
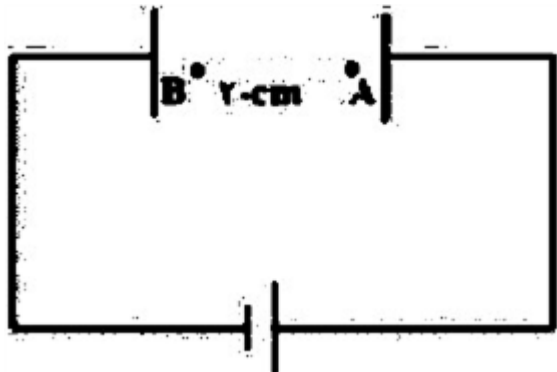
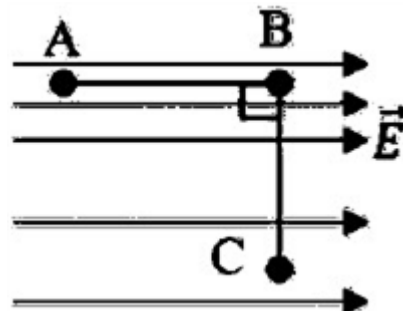


ردیف	لطفًا پاسخ سوالات را روی همین برگ بنویسید	بارم
۱	<p>خازن تختی که بین صفحات آن هواست، توسط یک باتری باردار شده است. آن را از باتری جدا می‌کنیم هریک از تغییرات زیر چه تأثیری بر انرژی ذخیره شده در خازن ایجاد می‌کند؟</p> <p>الف) قرار دادن دی‌الکتریک بین صفحات خازن ب) کاهش مساحت صفحات خازن</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p>	
۲	<p>با توجه به اعداد روی خازن در شکل روبه‌رو:</p> <p>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>	
۳	<p>در میدان الکتریکی یکنواخت <math>E = 6 \times 10^3 \frac{N}{C}</math> ذره باردار به جرم <math>2 \times 10^{-15} \text{ kg}</math> و بار <math>q = 3 \text{ nC}</math> 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>  <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳</p>	

الکترونی را مطابق شکل زیر از نقطه A به B و سپس به نقطه C منتقل می‌کنیم.



به جای حروف الفبا در خانه‌های جدول کلمات (افزایش - کاهش - ثابت) بنویسید.

مسیر	اندازه میدان الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	انرژی پتانسیل الکتریکی
A → B		الف	ب
B → C	پ	ت	

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳

آزمایشی طراحی کنید که با استفاده از آن بتوان طرح خطوط میدان الکتریکی اطراف دو بار نقطه‌ای هم‌اندازه و ناهمنام را مشاهده نمود.

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳

عبارت صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید و بنویسید.  
با دور شدن از بار نقطه‌ای اندازه میدان الکتریکی (افزایش - کاهش) می‌یابد.

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳

عبارت صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید و بنویسید.  
بار اضافی داده شده به رسانا در سطح (خارجی - داخلی) آن توزیع می‌شود.

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳

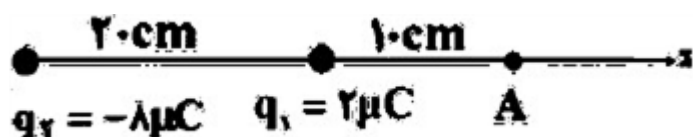
عبارت صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید و بنویسید.  
جمله «مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است». بیانگر اصل (پایستگی - کوانتیده بودن) بار است.

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳

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  $10^{-3}$  s و با توان ۴۰۰۰ وات انجام می‌شود، ظرفیت خازن چند فاراد است؟

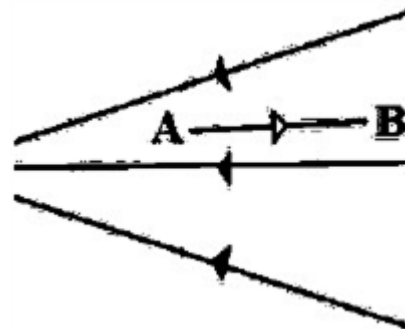
سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳

در شکل زیر اندازه و جهت میدان الکتریکی برآیند را در نقطه A به دست آورید.  $\left( k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right)$



سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳

مطابق شکل الکترونی را از نقطه A تا B در میدان الکتریکی جابه‌جا می‌کنیم.



۱۱

به کمک کلمات (افزایش - کاهش - ثابت - مثبت - منفی) جدول را کامل کنید و بنویسید.

اندازه میدان الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	انرژی پتانسیل الکتریکی	کار میدان الکتریکی
الف	ب	پ	ت

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳

دو بار نقطه‌ای  $q_1 = 4\mu C$  و  $q_2 = 3\mu C$  در فاصله  $r$  از هم قرار دارند، اگر نیروی بین این دو بار  $N/7$  باشد،

فاصله دو بار چند متر است؟  $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}\right)$

۱۲

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳

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؟

۱۳



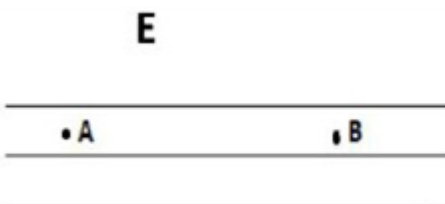
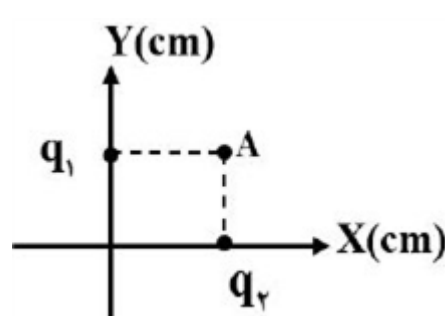
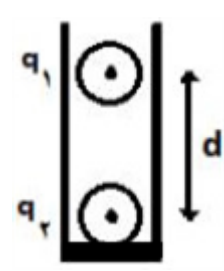
سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳

میله شیشه‌ای را با پارچه ابریشمی مالش می‌دهیم، سپس آن را به کلاهک الکتروسکوپ با بار مثبت نزدیک می‌کنیم ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک‌تر می‌شوند یا دورتر؟ چرا؟

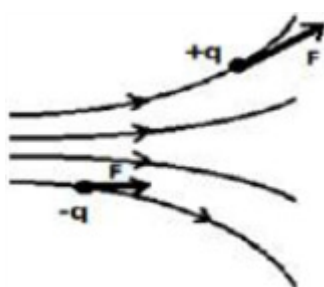
۱۴

انتهای مثبت سری
شیشه
نایلون
ابریشم
انتهای منفی سری

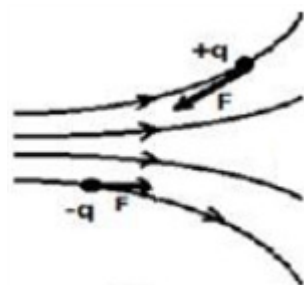
سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳

۱۵	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؟ سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳
۱۶	درستی یا نادرستی گزاره‌ی زیر را با واژه‌ی درست یا نادرست مشخص کنید. - بار الکتریکی یک جسم نمی‌تواند هر مقدار دلخواهی را داشته باشد. سوالات امتحانات نهایی متوسطه-یازدهم-خردادماه ۱۴۰۳
۱۷	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؟  سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳
۱۸	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. $\left(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)$  سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳
۱۹	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. $\left(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}, g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$  سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳

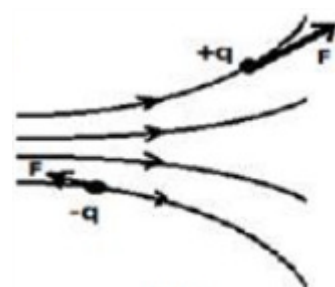
کدام شکل نیروی الکتریکی وارد بر دو ذره باردار هم‌اندازه و ناهم‌نام را در میدان الکتریکی به درستی نشان می‌دهد؟ چرا؟



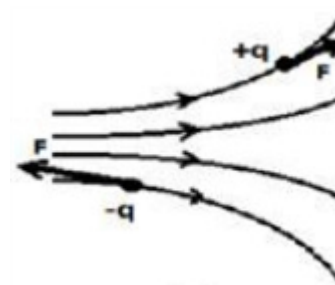
۱



۲



۳



۴

۲۰

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳

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؟

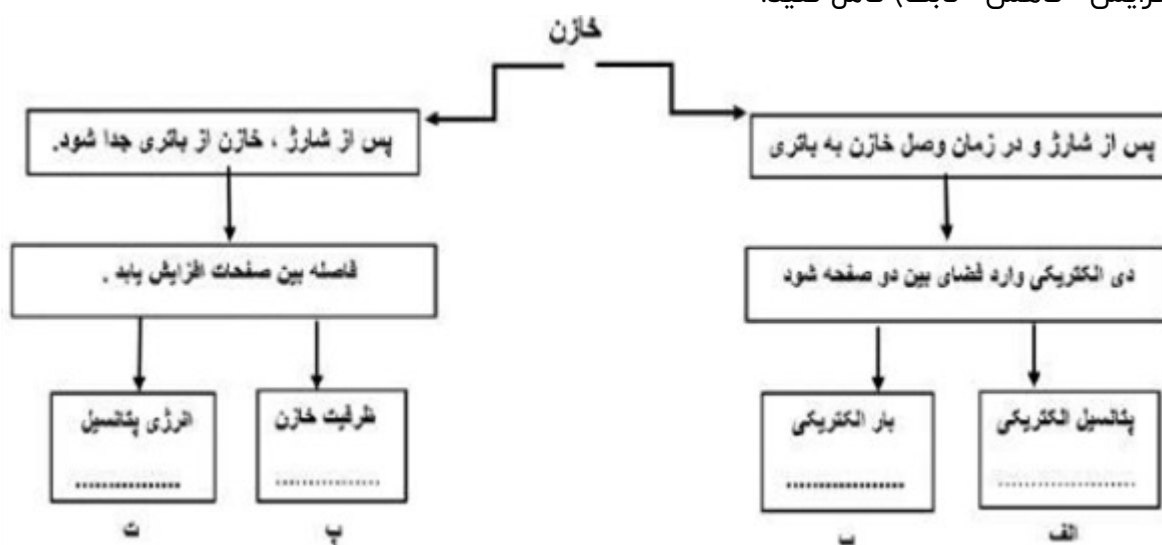


اتتهای مثبت سری
ابریشم
کاغذ
پارچه کتان
اتتهای منفی سری

۲۱

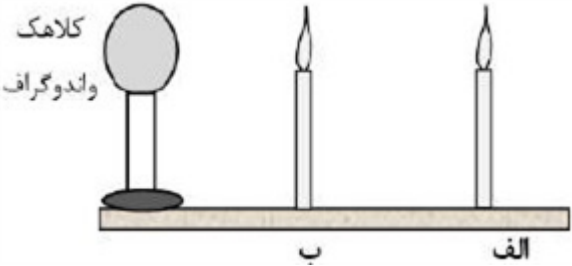
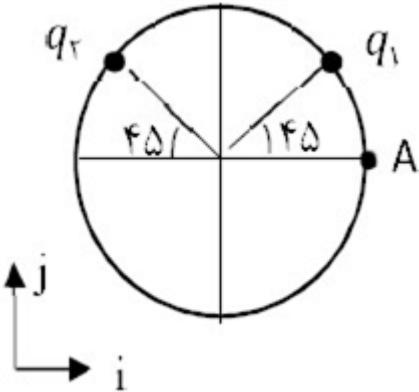
سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳

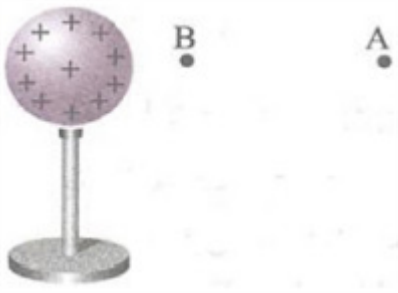
خازنی را به یک باتری متصل کرده تا شارژ شود. در نقشه مفهوم زیر جاهای خالی را در مورد یک خازن با کلمات (افزایش - کاهش - ثابت) کامل کنید.

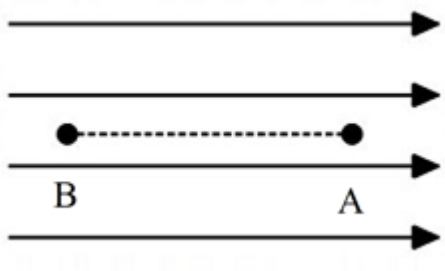
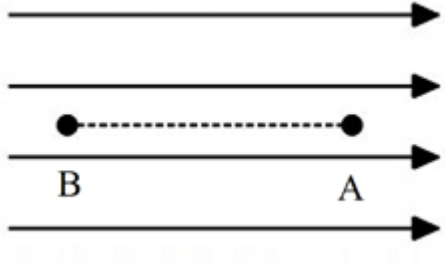


۲۲

سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳

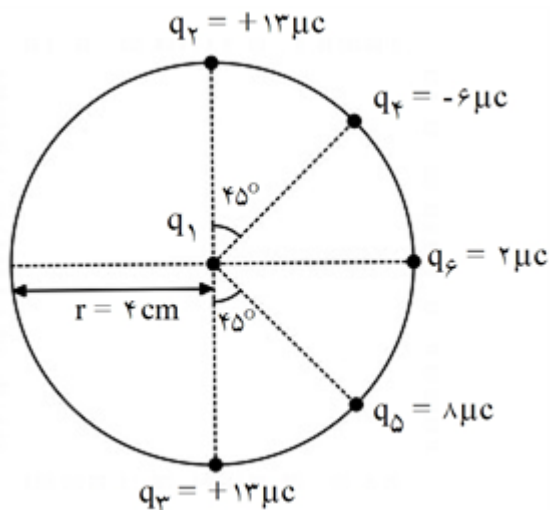
۲۳	<p>با توجه به شکل داده شده، معین کنید:</p> <p>الف) اگر به کلاهک واندوگراف بار الکتریکی منفی بزرگی داده شود، شعله کدام شمع انحراف بیشتری پیدا می‌کند؟</p> <p>ب) علت انحراف شعله شمع‌ها چیست؟</p>  <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p>
۲۴	<p>در جمله زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و بنویسید.</p> <p>در یک جسم رسانای مخروطی شکل، (چگالی سطحی بار - پتانسیل) الکتریکی در نقاط نوک تیز بیشتر از نقاط دیگر است.</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p>
۲۵	<p>درستی یا نادرستی جمله زیر را مشخص کنید.</p> <p>- بار الکتریکی هر جسم باردار، مضرب درستی از بار بنیادی <math>e</math> است.</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p>
۲۶	<p>روی خازنی دو عدد <math>400V</math> و <math>10\mu F</math> نوشته شده است.</p> <p>الف) مفهوم عدد <math>400V</math> چیست؟</p> <p>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>
۲۷	<p>دو بار الکتریکی <math>q_1 = 2\mu C</math> و <math>q_2 = -2\mu C</math> مطابق شکل مقابل، روی محیط دایره‌ای به شعاع <math>3\text{ cm}</math> قرار دارند.</p> <p>الف) اندازه میدان الکتریکی خالص را در مرکز دایره به دست آورید و بردار میدان را برحسب بردارهای یکه بنویسید.</p> $\left( k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$ <p>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>
۲۸	<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>

۲۹	<p>بار الکتریکی <math>q = 4\mu C</math> را به کره رسانای نازکی به مساحت <math>1\text{ cm}^2</math> می‌دهیم. چگالی سطحی بار الکتریکی الف) در سطح خارجی کره ب) در سطح داخلی کره چند کولون بر متر مربع است؟</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p>
۳۰	<p>کره رسانای باردار و نقاط A و B در شکل مقابل نشان داده شده است. اگر اندازه پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه A و B، <math>10\text{ V}</math> باشد، و بار الکتریکی <math>q = 4\mu C</math> 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>
۳۱	<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>
۳۲	<p>کلمه صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید و بنویسید. خطوط میدان الکتریکی برابند یکدیگر را قطع (می‌کنند - نمی‌کنند).</p> <p>سوالات امتحانات نهایی متوسطه-شبه نهایی یازدهم-فروردین ۱۴۰۳</p>
۳۳	<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>
۳۴	<p>اندازه بار الکتریکی الکترون‌های اتم <math>X^{4+}</math> برابر با <math>10^{-19} \times 51/2\text{ C}</math> است. بار الکتریکی هسته‌های دو مول از این اتم را بر حسب کولن به دست آورید. (<math>e = 1/6 \times 10^{-19}\text{ C}</math>, <math>N_a = 6 \times 10^{23}</math>)</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ -دهم</p>
۳۵	<p>دو بار <math>q_1 = +4\mu C</math> و <math>q_2 = +8\mu C</math> در فاصله <math>3\text{ cm}</math> از هم قرار دارند. اگر <math>1/4</math> از بار <math>q_2</math> را برداشته و به <math>q_1</math> بدهیم، در همان فاصله نیروی بین آنها چند برابر می‌شود؟ (<math>K = 9 \times 10^9\text{ SI}</math>)</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ -یازدهم</p>
۳۶	<p>دو بار مساوی و هم علامت Q در مجاورت یکدیگر قرار دارند. اگر <math>1/4</math> 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>

۳۷	<p>ذره‌ای از حال سکون به بار <math>+۸۰\mu\text{C}</math> را از A تا B جابه‌جا می‌کنیم. اگر <math>\Delta K = -۲/۴\text{ mJ}</math> باشد: <math>(m = ۱/۲g)</math></p> <p>الف) سرعت نهایی ذره در این جابه‌جایی چند ژول است؟</p> <p>ب) <math>V_B - V_A</math> را به دست آورید.</p>  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - یازدهم</p>
۳۸	<p>ذره‌ای به بار <math>-۸۰\mu\text{C}</math> را از A تا B جابه‌جا می‌کنیم. اگر <math>\Delta K = +۱۶\text{ mJ}</math> باشد:</p> <p>الف) انرژی پتانسیل الکتریکی در این جابه‌جایی چند ژول است؟</p> <p>ب) <math>V_B - V_A</math> را به دست آورید.</p>  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - یازدهم</p>
۳۹	<p>اگر در میدان الکتریکی یکنواخت <math>\frac{۴}{۱۰} \times ۱۰^۴ \frac{N}{C}</math>، بار الکتریکی نقطه‌ای <math>۱۰\mu\text{C}</math> را به اندازه <math>۱۳\text{ cm}</math> در خلاف جهت میدان جابه‌جا کنیم، کار میدان الکتریکی روی آن چند ژول می‌شود؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - یازدهم</p>
۴۰	<p>اگر بار الکتریکی نقطه‌ای <math>۹\mu\text{C}</math> را به اندازه <math>۲۰\text{ cm}</math> در میدان الکتریکی یکنواخت <math>\frac{۲}{۱۰} \times ۱۰^۳ \frac{N}{C}</math> در جهت میدان جابه‌جا کنیم، تغییر انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - یازدهم</p>
۴۱	<p>اگر در میدان الکتریکی یکنواخت <math>\frac{۴}{۱۰} \times ۱۰^۴ \frac{N}{C}</math>، بار الکتریکی نقطه‌ای <math>۶\mu\text{C}</math> را به اندازه <math>۴۰\text{ cm}</math> 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>



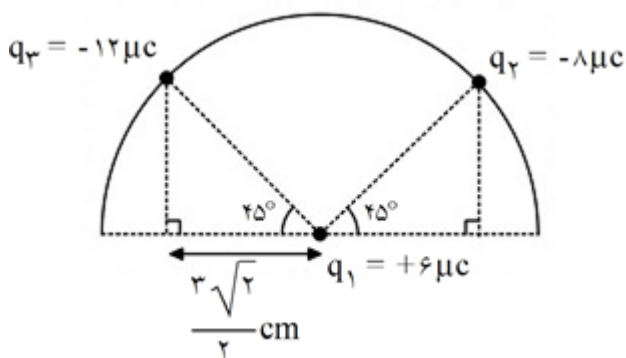
در شکل زیر برآیند نیروهای وارد بر بار  $q_1 = 4 \mu\text{C}$  در مرکز دایره را به دست آورید.



۴۲

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

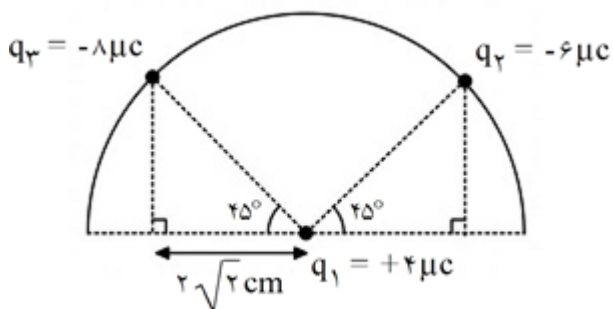
برآیند نیروهای وارد بر بار  $q_1$  واقع در مرکز نیم‌دایره را محاسبه کنید. ( $k = 9 \times 10^9 \text{ SI}$ )



۴۳

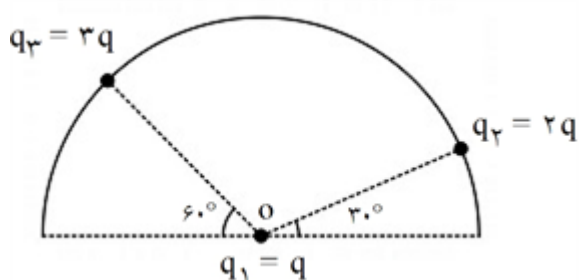
سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم

برآیند نیروهای وارد بر بار  $q_1$  واقع در مرکز نیم‌دایره را محاسبه کنید. ( $k = 9 \times 10^9 \text{ SI}$ )



۴۴

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



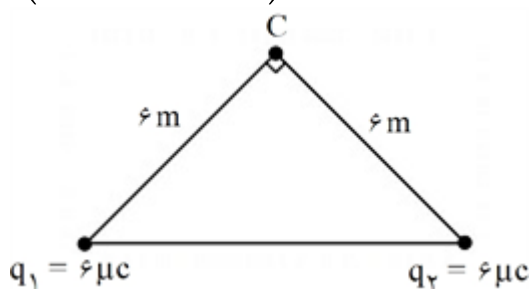
در شکل مقابل نسبت  $\frac{F_{12}}{F_{13}}$  را بیابید.

۴۵

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

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.

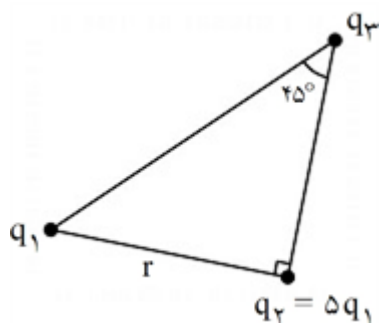
$$\left( k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$



۴۶

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

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؟



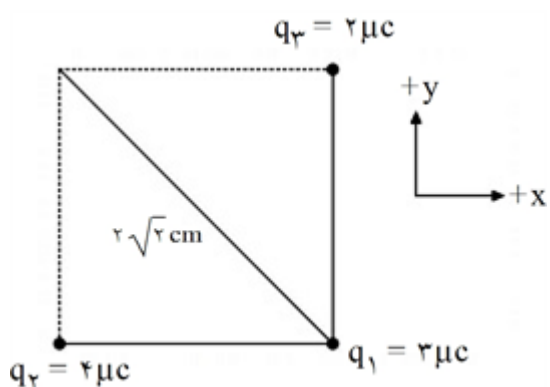
۴۷

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

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

$$\left( k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$

بردارهای یکه بیابید و رسم کنید.

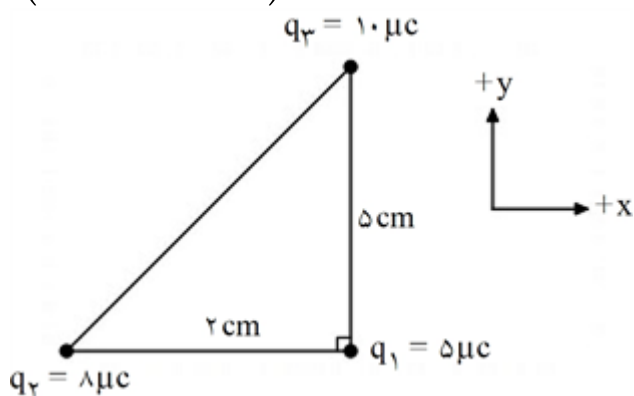


۴۸

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

مطابق شکل سه ذره باردار در سه رأس مثلث قائم الزاویه ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی برآیند وارد بر ذره  $q_1$  را برحسب بردارهای یکه بیابید و رسم کنید.

$$\left( k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$

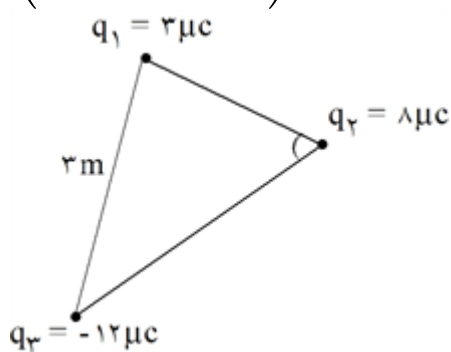


۴۹

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

مطابق شکل سه ذره باردار در سه رأس مثلث قائم الزاویه ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی برآیند وارد بر ذره واقع در رأس قائمه را محاسبه کنید.

$$\left( k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$



۵۰

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

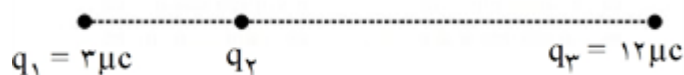
سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در یک راستا قرار دارند. برآیند نیروهای وارد بر هریک از بارها صفر است. بار  $q_2$  چند میکروکولن است؟ (از وزن بارها صرف نظر کنید.)



۵۱

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

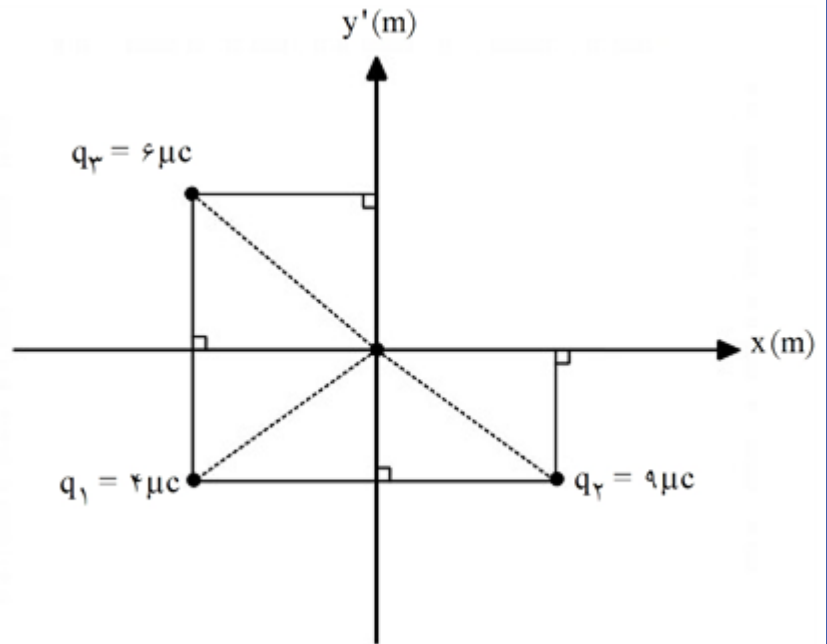
سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در یک راستا قرار دارند. برآیند نیروهای وارد بر هریک از بارها صفر است. بار  $q_2$  چند میکروکولن است؟



۵۲

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

در شکل زیر میدان برآیند در نقطه O (مبدأ مختصات) بر حسب SI به دست آورید.  $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)$



۵۳

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

اگر روی صفحات یک خازن ۲۰ نانوفارادی،  $4 \mu\text{C}$  بار ذخیره شده باشد، اختلاف پتانسیل بین صفحات را به دست آورید.

۵۴

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

اگر اختلاف پتانسیل بین صفحات خازنی را از  $10\text{V}$  به  $20\text{V}$  برسانیم، بار آن  $20\text{MC}$  افزایش می‌یابد ظرفیت این خازن چند میکروفاراد است؟

۵۵

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

یک خازن پر شده داریم که اگر مقداری از بار آن را تخلیه کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر آن ۹۵ درصد کم می‌شود ظرفیت این خازن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۵۶

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

خازن تخت به مساحت صفحات  $400\text{cm}^2$  و فاصله  $4\text{mm}$  داریم که به اختلاف پتانسیل  $200\text{V}$  متصل و دی‌الکتریک بین آن ضریب ۲۰ دارد اگر  $\frac{F}{m} = 9 \times 10^{-12}$  باشد،  
الف) ظرفیت خازن را به دست آورید.  
ب) بار خازن را به دست آورید.  
ج) انرژی خازن را به دست آورید.  
د) میدان الکتریکی بین صفحات خازن را به دست آورید.

۵۷

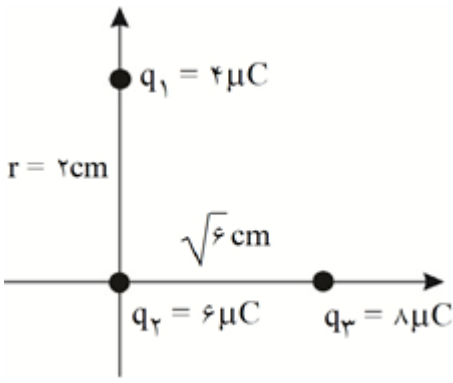
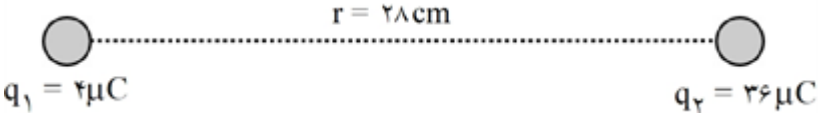
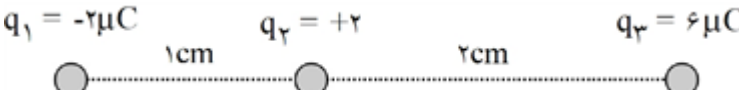
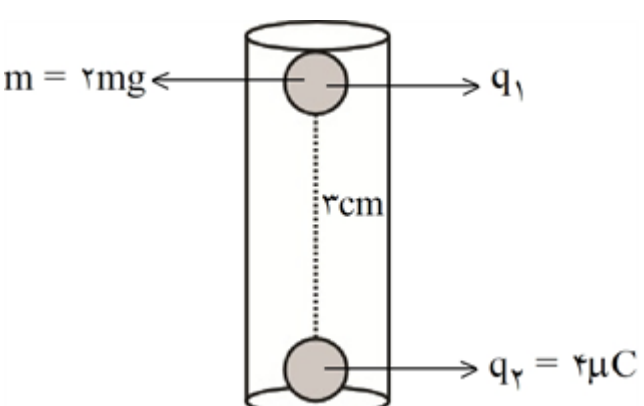
سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲-یازدهم

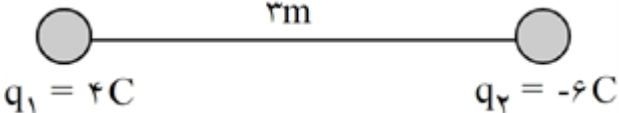
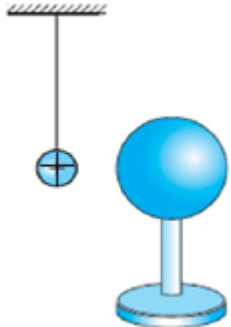
دو صفحه خازنی به باتری  $10\text{V}$  متصل است. اگر مساحت صفحات  $20\text{cm}^2$  و فاصله آنها از یکدیگر  $2\text{mm}$  باشد،  
الف) میدان الکتریکی بین صفحات خازن را به دست آورید.  
ب) انرژی خازن را به دست آورید.  $\left(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}\right)$

۵۸

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

۵۹	<p>یک خازن پر شده داریم که اگر مقداری از بار آن را تخلیه کنیم اختلاف پتانسیل دو سر آن ۶۰ درصد کم می‌شود. انرژی این خازن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۶۰	<p>دو صفحه خازنی به باتری متصل است. اگر فاصله صفحات را ۵ برابر کنیم: الف) انرژی آن چند درصد تغییر می‌کند؟ ب) میدان الکتریکی بین صفحات آن چند درصد تغییر می‌کند؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۶۱	<p>خازنی را به یک باتری متصل می‌کنیم. اگر ظرفیت فعلی خازن <math>10 \text{ nF}</math> باشد، پس از دو برابر کردن فاصله‌ی بین خازن، بار آن چند درصد تغییر می‌کند؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۶۲	<p>خازن تختی با عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۲، دارای ظرفیت <math>4 \times 10^{-2} \text{ mF}</math> و به اختلاف پتانسیل <math>200 \text{ V}</math> متصل است. اگر در همین وضعیت عایق را خارج کنیم: الف) ظرفیت خازن چند میکروفراد می‌شود؟ ب) بار خازن چند میکروکولن می‌شود؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۶۳	<p>با صفحات دایره‌ای به شعاع <math>20 \text{ cm}</math> یک خازن مسطح ساخته‌ایم. این دو صفحه را در فاصله <math>0.1 \text{ mm}</math> از هم قرار داده‌ایم: الف) اگر یک دی‌الکتریک به ضریب ۴ را بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت آن چند نانوفراد می‌شود؟ ب) اگر یک دی‌الکتریک به ضریب ۴ را بین صفحات قرار دهیم، ظرفیت آن نسبت به حالت قبل چند برابر می‌شود؟</p> $\left( \varepsilon_r = 8/85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \right) \text{ و } (\pi = 3)$ <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۶۴	<p>در ساخت یک خازن مسطح از صفحات دایره‌ای به شعاع <math>40 \text{ cm}</math> استفاده شده و صفحات خازن در فاصله <math>0.2 \text{ mm}</math> از هم ثابت شده‌اند. الف) اگر یک دی‌الکتریک به ضریب ۱۶ را بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت آن چند نانوفراد می‌شود؟ ب) اگر یک دی‌الکتریک به ضریب ۸ را بین صفحات قرار دهیم، ظرفیت آن نسبت به حالت قبل چند درصد تغییر می‌کند؟</p> $\left( \varepsilon_r = 9 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \right) \text{ و } (\pi = 3)$ <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۶۵	<p>با صفحات مربعی به ضلع <math>20 \text{ cm}</math> یک خازن مسطح ساخته‌ایم. این دو صفحه را در فاصله <math>0.1 \text{ mm}</math> از هم قرار داده‌ایم: الف) اگر یک دی‌الکتریک به ضریب ۴ را بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت آن چند نانوفراد می‌شود؟ ب) اگر یک دی‌الکتریک به ضریب ۸ را بین صفحات قرار دهیم، ظرفیت آن نسبت به حالت قبل چند برابر می‌شود؟</p> $\left( \varepsilon_r = 8/85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \right)$ <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۶۶	<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 ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>

۶۷	<p>مطابق شکل، ۳ بار الکتریکی داریم. برابند نیروهای وارد بر <math>q_2</math> را به دست آورید.</p>  <p> <math>q_1 = 4 \mu C</math>  <math>q_2 = 6 \mu C</math>  <math>q_3 = 8 \mu C</math>  <math>r = 2 \text{ cm}</math>  <math>\sqrt{6} \text{ cm}</math> </p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p>
۶۸	<p>بار <math>q_3 = +16 C</math> را در چه فاصله‌ای از بار <math>q_2</math> قرار دهیم تا برابند نیروهای وارد بر آن صفر شود؟</p>  <p> <math>q_1 = 4 \mu C</math>  <math>q_2 = 36 \mu C</math>  <math>r = 28 \text{ cm}</math> </p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p>
۶۹	<p>برابند نیروهای وارد بر بار <math>q_1</math> را به دست آورید.</p>  <p> <math>q_1 = -2 \mu C</math>  <math>q_2 = +2</math>  <math>q_3 = 6 \mu C</math>  <math>1 \text{ cm}</math>  <math>2 \text{ cm}</math> </p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p>
۷۰	<p>مطابق شکل بار <math>q_1</math> درون استوانه معلق است. بار <math>q_1</math> را به دست آورید. <math>(g = 10 \frac{m}{s^2})</math>، بار <math>q_1</math> با سطح داخلی استوانه اصطکاک ندارد.</p>  <p> <math>m = 2 \text{ mg}</math>  <math>q_1</math>  <math>3 \text{ cm}</math>  <math>q_2 = 4 \mu C</math> </p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p>
۷۱	<p>بار الکتریکی <math>q</math> و <math>-q</math> در فاصله <math>r</math> از یکدیگر قرار دارند. ۲۰٪ از بار <math>q</math> برمی‌داریم و به بار <math>B</math> اضافه می‌کنیم. در همان فاصله:</p> <p>الف) نیروی بین دو بار چند برابر می‌شود؟</p> <p>ب) نیروی ثانویه چند درصد نیروی اولیه است؟</p> <p>ج) نیروی بین دو بار چند درصد و چگونه تغییر کرده است؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p>
۷۲	<p>دو بار الکتریکی <math>q_1</math> و <math>q_2</math> در فاصله <math>r</math> از یکدیگر به یکدیگر نیروی <math>F</math> وارد می‌کنند. بار الکتریکی <math>q_1</math> و <math>-8q_2</math> در فاصله <math>r</math> نیروی چند <math>F</math> به یکدیگر وارد می‌کنند؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ - یازدهم</p>

۷۳	<p>نوع و اندازه نیروی بین بارهای زیر را به دست آورید. <math>\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}\right)</math></p>  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۷۴	<p>بار جسمی <math>4\mu C -</math> است. این جسم چند الکترون کمتر از پروتون‌هایش دارد؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۷۵	<p>مطابق شکل یک آونگ الکتریکی رسانای باردار را به یک کره خنثی نزدیک می‌کنیم.          الف) با نزدیک کردن آونگ به کره خنثی چه اتفاقی می‌افتد؟ با دلیل توضیح دهید.          ب) اگر آن‌ها را به یکدیگر تماس دهیم و به فاصله قبلی برگردانیم چه اتفاقی می‌افتد؟</p>  <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۷۶	<p>به سوالات زیر پاسخ دهید.          الف) چرا کسانی که در داخل اتومبیل یا هواپیما هستند از خطر آذرخش در امان هستند؟          ب) میله برقگیر چگونه کار می‌کند؟</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۷۷	<p>جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.          الف) خازن وسیله‌ای است که ..... و ..... را در خود ذخیره می‌کند.          ب) برای افزایش ظرفیت خازن از ماده ..... استفاده می‌شود.          ج) برای به وجود آوردن نقش‌های لیچنبرگ باید ..... دو سر خازن را ..... کنیم.          د) انرژی در ..... بین صفحات خازن ذخیره می‌شود.</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>
۷۸	<p>کلمات مناسب را از درون پرانتز انتخاب کنید.          الف) میدان الکتریکی در سطح رسانا (عمود - مماس) بر این سطح می‌باشد.          ب) برآیند میدان الکتریکی درون رسانا (بیشینه - صفر) می‌باشد.          ج) قفس فاراده نشان دهنده مفهوم توزیع بار الکتریکی (در سطح - درون) رسانا است.          د) بار الکتریکی بطور (یکنواخت - غیریکنواخت) روی اجسام نارسانا قرار می‌گیرد.</p> <p>سوالات و مطالب تالیفی-سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳-یازدهم</p>

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

(ب) فروریزش الکتریکی

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

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

$$\Rightarrow v = 6 \times 10^4 \frac{m}{s}$$

(ت) ثابت

(پ) کاهش

(ب) افزایش

الف) کاهش

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.

کاهش

خارجی

پایستگی

$$U = Pt \Rightarrow U = 6 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-2} = 12 J$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 12 = \frac{1}{2} \times C \times (200)^2 \Rightarrow C = 6 \times 10^{-4} F$$

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

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

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

(الف) کاهش (ص ۱۷) (ب) افزایش (ص ۲۳) (پ) کاهش (ص ۲۱) (ت)

مثبت (ص ۲۷)

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow 2/7 = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{(r)^2} \Rightarrow r = 0.2 m$$



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.

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

درست

۱۷

الف) جهت خطوط از A به B

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

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

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

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

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

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

$$F = mg$$

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

$$9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{d^2} = 2 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow d = 0.3$$

۱۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در میدان الکتریکی بر بار الکتریکی مثبت، نیرو در جهت میدان و بر بار منفی نیرو در خلاف جهت میدان وارد می‌شود. در تراکم بیشتر خطوط، میدان قوی‌تر و نیرو بزرگتر است.

۲۱

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.

۲۲

الف) ثابت

ب) افزایش

پ) کاهش

ت) افزایش

۲۳

الف) شمع

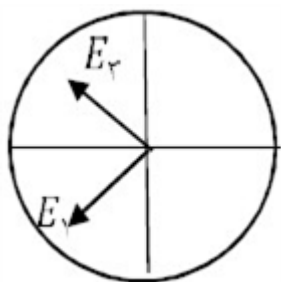
ب) کلاهی موله واندوگراف دو گراف بار منفی بزرگی دارد که یون‌های مثبت شعله شمع نزدیک‌تر را به سمت خود می‌کشد.

۲۴

چگالی سطحی بار

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

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



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

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

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

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.

الف)  $\sigma = \frac{q}{A} \Rightarrow \sigma = \frac{4 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-4}} = 4 \times 10^{-2} \frac{C}{m^2}$

ب) صفر

$$\Delta v = \frac{\Delta u}{q} \Rightarrow -10 = \frac{\Delta u}{4 \times 10^{-6}} \Rightarrow \Delta u = -40 \times 10^{-6} J$$

کاهش

کاهش

نمی‌کنند

نانوکولن

$$n = \frac{q}{e}$$

تعداد پروتون‌ها =  $32 + 4 = 36$   $\Rightarrow \frac{51/2 \times 10^{-19}}{1/6 \times 10^{-19}} = 32$  : تعداد الکترون‌ها

تعداد پروتون‌ها در  $2 \text{ mol}$  =  $2 \times 6 \times 10^{23} \times 36 = 432 \times 10^{24}$

$\Rightarrow q = ne = 432 \times 10^{24} \times 1/6 \times 10^{-19} = 691/2 \times 10^{+5}$

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

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

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

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

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

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

$$\text{الف)} \Delta K = \frac{m}{2} (V_2^2 - V_1^2) \Rightarrow -2/4 \times 10^{-2} = \frac{m}{2} (V_2^2 - 0) \Rightarrow -2/4 \times 10^{-2} - 0/6 \times 10^{-2} \times V_2^2$$

$$\Rightarrow -4 \times 10^{-4} = V_2^2 \Rightarrow V_2 = -2 \times 10^{-2} \frac{m}{s} \text{ یعنی } 0.02 \text{ متر بر ثانیه در خلاف جهت}$$

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

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

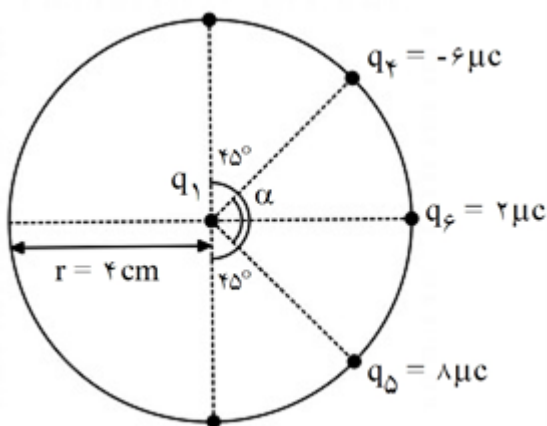
$$\text{ب)} \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \left( \frac{-16 \times 10^{-3}}{-80 \times 10^{-6}} \right) = 200 \text{ V}$$

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

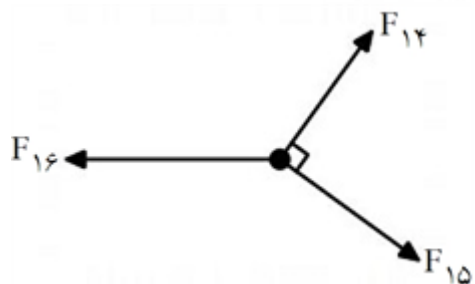
$$W_E = +\Delta K = +|q| E d \cos \theta = 4 \times 10^6 \times 2 \times 10^3 \times 20 \times 10^{-2} = +36 \times 10^{-4} \text{ J}$$

$$W_E = -\Delta U = -|q| E d \cos \theta = 10^6 \times 6 \times 10^{-6} \times 40 \times 10^{-2} = +240 \times 10^{-4} = +24 \text{ mJ}$$

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:



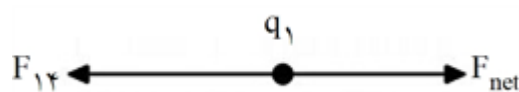
پس در نهایت در محل بار  $q_1$  و مرکز دایره داریم:

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

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

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

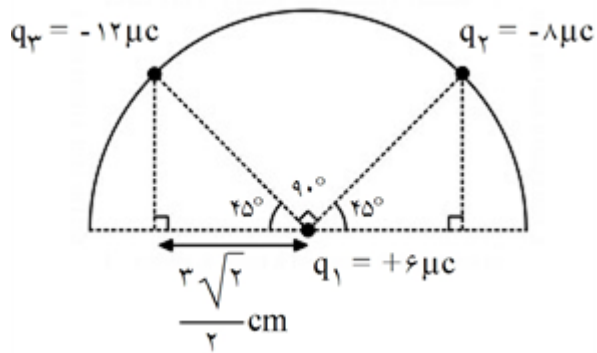
$$\Rightarrow F_{\text{net}} = \sqrt{F_{12}^2 + F_{15}^2} \Rightarrow F_{\text{net}} = \sqrt{180^2 + 135^2} = \sqrt{9^2 (20^2 + 15^2)} = 9 \sqrt{5^2 (4^2 + 3^2)} \\ = 9 \times 5 \sqrt{16 + 9} = 9 \times 5 \times \sqrt{25} = 9 \times 5 \times 5 = 225 N$$



و در نهایت:

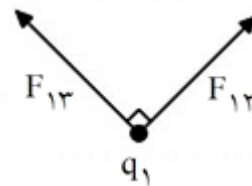
$$\Rightarrow F_{\text{net}}' = F_{\text{net}} - F_{12} = 225 - 45 = 180 N$$

مطابق شکل، دو طرف زاویه وسط  $45^\circ$  است پس زاویه وسط  $90^\circ$  می‌باشد. برای به دست آوردن فاصله بارها ( $r$ ) داریم:



$$\cos 45^\circ = \frac{\text{مجاور}}{r} \Rightarrow r = \frac{\text{مجاور}}{\cos 45^\circ} = \frac{\frac{r\sqrt{2}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = 3 \text{ cm}$$

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



در محل بار  $q_1$  داریم:

حال تک تک نیروها را محاسبه کرده و برآیند می‌گیریم:

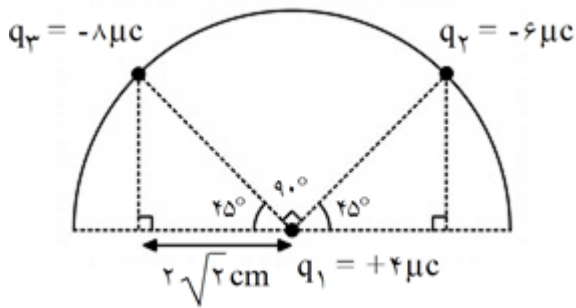
$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F_{12} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 480 \text{ N}$$

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

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

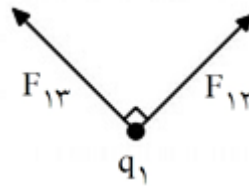
$$= 80 \times 3 \times \sqrt{9 + 4} = 240 \sqrt{13} \text{ N}$$

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



$$\cos 45^\circ = \frac{\text{مجاور}}{r} \Rightarrow r = \frac{\text{مجاور}}{\cos 45^\circ} = \frac{r\sqrt{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = ۴ \text{ cm}$$

$$\Rightarrow r = ۴ \times 10^{-۲} \text{ m}$$



در محل بار  $q_1$  داریم:

حال تک تک نیروها را محاسبه کرده و برآیند می‌گیریم:

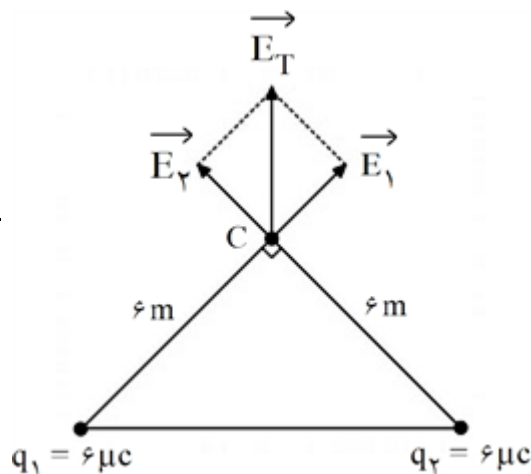
$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F_{۱۲} = \frac{۹ \times 10^9 \times ۴ \times 10^{-۶} \times ۶ \times 10^{-۶}}{(۴ \times 10^{-۲})^2} = ۱۳۵ \text{ N}$$

$$F_{۱۳} = \frac{۹ \times 10^9 \times ۴ \times 10^{-۶} \times ۸ \times 10^{-۶}}{(۴ \times 10^{-۲})^2} = ۱۸۰ \text{ N} \Rightarrow F_{\text{net}} = \sqrt{F_{۱۲}^2 + F_{۱۳}^2} \Rightarrow F_{\text{net}} = \sqrt{۱۸۰^2 + ۱۳۵^2}$$

$$= \sqrt{۹^2(۲۰^2 + ۱۵^2)} = ۹\sqrt{۵^2(۴^2 + ۳^2)} = ۹ \times ۵\sqrt{۱۶ + ۹} = ۹ \times ۵ \times \sqrt{۲۵} = ۹ \times ۵ \times ۵ = ۲۲۵ \text{ N}$$

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:

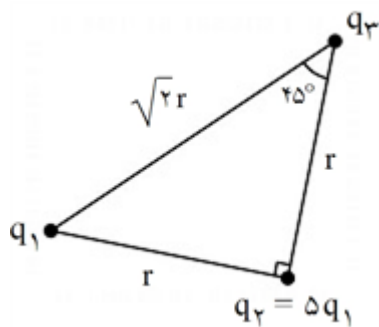
$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow \frac{F_{۱۲}}{F_{۱۳}} = \frac{q_1 q_2}{q_1 q_3} = \frac{q_2}{q_3} = \frac{۲q}{۳q} = \frac{۲}{۳}$$



$$E_1 = E_2 = \frac{kq_1}{r^2} = ۹ \times 10^9 \times \frac{۶ \times 10^{-۶}}{۶^2} = ۱/۵ \times 10^۲ \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E_T = ۱/۵\sqrt{۲} \times 10^۲ \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

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



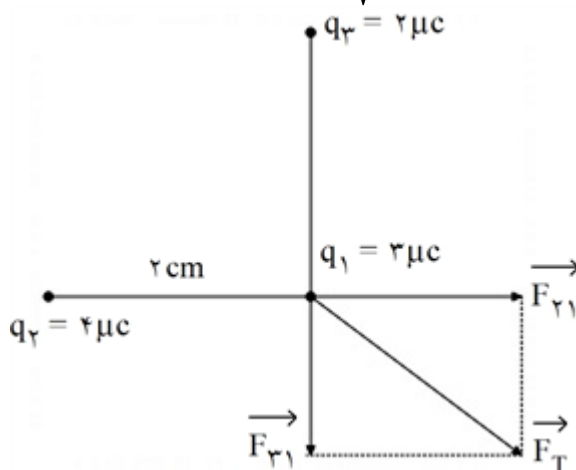
حال فرضیات مسئله را می‌نویسیم:

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

و در نهایت خواسته سؤال:

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

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

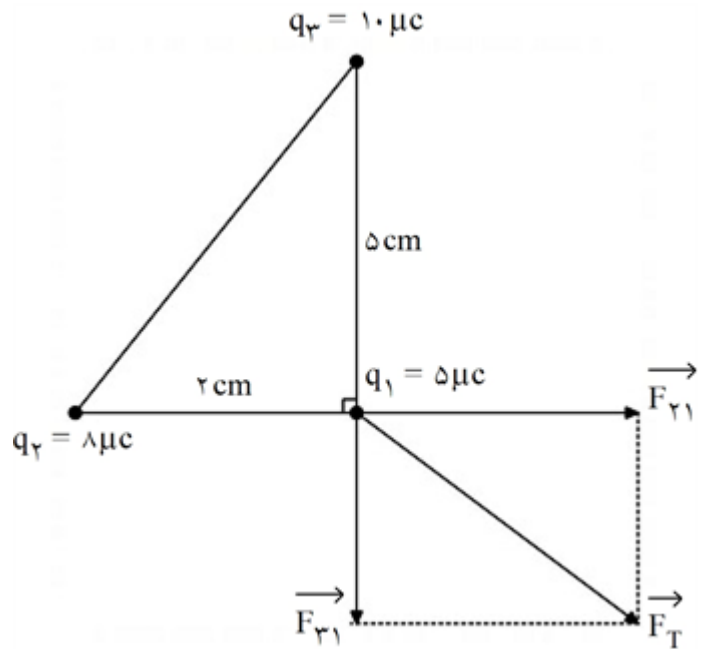


$$F_{q1} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 135 N \Rightarrow \vec{F}_{q1} = -135 \vec{j}$$

$$F_{q2} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 270 N \Rightarrow \vec{F}_{q2} = +270 \vec{i}$$

$$\vec{F}_T = (+270 \vec{i} - 135 \vec{j}) N$$

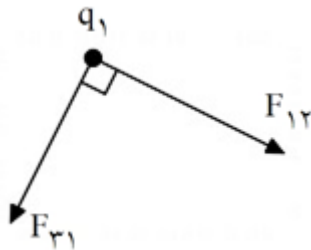
۴۹



$$F_{31} = k \frac{|q_1||q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{10 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} = 180 N \Rightarrow \vec{F}_{31} = -180 \vec{j}$$

$$F_{21} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 900 N \Rightarrow \vec{F}_{21} = +900 \vec{i}$$

$$\vec{F}_T = (+900 \vec{i} - 180 \vec{j}) N$$



۵۰ در تحلیل نیروهای وارد بر بار  $q_1$  داریم:

و مثلث قائم الزاویه متساوی الساقین است. پس ساق‌ها با هم برابر و برابر  $3m$  هستند.

$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{3^2} = 24 \times 10^{-3} N$$

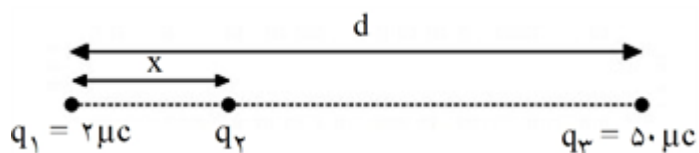
$$F_{31} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6} \times 12 \times 10^{-6}}{3^2} = 36 \times 10^{-3} N$$

$$\Rightarrow F_T = \sqrt{F_{12}^2 + F_{31}^2} = \sqrt{(24 \times 10^{-3})^2 + (36 \times 10^{-3})^2} = 10^{-3} \sqrt{12^2 (2^2 + 3^2)}$$

$$= 12 \sqrt{13} \times 10^{-3} N$$



برآیند نیروهای وارد بر  $q_2$  صفر است. پس داریم:



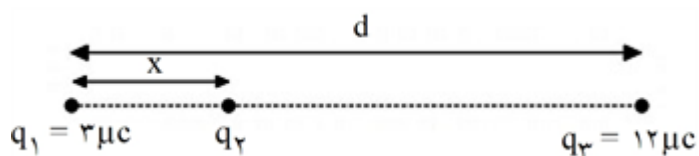
$$\frac{k |q_1| |q_2|}{x^2} = \frac{k |q_2| |q_3|}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{2}{50} = \frac{x^2}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{x}{d-x} = \frac{1}{5} \Rightarrow d = 6x$$

برآیند نیروهای وارد بر  $q_1$  نیز صفر است. پس:

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

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

برآیند نیروهای وارد بر  $q_2$  صفر است. پس داریم:



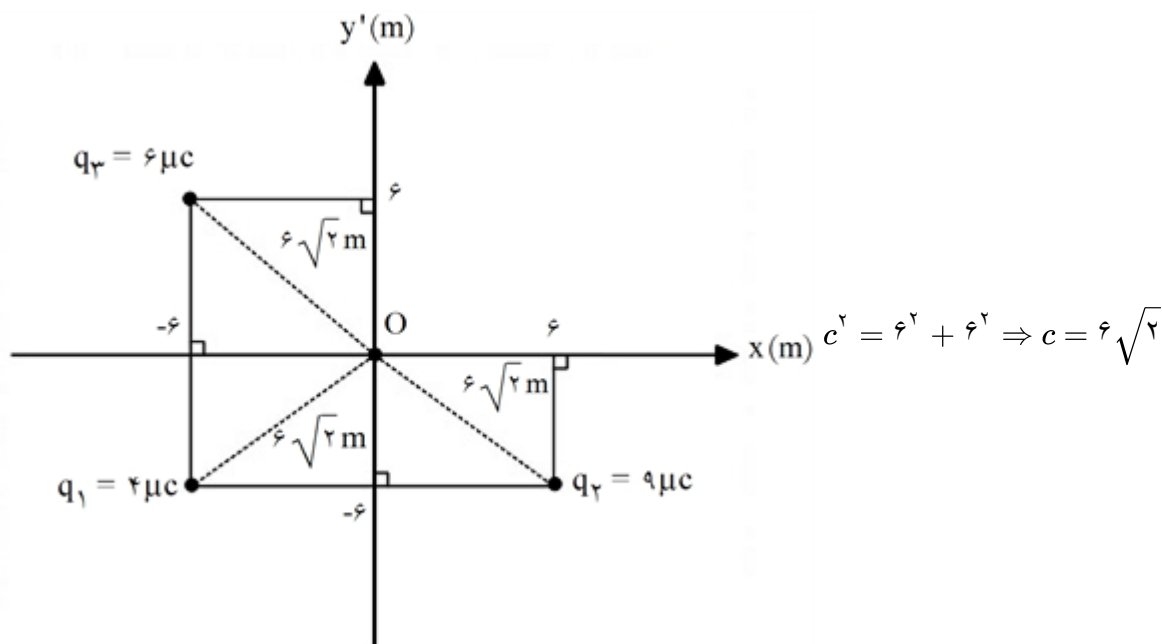
$$\frac{k |q_1| |q_2|}{x^2} = \frac{k |q_2| |q_3|}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{3}{12} = \frac{x^2}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{x}{d-x} = \frac{1}{2} \Rightarrow d = 3x$$

برآیند نیروهای وارد بر  $q_1$  نیز صفر است. پس:

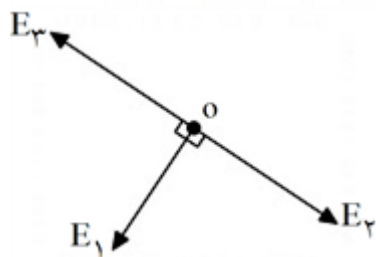
$$\frac{k |q_1| |q_2|}{x^2} = \frac{k |q_1| |q_3|}{d^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{x^2} = \frac{|q_3|}{d^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{|q_3|} = \frac{x^2}{d^2} = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

$$\Rightarrow |q_2| = \frac{|q_3|}{9} = \frac{12}{9} \mu C \xrightarrow[\text{تحلیل نیروها}]{\text{با نتیجه گیری از}} q_2 = -\frac{12}{9} \mu C$$

ابتدا فاصله هر بار تا مرکز را طبق رابطه  $c^2 = a^2 + b^2$  پیدا می‌کنیم:



حال در تحلیل میدان‌های نقطه ۰ داریم: (قطرهای مربع برهم عمودند)



$$E_2 = \frac{kq_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-9}}{72} = \frac{3}{4} \times 10^2 = 75 \cdot \frac{N}{C}$$

$$E_3 = \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-9}}{72} = 1125 \frac{N}{C}$$

$$\Rightarrow E_{T_1} = E_3 - E = 1125 - 75 = 375 \frac{N}{C}$$

$$E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9}}{72} = 50 \cdot \frac{N}{C}$$

$$\Rightarrow E_T = \sqrt{E_1^2 + E_{T_1}^2} = \sqrt{50^2 + 375^2} = \sqrt{25^2 \times (20^2 + 15^2)} = 25 \times \sqrt{625}$$

$$= 25 \times 25 = 625 \frac{N}{C}$$

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow V = \frac{Q}{C} = \frac{4 \times 10^{-9}}{20 \times 10^{-9}} = \frac{1}{5} \times 10^2 = 200 V$$

$$C = \frac{\Delta q}{\Delta V} = \frac{20 \text{ MC}}{10 V} = 2 \text{ MF}$$

ظرفیت خازن یک کمیت مستقل از اختلاف پتانسیل و بار است و فقط به ساختمان خازن ربط دارد پس تغییر نمی‌کند.

۵۶

الف) 
$$C = \frac{k\varepsilon \cdot A}{d} = \frac{20 \times 9 \times 10^{-12} \times 400 \times 10^{-4}}{0.4 \times 10^{-2}} = 18000 \times 10^{-13} = 18 \text{ nF}$$

۵۷

ب) 
$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = CV = 18 \times 10^{-9} \times 200 = 36 \times 10^{-7} = 3.6 \mu\text{C}$$

ج) 
$$U = \frac{1}{2} QV = 3.6 \times 10^{-6} \times 200 = 7.2 \times 10^{-4} \text{ J}$$

د) 
$$V = E \cdot d \Rightarrow E = \frac{V}{d} = \frac{200}{0.4 \times 10^{-2}} = 500 \times 10^2 = 5 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

الف) 
$$V = Ed \Rightarrow E = \frac{V}{d} = \frac{10}{0.2 \times 10^{-2}} = 50 \times 10^2 = 5 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

۵۸

ب) 
$$C = \frac{k\varepsilon \cdot A}{d} = \frac{1 \times 9 \times 10^{-12} \times 20 \times 10^{-4}}{0.2 \times 10^{-2}} = 900 \times 10^{-13} \text{ F} = 90 \text{ pF}$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 90 \times 10^{-12} \times 100 = 45 \times 10^{-10} \text{ J}$$

$$V_2 = V_1 - 0.4 V_1 = 0.6 V_1$$

۵۹

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \xrightarrow{\text{ثابت } C} \frac{U_2}{U_1} = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \left( \frac{0.6 V_1}{V_1} \right)^2 = 0.36$$

$$\Rightarrow \% \Delta U = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \times 100 = \frac{0.36 U_1 - U_1}{U_1} \times 100 = -64\% \text{ درصد کاهش می‌یابد}$$

خازن به باتری متصل است پس:  $v_2 = v_1$

۶۰

الف) 
$$C = \frac{k\varepsilon \cdot A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{5}$$

$$q = CV \xrightarrow{\text{ثابت } V} \frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{5}$$

$$U = \frac{1}{2} qV \xrightarrow{\text{ثابت } V} \frac{U_2}{U_1} = \frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{5} \Rightarrow U_2 = \frac{1}{5} U_1 \Rightarrow \% \Delta U = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \times 100 = \frac{\frac{1}{5} U_1 - U_1}{U_1} \times 100$$

$$\Rightarrow -\frac{4}{5} \times 100 = -80\% \text{ انرژی ۸۰ درصد کاهش می‌یابد.}$$

ب) 
$$V = Ed \xrightarrow{\text{ثابت } V} \frac{E_2}{E_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{5} \Rightarrow E_2 = \frac{1}{5} E_1 \Rightarrow \% \Delta E = \frac{E_2 - E_1}{E_1} \times 100$$

$$= \frac{\frac{1}{5} E_1 - E_1}{E_1} \times 100 = -80\% \text{ میدان ۸۰ درصد کاهش می‌یابد.}$$

$$C = \frac{k\varepsilon \cdot A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{2}$$

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = C \cdot V \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow Q_2 = \frac{1}{2} Q_1$$

ثابت      ثابت

$$\Rightarrow \% \Delta Q = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} \times 100 = \frac{\frac{1}{2} Q_1 - Q_1}{Q_1} \times 100 = -50\%$$

۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{C_2}{4 \times 10^{-2} \text{ mF}} = \frac{1}{2} \Rightarrow C_2 = 2 \times 10^{-2} \text{ mF}$$

(الف) ۶۲

$$Q = C_2 V = 2 \times 10^{-2} \times 200 = 4 \text{ mC}$$

(ب)

$$r = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

(الف) ۶۳

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.2 \text{ m})^2 = 12.56 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow C = \frac{K\varepsilon \cdot A}{d} = \frac{10 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 12.56 \times 10^{-2}}{10^{-4}} = 1.062 \times 10^{-10} = 106.2 \text{ nF}$$

$$d = 0.1 \text{ m} \times 10^{-3} = 10^{-4} \text{ m}$$

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

۲/۵ برابر می‌شود. (ب)

$$40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$$

(الف) ۶۴

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.4 \text{ m})^2 = 50.24 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \Rightarrow C = \frac{K\varepsilon \cdot A}{d}$$

$$= \frac{16 \times 9 \times 10^{-12} \times 50.24 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-4}} = 3.62 \times 10^{-10} = 362 \text{ nF}$$

$$d = 0.2 \text{ mm} \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{K_2 \varepsilon \cdot A}{d}}{\frac{K_1 \varepsilon \cdot A}{d}} = \frac{K_2}{K_1} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2} \Rightarrow C_2 = \frac{1}{2} C_1$$

(ب)

$$\% \Delta C = \frac{C_2 - C_1}{C_1} \times 100 = \frac{\frac{1}{2} C_1 - C_1}{C_1} \times 100 = -50\%$$

۵۰ درصد کم می‌شود.

$$20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

الف ۶۵

$$A = 0.2 \text{ m} \times 0.2 \text{ m} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow C = \frac{K\epsilon_0 A}{d} = \frac{4 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 4 \times 10^{-2}}{10^{-4}} = 1416 \times 10^{-10} = 1416 \text{ nF}$$

$$d = 0.1 \text{ m} \times 10^{-2} = 10^{-3} \text{ m}$$

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

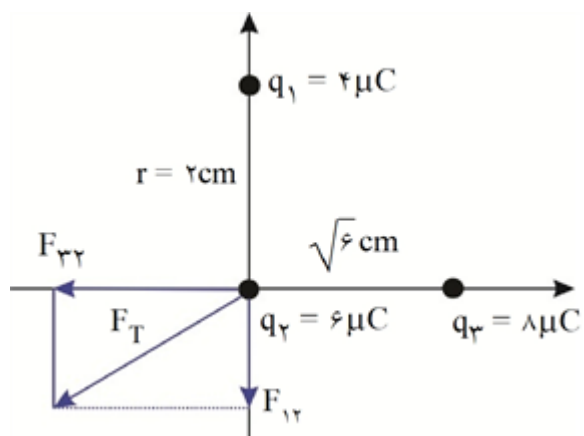
ب) دو برابر می شود.

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

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

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

۹۶ درصد کاهش می یابد.

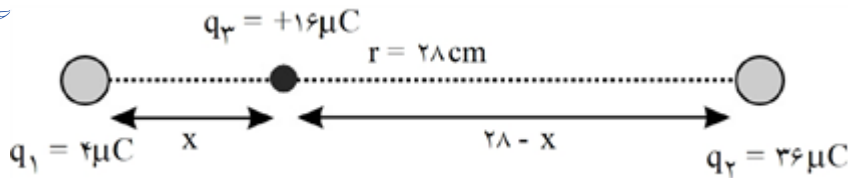


$$F_{12} = \frac{9 \times 4 \times 6}{2^2} = 54 \text{ N}$$

$$F_{23} = \frac{9 \times 6 \times 8}{(\sqrt{2})^2} = 72 \text{ N} \Rightarrow F_T = \sqrt{54^2 + 72^2} = 90 \text{ N}$$

۶۶

۶۷



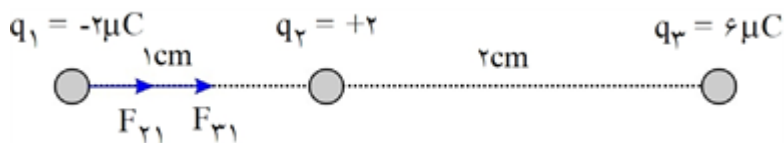
$$|F_{13}| = |F_{23}|$$

$$\frac{k \times 4 \times 16}{x^2} = \frac{k \times 16 \times 36}{(28 - x)^2} \Rightarrow \frac{4}{x^2} = \frac{36}{(28 - x)^2} \xrightarrow{\text{از طرفین جذر می گیریم}} \frac{2}{x} = \frac{6}{28 - x}$$

$$28 - x = 3x \Rightarrow 4x = 28 \Rightarrow x = 7 \text{ cm}$$

فاصله از بار  $q_1$

$$\Rightarrow 28 - x = 28 - 7 = 21 \text{ cm}$$



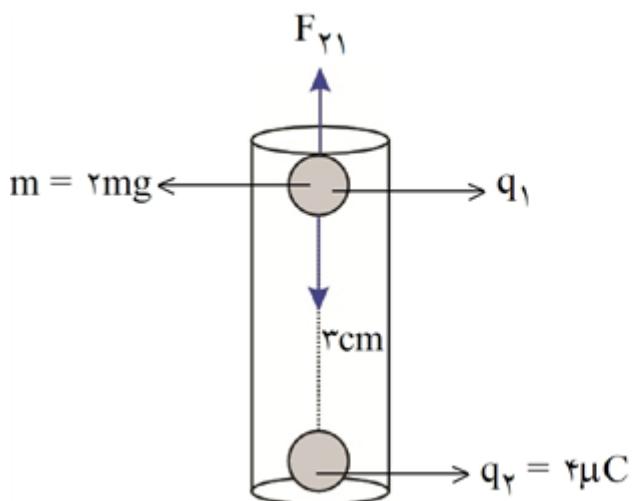
$$F_{21} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 2}{1^2} = 360 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_T = 360 + 120 = 480 \text{ N}$$

$$F_{31} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 6}{3^2} = 120 \text{ N}$$

$$\vec{F}_T = 480 \cdot \hat{i}$$

در سؤال گفته بار  $q_1$  معلق است، یعنی نیروهای وارد بر آن یکدیگر را خنثی کرده‌اند. به بار موردنظر نیروی وزن به سمت پایین به آن وارد می‌شود. پس نیروی کولنی یعنی نیرویی که از طرف  $q_2$  به  $q_1$  وارد شده باید به سمت بالا باشد تا بتواند نیروی وزن را خنثی کند.



$$m = 2mg = 2 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

$$F_{21} = mg \Rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times q_1 \times 2}{r^2} = 2 \times 10^{-6} \times 10$$

$$|q_1| = 5 \times 10^{-6} \mu\text{C}$$

و از طرفی  $q_2$  و  $q_1$  یکدیگر را دفع کرده‌اند، پس هم‌نام هستند. در نتیجه:

$$q_1 = 5 \times 10^{-6} \mu\text{C}$$

$$\text{حالت اول} \begin{cases} q \\ -q \\ r \\ F_1 \end{cases} \quad \text{حالت دوم} \begin{cases} q - \frac{20}{100}q = \frac{80}{100}q = \frac{4}{5}q \\ -q + \frac{20}{100}q = -\frac{80}{100}q = -\frac{4}{5}q \\ r \\ F_2 \end{cases}$$

$$\frac{F_2 = \frac{k \times \frac{4}{5}q \times \frac{4}{5}q}{r^2}}{F_1 = \frac{k q q}{r^2}} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{64}{100}$$

(ب)

$$\frac{F_2}{F_1} \times 100 = \frac{64}{100} \times 100 = 64\%$$

(ج)

$$\frac{\Delta F}{F_1} \times 100 = \frac{F_2 - F_1}{F_1} \times 100 = \frac{\frac{64}{100}F_1 - F_1}{F_1} \times 100 = \frac{-\frac{36}{100}F_1}{F_1} \times 100 = -36\%$$

۳۶ درصد کاهش یافته است.

$$\text{حالت اول} \begin{cases} q_1 \\ q_2 \\ r \\ F_1 = F \end{cases} \quad \text{حالت دوم} \begin{cases} 2q_1 \\ -\frac{1}{2}q_2 \\ r \\ F_2 = xF \end{cases}$$

$$\left[ \begin{array}{l} x \\ F_2 = \frac{k \times 2q_1 \times \frac{1}{2}q_2}{r^2} \\ F_1 = \frac{k q_1 \times q_2}{r^2} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{x}{1} = \frac{k \times 2q_1 \times \frac{1}{2}q_2 \times F_1}{F_2 \times k q_1 \times q_2} \Rightarrow x = \frac{1 \times 2}{1} = 16$$

۷۲

۷۳ یکدیگر را جذب می‌کنند.

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 6}{3^2} = 24 \times 10^9 \text{ N}$$

اندازه نیرو:

$$q = -4 \mu\text{C} = -4 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q = -ne \Rightarrow 4 \times 10^{-6} \text{ C} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \Rightarrow n = \frac{4 \times 10^{-6}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\frac{4 \times 10^{13}}{1.6} = 4 \times 0.625 \times 10^{13} = 2.5 \times 10^{13}$$

۷۴

۷۵

الف) آونگ به سمت کره جذب می شود.

ب) کره به روش تماس دارای بار مثبت شده و با آونگ یکدیگر را دفع می کنند.

۷۶

الف) چرا که درون جسمی رسانا هستند که بار الکتریکی روی سطح آنها توزیع می شود و به داخل نفوذ نمی کند.

ب) میله رسانا رعد و برق را جذب کرده و از طریق سیم رسانا به زمین منتقل می کند.

۷۷

الف) انرژی الکتریکی و بار

ب) دی الکتریک

ج) ولتاژ - خیلی زیاد

د) میدان

۷۸

الف) تماس

ب) صفر

ج) در سطح

د) غیر یکنواخت



۲۰

۱

۲

۳

۴

