 = \frac{10}{3} \mu F$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{3}{2} \Rightarrow \Delta U = \frac{1}{2} U_1 = \frac{1}{\cancel{2} \left(\frac{1}{2}\right)} \frac{(\cancel{2} \times 10^3)(\cancel{2} \times 10^3)}{\cancel{2}} = 2000 \mu J = 2 \text{ mJ}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در مکان بار q_1 داریم:

$$F_{31} = F_{21} = 9.0 \times \frac{q}{r^2} = 22/5 N$$

$$F_{41} = 9.0 \times \frac{q}{18} = 45 N$$

$$F_{جک} = 22/5 \sqrt{4+2} = 22/5 \sqrt{6}$$

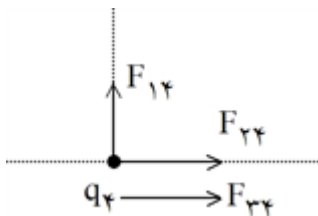
در مکان بار q_2 داریم:

$$F_{24} = F_{34} = 9.0 \times \frac{q}{18} = 45 N$$

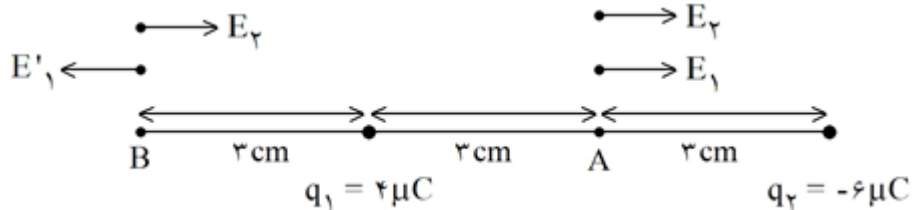
$$F_{14} = 9.0 \times \frac{q}{18} = 45 N$$

$$F'_{جک} = 45 \sqrt{4+1} = 45 \sqrt{5} N$$

$$\Rightarrow \frac{F_{جک}}{F'_{جک}} = \frac{22/5 \sqrt{6}}{45 \sqrt{5}} = \frac{\sqrt{6}}{2\sqrt{5}} \times \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{30}}{10}$$



گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



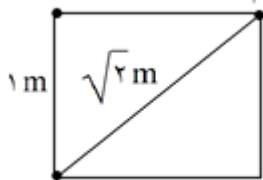
$$E_A = E_1 + E_2 = \frac{k}{r^2} (q_1 + q_2) = \frac{9 \times 10^9 \times 10 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 10^8 \frac{N}{C}$$

$$E_B = E'_1 - E'_2 = \frac{kq_1}{(3 \times 10^{-2})^2} - \frac{kq_2}{(9 \times 10^{-2})^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} - \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{81 \times 10^{-4}} = \frac{1}{3} \times 10^8 \frac{N}{C}$$

$$\Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = 3$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$q_1 = q = 1 C \quad q_2 = q = 1 C$$

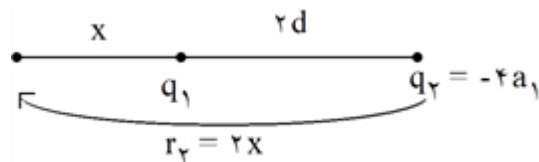


$$q_3 = q = 1 C$$

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

$$\Rightarrow \frac{F_{12}}{F_{23}} = \frac{1}{1} = 1$$

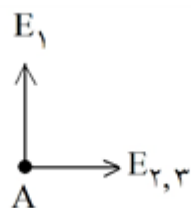
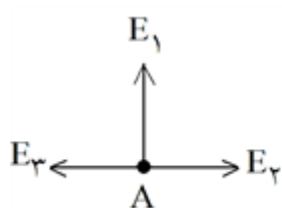
گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون دو بار غیرهم‌علامت‌اند، نقطهٔ موردنظر خارج از فاصله دو بار و نزدیک به بار q_1 است.



$$\frac{r_2}{x} = \sqrt{\left| \frac{q_2}{q_1} \right|} = 2 \Rightarrow r_2 = 2x \Rightarrow x = 2d \Rightarrow r_2 = 4d$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$E_{2,r} = E_2 - E_r = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} - 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-2}} \Rightarrow E_{2,r} = 3 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

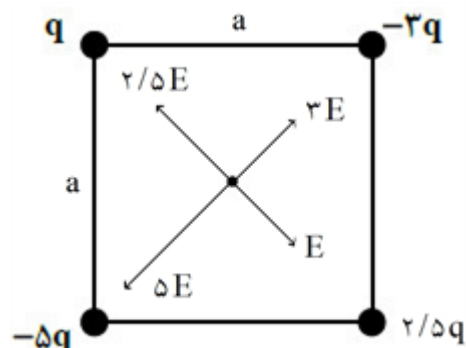


$$\Rightarrow E_t = \sqrt{E_1^2 + E_{2,r}^2} = \sqrt{(5 \times 10^5)^2 + (3 \times 10^5)^2}$$

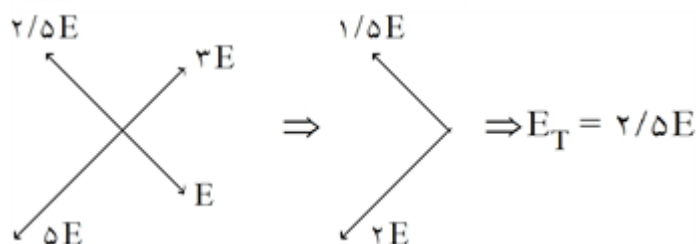
$$\Rightarrow E_1 = 4 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

$$4 \times 10^5 = 9 \times 10^9 \times \frac{19/1 \times 10^{-6}}{r^2} \Rightarrow 19/1 = 16 \mu C$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$E = \frac{kq}{\left(\frac{a\sqrt{2}}{2} \right)^2} = \frac{2kq}{a^2}$$



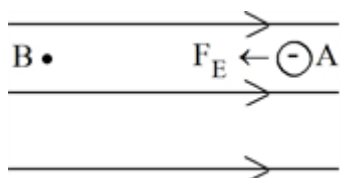
$$E_T = 2/5 \times \frac{2kq}{a^2} = \frac{4kq}{5a^2}$$

$$u_2 - u_1 = \frac{q_2^2}{2C} - \frac{q_1^2}{2C} \Rightarrow 4/5 \times 10^{-6} = \frac{\left(\frac{5}{4}q_1\right)^2 - q_1^2}{2 \times 25 \times 10^{-6}} \Rightarrow 9 \times 25 \times 10^{-12} = \left(\frac{25}{16} - 1\right) q_1^2$$

$$\frac{\alpha}{16} q_1^2 = 9 \times 25 \times 10^{-12} \Rightarrow q_1 = 4 \times 5 \times 10^{-6} = 20 \mu C \Rightarrow q_2 = \frac{5}{4} \times 20 = 25 \mu C$$

$$\Delta q = C \Delta V \Rightarrow \Delta V = \frac{\Delta q}{C} = \frac{25 - 20}{25} = \frac{5}{25} = 0.2 V$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ذره در حال حرکت در راستای دلخواه خودش می‌باشد پس:

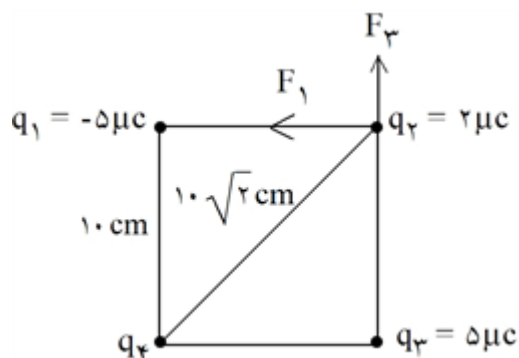


$$W_E > 0$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$q = 160 \times 10^{-10} \mu C = 160 \times 10^{-10} \times 10^{-6} C = 1/6 \times 10^{-14} C$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$F_1 = \frac{q_1 \times q_2}{r^2} = \frac{50 \times 2}{100} = 1 N \Rightarrow \vec{F}_1 = -1 \vec{j}$$

$$F_2 = F_1 = 1 N \Rightarrow \vec{F}_2 = 1 \vec{j}$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -18 \vec{i}$$

$$\vec{F}_3 - 9 \vec{i} + 9 \vec{j} = -18 \vec{i} \Rightarrow \vec{F}_3 = -9 \vec{i} - 9 \vec{j} \Rightarrow q_4 < 0$$

$$F_3 = 9\sqrt{2} N \Rightarrow 9\sqrt{2} = \frac{90 \times |q_4| \times 2}{200} \Rightarrow |q_4| = 10\sqrt{2}$$

$$Q_2 = \frac{2}{3} Q_1$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\Delta u = 25 \mu J \xrightarrow{u = \frac{Q^2}{2C}} \Delta u = \frac{1}{2C} \left(Q_2^2 - Q_1^2 \right) \Rightarrow \Delta u = \frac{1}{80} \left(\frac{5}{4} Q_1^2 - Q_1^2 \right)$$

$$\Rightarrow 25 = \frac{1}{80} \times \frac{5}{4} Q_1^2 \Rightarrow Q_1^2 = 1600$$

$$Q_1 = 40 \mu C$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \xrightarrow{\Delta U = -W_E} V_B - 6 = \frac{-20}{-5} = 4 \Rightarrow V_B = 10 V$$

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| ۵۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۵۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۵۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۵۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۵۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۵۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶۶ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶۷ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶۸ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶۹ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۷۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۷۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۷۲ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |

