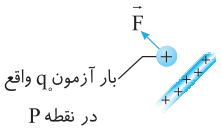
فصل ۱ الکتریسیتهٔ ساکن

بخش دوم: میدان الکتریکی

تعریف در فضای اطراف هر بار الکتریکی خاصیتی وجود دارد که در آن بر اجسام دیگر نیرو وارد می‌شود. این خاصیت فضا را میدان الکتریکی می‌گویند.

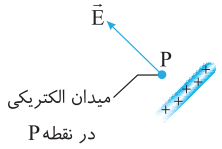
۱ میدان الکتریکی، **کمیتی برداری** است و یکای آن در SI **نیوتون بر کولن** (N/C) است. در واقع میدان الکتریکی هم جهت و هم اندازه دارد.



۲ میدان الکتریکی از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q_0}$$

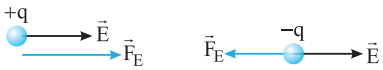
۳ جهت میدان مطابق شکل‌های روبه‌رو در جهت نیروی وارد بر بار مثبت است.



راستی q_0 بار مثبت بسیار کوچکی، اونقدر کوچک که وقتی توی میدان الکتریکی قرار بگیره آرایش بارهای ایجادکنندهٔ میدان رو تغییر نده. به q_0 بار آزمون می‌گن.

راستی به بار مثبت در جهت میدان و به بار منفی در خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌شه یعنی اگه جهت یه میدان به سمت راست باشه به بار مثبت داخل اون میدان، نیرو به سمت راست و به بار منفی داخل اون میدان، نیرو به سمت چپ، وارد می‌شه.

در هر دو شکل برای اندازهٔ میدان الکتریکی رابطهٔ $|E|=\frac{|F|}{|q|}$ را داریم.



تست ۱ بر یک الکترون در یک میدان الکتریکی نیروی $10^{-16}N$ رو به شرق وارد می‌شود. بزرگی میدان الکتریکی در محل الکترون چند نیوتون بر کولن و در کدام جهت است؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$

۱) $600N/C$، غرب ۲) $625N/C$، غرب ۳) $600N/C$، شرق ۴) $625N/C$، شرق

پاسخ الکترون درون میدان الکتریکی قرار گرفته است بنابراین:

$$E=\frac{F}{|q|}\xrightarrow{q=-ne=-1\times1/6\times10^{-19}}E=\frac{10^{-16}}{|-1/6\times10^{-19}|}=\frac{10^{-16}}{1/6\times10^{-19}}=\frac{10^{3}}{1/6}=\frac{10^{4}}{16}=625N/C$$

بار الکترون منفی است و بر آن در میدان الکتریکی نیرویی در خلاف جهت میدان وارد می‌شود. نیروی الکتریکی به سمت شرق بوده بنابراین میدان الکتریکی به سمت غرب است.

گزینهٔ ۲

میدان الکتریکی حاصل از یک ذرهٔ باردار

گفتیم در اطراف هر بار خاصیتی وجود دارد که به بارهای دیگر نیرو وارد می‌کند و آن را میدان الکتریکی نامیدیم. بنابراین اگر یک ذرهٔ باردار با بار q_1 داشته باشیم در اطرافش میدان الکتریکی وجود دارد که به کمک قانون کولن و تعریف میدان الکتریکی می‌توانیم مقدار میدان بار الکتریکی این ذره را به‌دست آوریم.

$$E=\frac{F}{q_0}\xrightarrow{F=k\frac{qq_0}{r^2}}E=\frac{\frac{kqq_0}{r^2}}{q_0}\Rightarrow E=\frac{kq}{r^2}$$

راستی اگه بار q مثبت باشه، جهت میدان الکتریکی به سمت خارج بار q می‌شه و اگر بار q منفی باشه جهت میدان الکتریکی به سمت بار q می‌شه.

راستی دقت کنید که q در رابطهٔ $\frac{kq}{r^2}$ باری است که میدان را ایجاد کرده و در رابطهٔ $\frac{F}{q}$ باری است که درون میدان قرار گرفته.

تست ۲ میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی $۲۰\mu C$ در فاصلهٔ $۱m$ از آن چند نیوتون بر کولن است؟ $(k=۹\times۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)$ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۲×۱۰^۳ ۲) ۲×۱۰^۶ ۳) $۱/۸\times۱۰^۴$ ۴) $۱/۸\times۱۰^۵$

پاسخ میدان حاصل از بار مثبت $۲۰\mu C$ در فاصلهٔ $۱m$ از آن خواسته شده بنابراین:

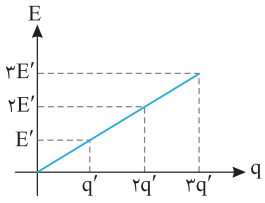
$$E=k\frac{|q|}{r^۲}\Rightarrow E=۹\times۱۰^۹\times\frac{۲۰\times۱۰^{-۶}}{۱^۲}=۱۸۰\times۱۰^۳=۱/۸\times۱۰^۵ N/C$$

گزینهٔ ۴

تست‌های مشابه: تست‌های ۱۲۵ تا ۱۳۲

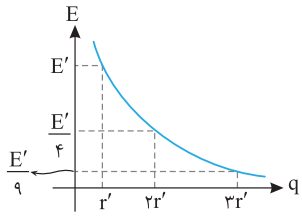
نکته میدان الکتریکی حاصل از بار q با **مجذور فاصله از بار نسبت وارون** و با **اندازهٔ بار نسبت مستقیم** دارد، یعنی

۱) اگر میدان حاصل از ذرهٔ بارداری در فاصله r از آن خواسته شود و چنانچه بار ذره در حال افزایش باشد خواهیم داشت:



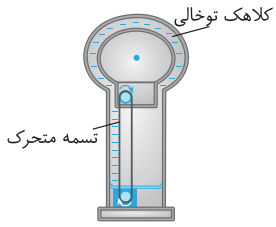
$$\frac{E_۲}{E_۱}=\frac{k\frac{|q_۲|}{r^۲}}{k\frac{|q_۱|}{r^۲}}=|\frac{q_۲}{q_۱}|$$

۲) اگر بار الکتریکی ذره ثابت باشد و از بار الکتریکی دور شویم، با ثابت بودن بار، میدان که با مجذور (توان دو) فاصله نسبت وارون دارد، کاهش می‌یابد و می‌توان نوشت:

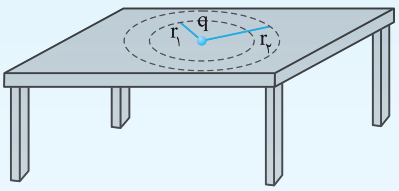


$$\frac{E_۲}{E_۱}=\frac{k\frac{|q|}{r_۲^۲}}{k\frac{|q|}{r_۱^۲}}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$

راستی مولد وان دو گراف به‌وسیله‌ای که با استفاده از تسمه‌های متحرک، بار الکتریکی زیاد، روی یک کلاهک توخالی فلزی جمع می‌کند و اگر میدان در اطراف وان دو گراف را از شما بخواهند کل بار کلاهک را توی مرکزش فرض کنید و فاصلهٔ نقطهٔ مورد نظر را از مرکز کلاهک در رابطهٔ $E=k\frac{q}{r^۲}$ قرار بدید.



تست ۳ مطابق شکل ذرهٔ بارداری روی میزی قرار دارد. اگر بزرگی میدان روی محیط دایرهٔ (۱)، ۳×۱۰^۷ نیوتون بر کولن از بزرگی میدان روی محیط دایرهٔ (۲) بیشتر باشد، اندازهٔ بار q چند میکروکولن است؟ $(k=۹\times۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)$ $r_۱=۳cm, r_۲=۶cm$



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

پاسخ مقدار بار ثابت اما فاصلهٔ دو نقطه به ترتیب $r_۱$ و $r_۲$ است:

$$\frac{E_۱}{E_۲}=\frac{k\frac{|q|}{r_۱^۲}}{k\frac{|q|}{r_۲^۲}}=(\frac{r_۲}{r_۱})^۲\xrightarrow{r_۲=۲r_۱}E_۱=۴E_۲$$

با توجه به صورت سؤال می‌توان نوشت: $E_۱=۳\times۱۰^۷+E_۲\xrightarrow{E_۱=۴E_۲}۴E_۲=۳\times۱۰^۷+E_۲\Rightarrow۳E_۲=۳\times۱۰^۷\Rightarrow E_۲=۱۰^۷ N/C$

$E_۲$ برابر میدان حاصل از بار q در فاصلهٔ $r_۲=۶cm$ از آن است، از این‌رو:

$$E_۲=k\frac{|q|}{r_۲^۲}\Rightarrow۱۰^۷=۹\times۱۰^۹\times\frac{|q|}{۳۶\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow|q|=\frac{۱۰^۷\times۳۶\times۱۰^{-۴}}{۹\times۱۰^۹}=۴\times۱۰^{-۶}C=۴\mu C$$

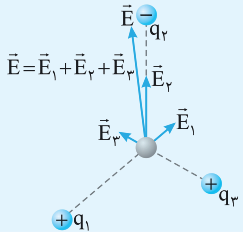
گزینهٔ ۲

تست‌های مشابه: تست‌های ۱۳۳ تا ۱۳۶

برایند میدان‌های الکتریکی

تعریف **میدان الکتریکی ناشی از چند بار الکتریکی در نقطه‌ای از فضا، برابر مجموع میدان‌هایی است که هر بار در نبود سایر بارها در آن نقطه از فضا ایجاد می‌کند.**

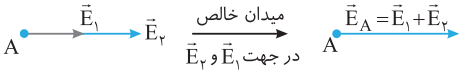
$$\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2+\vec{E}_3$$



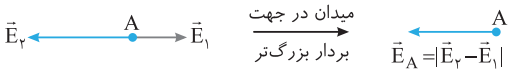
میدان الکتریکی $\vec{E}$ در محل بار آزمون، جمع برداری میدان‌های $\vec{E}_1$، $\vec{E}_2$ و $\vec{E}_3$ در محل این بار است.

راستی سه حالت خاص برایند حاصل از دو ذرهٔ باردار در یک نقطه رو که باید بلد باشید:

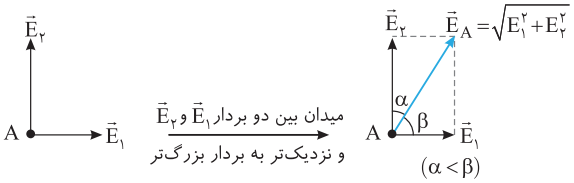
۱) اگه دو میدان هم‌جهت باشن:



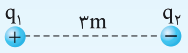
۲) اگه دو میدان خلاف جهت هم باشن:



۳) اگه دو میدان عمود بر هم باشن:



تست ٤ **مطابق شکل دو ذره با بارهای $q_1=4\mu C$ و $q_2=-6\mu C$ در فاصلهٔ $3m$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. اندازهٔ میدان الکتریکی خالص روی خط واصل دو بار و به فاصلهٔ $3m$ از بار q_1 و $6m$ از بار q_2 چند نیوتون بر کولن است؟ $(k=9\times10^9 N.m^2/C^2)$**

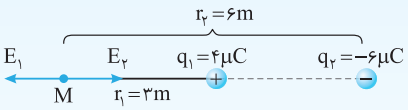


از کتاب درسی

۱) ۲۵۰۰ ۲) ۵۵۰۰ ۳) ۴۰۰۰ ۴) ۶۰۰۰

پاسخ ۱) ابتدا نقطه‌ای که میدان خالص در آن خواسته شده را مشخص می‌کنیم.

۲) میدان بار $+4\mu C$ به سمت خارج بار است یعنی در محل خواسته شده، به سمت چپ است و میدان بار $-6\mu C$ به سمت بار است یعنی در محل خواسته شده به سمت راست است و اندازهٔ هر میدان برابر است با:



$$E_1=k\frac{|q_1|}{r_1^2}=9\times10^9\times\frac{4\times10^{-6}}{9}=4000N/C\ ,\ E_2=k\frac{|q_2|}{r_2^2}=9\times10^9\times\frac{6\times10^{-6}}{36}=1500N/C$$

۳) جهت میدان‌ها در خلاف جهت هم است و برای به‌دست آوردن میدان برایند، اندازهٔ دو میدان را از هم کم می‌کنیم:

$$E_M=E_1-E_2=4000-1500=2500N/C$$

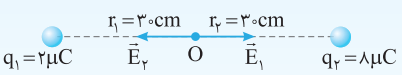
گزینهٔ ۱

تست‌های مشابه: تست‌های ۱۳۹ تا ۱۴۴

تست ۵ **دو بار الکتریکی $q_1=2\mu C$ و $q_2=8\mu C$ در فاصلهٔ $60cm$ از هم قرار دارند. اگر فاصلهٔ دو بار را از هم نصف کنیم، میدان خالص در وسط خط واصل بین دو بار چند برابر می‌شود؟**

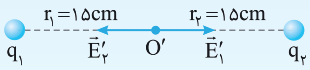
۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) $\frac{1}{2}$

پاسخ **راه‌حل اول:** برای حالت اول میدان خالص را در وسط بین دو بار به‌دست می‌آوریم:



$$\begin{cases} E_1=k\frac{|q_1|}{r_1^2}\Rightarrow E_1=9\times10^9\times\frac{2\times10^{-6}}{900\times10^{-4}}=2\times10^5N/C \\ E_2=k\frac{|q_2|}{r_2^2}\Rightarrow E_2=9\times10^9\times\frac{8\times10^{-6}}{900\times10^{-4}}=8\times10^5N/C \end{cases} \xrightarrow[\text{خلاف جهت هم‌اند}]{\text{دو میدان } E_2 \text{ و } E_1} E_O=E_2-E_1=8\times10^5-2\times10^5=6\times10^5N/C$$

برای حالت دوم نیز داریم:



$$E'_1 = k\frac{|q_1|}{r'^2_1} \Rightarrow E'_1 = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{۲\times۱۰^{-۶}}{۲۲۵\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow E'_1 = ۸\times۱۰^۵ N/C$$

$$E'_2 = k\frac{|q_2|}{r'^2_2} \Rightarrow E'_2 = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{۸\times۱۰^{-۶}}{۲۲۵\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow E'_2 = ۳۲\times۱۰^۵ N/C$$

$$\xrightarrow[\text{جهت هم‌اند}]{\text{دو بردار خلاف}} E_{O'} = E'_2 - E'_1 = ۳۲\times۱۰^۵ - ۸\times۱۰^۵ = ۲۴\times۱۰^۵ N/C$$

بنابراین $\frac{E_{O'}}{E_O} = ۴$ است.

راه‌حل دوم: وقتی فاصله از یک بار الکتریکی نصف شود، میدان الکتریکی بار در آن نقطه چهار برابر می‌شود. چرا؟ زیرا میدان الکتریکی بار نقطه‌ای با توجه به رابطهٔ $E = k\frac{q}{r^۲}$ با توان دوم فاصله نسبت وارون دارد. بنابراین میدان از حاصل از هر بار با نصف شدن فاصله چهار برابر می‌شود.

$$\vec{E}'_{کل} = \vec{E}'_1 + \vec{E}'_2 \xrightarrow{\vec{E}'_1 = ۴\vec{E}_1 \text{ و } \vec{E}'_2 = ۴\vec{E}_2} \vec{E}'_{کل} = ۴\vec{E}_1 + ۴\vec{E}_2 \Rightarrow \vec{E}'_{کل} = ۴\underbrace{(\vec{E}_1 + \vec{E}_2)}_{E_{کل}} \Rightarrow \vec{E}'_{کل} = ۴\vec{E}_{کل}$$

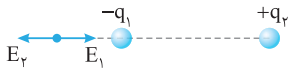
گزینهٔ ۳ ✓

تست‌های مشابه: تست‌های ۱۴۵ تا ۱۴۸

نکته ۱ جهت میدان الکتریکی **دو بار همنام** در نقطه‌ای **بین دو بار و در خلاف جهت هم و خارج از دو بار هم‌جهت** است.

بنابراین ← میدان خالص حاصل از دو بار همنام و نامساوی بین دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر می‌تواند صفر باشد.

۲ جهت میدان الکتریکی **دو بار ناهمنام** در نقطه‌ای **بین دو بار هم‌جهت و خارج از دو بار در خلاف جهت هم** است.



بنابراین ← میدان خالص حاصل از دو بار ناهمنام و نامساوی خارج از خط واصل دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر می‌تواند صفر باشد.

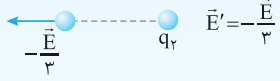
راستی منظور از بار کوچک‌تر باری است که مقدار کمتری دارد مثلاً مقدار بار $+۲\mu C$ از مقدار بار $-۱۰\mu C$ کمتره.

تست ۶ **میدان الکتریکی دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در نقطهٔ M وسط خط واصل دو بار برابر E است. اگر بار q_1 را حذف کنیم، میدان الکتریکی در نقطهٔ M برابر $-\frac{\vec{E}}{۳}$ می‌شود. حاصل q_2/q_1 را بیابید.**

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $-\frac{۱}{۳}$ ۴) $-\frac{۱}{۴}$

پاسخ با هم فکر می‌کنیم. برایند دو بردار $\vec{A}$ و $\vec{B}$ یعنی $\vec{A}+\vec{B}$، بنابراین برایند دو میدان الکتریکی $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ برابر $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ است.

با حذف بار q_1 میدان در نقطهٔ M، میدان ناشی از بار q_2 یعنی $\vec{E}_2$ باقی می‌ماند که با فرض مسئله این میدان برابر $\vec{E}_2 = -\frac{\vec{E}}{۳}$ است بنابراین می‌توان نوشت:



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \xrightarrow{\vec{E}_2 = -\frac{\vec{E}}{۳}} \vec{E} = \vec{E}_1 + (-\frac{\vec{E}}{۳}) \Rightarrow \vec{E}_1 = \frac{۴\vec{E}}{۳}$$

به $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ نگاه کنید، میدان‌های آن در خلاف جهت هم است. در این صورت بارهای q_1 و q_2 همنام‌اند. بزرگی میدان $\vec{E}_1$، ۴ برابر بزرگی میدان E_2 است بنابراین بار q_1 چهار برابر بار q_2 است. (نقطهٔ M در وسط خط واصل دو بار است.)

$$\frac{|\vec{E}_2|}{|\vec{E}_1|} = \frac{q_2}{q_1} \Rightarrow \frac{\frac{\vec{E}}{۳}}{\frac{۴\vec{E}}{۳}} = \frac{۱}{۴}$$

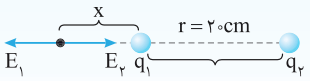
گزینهٔ ۱ ✓

تست‌های مشابه: تست‌های ۱۴۹ تا ۱۵۷

تست ۷ دو بار نقطه‌ای $q_1=1\mu C$ و $q_2=-9\mu C$ در فاصلهٔ $20cm$ از هم قرار دارند. در چه نقطه‌ای میدان الکتریکی صفر می‌شود؟

۱) در فاصله $10cm$ از بار q_2 و بین دو بار
۲) در فاصله $10cm$ از بار q_1 و خارج از دو بار
۳) در فاصله $40cm$ از بار q_2 و خارج از دو بار
۴) درفاصله $30cm$ از بار q_1 و خارج از دو بار

پاسخ دو بار ناهمنام‌اند بنابراین میدان الکتریکی خالص خارج از دو بار و نزدیک به بار با مقدار کوچک‌تر (q_1) صفر می‌شود. بردارهای میدان‌ها را در نقطه‌ای خارج از خط واصل دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر رسم می‌کنیم، برای اینکه میدان خالص در نقطهٔ A صفر شود باید اندازهٔ میدان‌ها در نقطهٔ موردنظر یکی باشد.



$$E_1=E_2\Rightarrow k\frac{q_1}{x^2}=k\frac{q_2}{(r+x)^2}\Rightarrow\frac{1}{x^2}=\frac{9}{(20+x)^2}$$

$$\frac{1}{x}=\frac{3}{20+x}\Rightarrow 3x=20+x\Rightarrow x=10cm$$

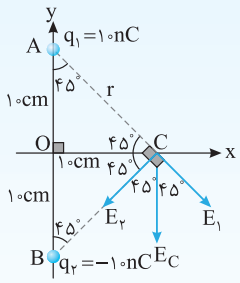
گزینهٔ ۲

تست‌های مشابه: تست‌های ۱۵۱ تا ۱۶۶

تست ۸ دو بار الکتریکی $q_1=10nC$ در نقطهٔ $A(0,10cm)$ و $q_2=-10nC$ در نقطهٔ $B(0,-10cm)$ قرار دارند، بزرگی میدان در نقطهٔ $C(10cm,0)$ چند نیوتون بر کولن و جهت میدان کدام است؟

۱) صفر
۲) 18×10^3، سوی منفی محور yها
۳) $\frac{9\sqrt{2}}{2}\times10^3$، سوی مثبت محور yها
۴) $\frac{9\sqrt{2}}{2}\times10^3$، سوی منفی محور yها

پاسخ شکل مسأله را رسم می‌کنیم. مثلث‌های OAC و OBC متساوی‌الساقین و قائم‌الزاویه هستند. بنابراین میدان‌های E_1 و E_2 در نقطه C بر هم عمودند. از طرفی اندازه این دو میدان در نقطه C با هم برابر است.



$$r=\sqrt{(10^{-1})^2+(10^{-1})^2}=\sqrt{2}\times10^{-1}m$$

$$E_1=E_2=E=k\frac{q}{r^2}\Rightarrow E=9\times10^9\times\frac{10\times10^{-9}}{2\times10^{-2}}\Rightarrow E=\frac{9}{2}\times10^3N/C$$

بزرگی میدان خالص در نقطهٔ C خواهد شد:

$$E_C=\sqrt{E_1^2+E_2^2}=\sqrt{2E_1^2}=\sqrt{2}E_1\Rightarrow E_C=\frac{9\sqrt{2}}{2}\times10^3N/C$$

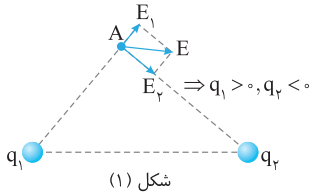
چون E_1 و E_2 هم‌اندازه هم‌اند، جهت E_C روی نیمساز دو بردار E_1 و E_2 یعنی دقیقاً وسط دو بردار E_1 و E_2 است بنابراین E_C به سوی منفی محور yها است.

گزینهٔ ۴

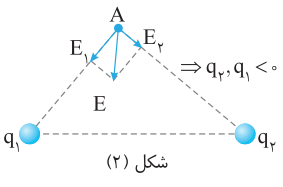
راستی به دو بار الکتریکی نقطه‌ای یکسان و ناهمنام ($+q$ ، $-q$) که در فاصلهٔ معین از هم قرار دارند، دوقطبی الکتریکی می‌گویند.

راستی در سؤال قبل اگر E_1 بزرگ‌تر از E_2 بود میدان خالص به E_1 نزدیک‌تر می‌شد.

با توجه به آنچه در ریاضی پایه هشتم خوانده‌اید، می‌توان هر بردار را روی دو محور تجزیه کرد. به شکل‌های زیر دقت کنید در این شکل‌ها از این ویژگی بردار استفاده کرده‌ایم و به کمک آن بردار E را تجزیه کرده و جهت هر بردار E_1 و E_2 را مشخص کرده‌ایم و علامت هر بار مشخص شده است.



شکل (۱)

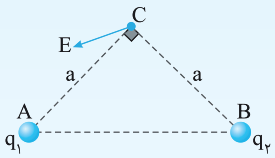


شکل (۲)

میدان E_1 ناشی از بار q_1 به محل A به سوی خارج بار است، در نتیجه بار q_1 مثبت است. اما میدان E_2 ناشی از بار q_2 در محل A رو به بار است پس بار q_2 منفی است. فاصلهٔ بار q_1 و q_2 از نقطهٔ A یکسان است اما E_2 بزرگ‌تر از E_1 است بنابراین بار q_2 از q_1 بیشتر است $|q_2|>|q_1|$.

میدان E_1 ناشی از بار q_1 در نقطهٔ A به سوی بار q_1 است و در نتیجه بار q_1 منفی است. میدان E_2 ناشی از بار q_2 در نقطهٔ A نیز به سمت بار q_2 است، بنابراین بار q_2 نیز منفی است، بردار E_1 بزرگ‌تر از بردار E_2 است از این‌رو $|q_2|<|q_1|$.

تست ۹ در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی خالص (برایند) دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطهٔ C رسم شده است. کدام گزینه دربارهٔ q_1 و q_2 درست است؟



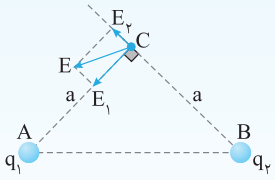
۱) $|q_1|>|q_2|$، q_1 منفی، q_2 مثبت

۲) $|q_1|>|q_2|$، q_1 مثبت، q_2 منفی

۳) $|q_1|<|q_2|$، q_1 منفی، q_2 مثبت

۴) $|q_1|<|q_2|$، q_1 مثبت، q_2 منفی

پاسخ میدان الکتریکی یک بار الکتریکی نقطه‌ای در یک نقطه در امتداد خط مستقیم بین آن نقطه و بار است. یعنی میدان بار q_1 در امتداد خط AC و میدان بار q_2 در امتداد خط BC است و E برایند (حاصل جمع) این دو بردار است، بنابراین E را با توجه به آن‌چه در ریاضیات هشتم دربارهٔ تجزیه بردار خوانده‌ایم در امتداد AC و BC تجزیه می‌کنیم. از شکل مشخص است که میدان E_1 بزرگ‌تر است. بنابراین بار q_1 از بار q_2 بزرگ‌تر است $|q_1|>|q_2|$.

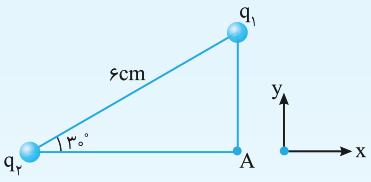


دقت کنید که فاصلهٔ بارهای q_1 و q_2 از نقطه C با هم برابر است. با توجه به جهت میدان E_1 و E_2 بار q_1 منفی و بار q_2 مثبت است.

گزینهٔ ۱

تست‌های مشابه: تست‌های ۶۹ تا ۱۰۱

تست ۱۰ در شکل مقابل بردار برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطهٔ A در SI به صورت $\vec{E}=(3\times10^5\vec{i}+3\times10^5\vec{j})$ است. حاصل q_1/q_2 کدام است؟



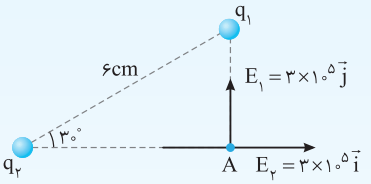
۱) $\frac{1}{2}$

۲) $-\frac{1}{2}$

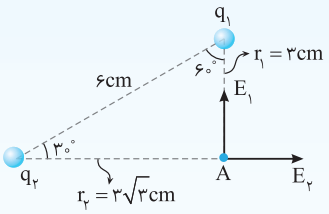
۳) $\frac{1}{3}$

۴) $\frac{-1}{3}$

پاسخ ابتدا بردار $\vec{E}$ داده شده در نقطهٔ A را رسم کرده و مشخص می‌کنیم که هر مؤلفه بردار $\vec{E}$ به‌واسطهٔ میدان حاصل از کدام بار به‌وجود آمده است، میدان E_1 در نقطهٔ A به سمت بار q_1 است بنابراین بار q_1 منفی است و میدان بار q_2 در نقطهٔ A به سمت خارج بار بوده یعنی بار q_2 مثبت است. همچنین می‌دانیم ضلع روبه‌رو به زاویهٔ ۳۰° نصف وتر و ضلع روبه‌رو به زاویهٔ ۶۰°، $\frac{\sqrt{3}}{2}$ وتر است، پس فاصلهٔ هر دو بار تا نقطهٔ A را به‌دست می‌آوریم.



$$(r_1=\frac{6}{2}=3cm \text{ و } r_2=\frac{\sqrt{3}}{2}\times6=3\sqrt{3}cm)$$

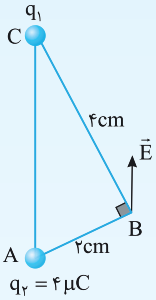


$$\begin{cases}E_1=k\frac{|q_1|}{r_1^2}\\E_2=k\frac{|q_2|}{r_2^2}\end{cases}\xrightarrow{E_1=E_2=3\times10^5}k\frac{|q_1|}{9\times10^{-4}}=k\frac{|q_2|}{27\times10^{-4}}\Rightarrow\frac{|q_1|}{|q_2|}=\frac{9\times10^{-4}}{27\times10^{-4}}=\frac{1}{3}\xrightarrow{q_2>0,q_1<0}\frac{q_1}{q_2}=-\frac{1}{3}$$

گزینهٔ ۴

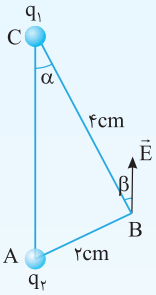
تست‌های مشابه: تست‌های ۱۰۲ تا ۱۱۰

تست ۱۱ مطابق شکل دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در دو رأس یک مثلث قائم‌الزاویه واقع‌اند. میدان الکتریکی حاصل از آن‌ها در رأس B مثلث، مطابق بردار $\vec{E}$ و به موازات خط واصل دو بار q_1 و q_2 است. اندازهٔ میدان $\vec{E}$ چند نیوتون بر کولن است؟ $(k=9\times10^9\,N.m^2/C^2)$ تجربی - ۹۶



۱) 9×10^7
۲) $9\sqrt{2}\times10^7$
۳) $9\sqrt{5}\times10^7$
۴) $9\sqrt{7}\times10^7$

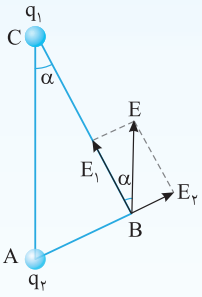
پاسخ بردار میدان خالص $\vec{E}$ با خط واصل دو بار q_1 و q_2 موازی است پس با توجه به خطوط موازی و مورب داریم:

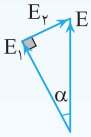


$$\begin{cases}\vec{E}\,||\,AC\\ BC\ \text{مورب}\end{cases}\Rightarrow\alpha=\beta$$

حال بردار $\vec{E}$ را در راستای میدان‌های حاصل از q_1 و q_2 در نقطهٔ B تجزیه می‌کنیم تا متوجه شویم بردار E حاصل از میدان‌های E_1 و E_2 بوده که دو بار q_1 و q_2 در نقطهٔ B ایجاد کرده‌اند.

در تجزیه بردار $\vec{E}$ و با توجه به مثلث ایجاد شده و اطلاعات مسئله، می‌توانیم $E_2\,(k\frac{q_2}{AB^2})$ را به‌دست آورده و





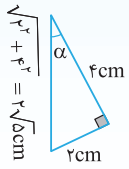
سپس اندازهٔ E (وتر مثلث) را به‌دست آوریم.

$$E_2=k\frac{q_2}{AB^2}\Rightarrow E_2=9\times10^9\times\frac{4\times10^{-6}}{4\times10^{-4}}=9\times10^7\,N/C$$

$$\sin\alpha=\frac{\text{ضلع روبه‌رو}}{\text{وتر}}=\frac{E_2}{E}\Rightarrow\sin\alpha=\frac{9\times10^7}{E}\quad(I)$$

حال با توجه به مثلث قائم‌الزاویه داده‌شده $\sin\alpha$ را به‌دست می‌آوریم: (II)

$$\sin\alpha=\frac{\text{ضلع روبه‌رو}}{\text{وتر}}=\frac{2}{2\sqrt{5}}=\frac{1}{\sqrt{5}}$$



با توجه به دو معادلهٔ (I) و (II) داریم:

$$I:\sin\alpha=\frac{9\times10^7}{E}\quad II:\sin\alpha=\frac{1}{\sqrt{5}}\Rightarrow\frac{9\times10^7}{E}=\frac{1}{\sqrt{5}}\Rightarrow E=9\sqrt{5}\times10^7\,N/C$$

گزینهٔ ۳

تست‌های مشابه: تست‌های ۱۰۱ تا ۱۰۵

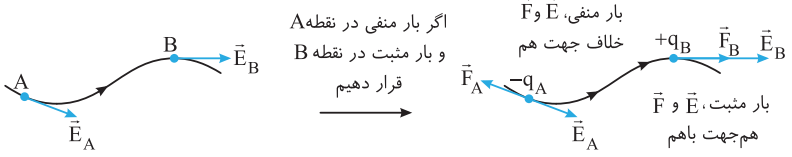
خطوط میدان الکتریکی

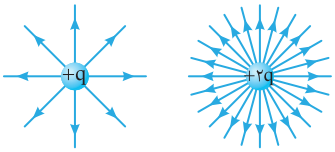
برای نمایش میدان الکتریکی در ناحیه‌ای از فضا، از **خط‌هایی فرضی** به نام **خطوط میدان** استفاده می‌شود:

۱ سوی خطوط میدان هم‌جهت با نیروی وارد بر بار مثبت آزمون است و خطوط میدان از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شود (به خطوط میدان شکل الف و ب با دقت نگاه کنید)

۲ در هر نقطه، بردار میدان الکتریکی بر خط میدان مماس بوده و جهت بردار میدان الکتریکی هم‌سو با خط‌های میدان الکتریکی است:

راستی به شکل‌های زیر دقت کنید. هم‌جهت میدان رو در نقاط A و B رسم کردیم و هم‌جهت نیروی وارد بر بار مثبت و بار منفی در این نقاط رو نشون دادیم تا بهتر متوجه بشین.





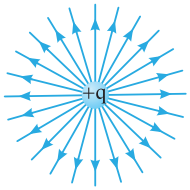
۳ هرچه تراکم خطوط در ناحیه‌ای بیشتر باشد، میدان در آن ناحیه قوی‌تر است:
مثلاً می‌دانیم اندازهٔ میدان با اندازهٔ بار متناسب است، پس هرچه بار بیشتر باشد میدان اطراف بار بزرگ‌تر و تعداد خطوط اطراف بار بیشتر است.

راستی همونطور که در دو تا شکل بالا می‌بینید خطهای میدان در نزدیکی یک بار نقطه‌ای در امتداد شعاع دایره‌ای هستن که مرکزش اون بار الکتریکیه. اصطلاحاً می‌گن میدان شعاعیه.

۴ خطهای میدان الکتریکی یکدیگر را قطع نمی‌کنند، در واقع بردار میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا منحصر به فرد است.

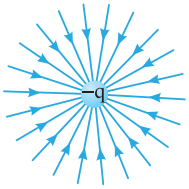
مثال‌هایی از رسم خطهای میدان الکتریکی:

الف) خطهای میدان الکتریکی در جهت دور شدن از ذرهٔ باردار $+q$ است.



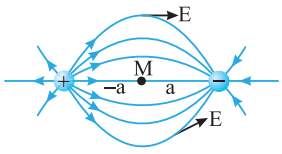
شکل (الف)

ب) خطهای میدان الکتریکی به سمت ذرهٔ باردار $-q$ است.



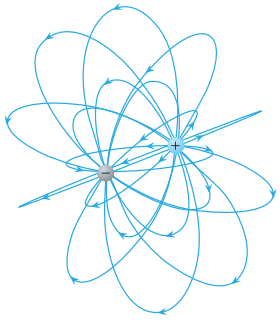
شکل (ب)

پ) خطهای میدان الکتریکی دو قطبی الکتریکی



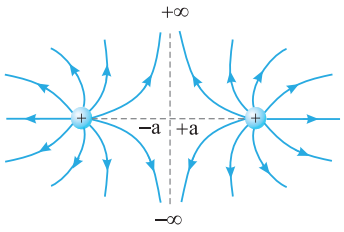
شکل (پ)

ت) نمایش سه‌بعدی خطوط میدان برای یک دو قطبی الکتریکی



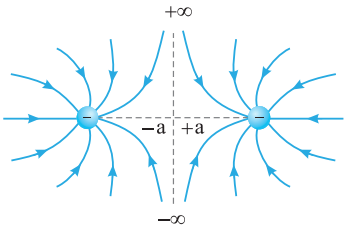
شکل (ت)

ث) خطهای میدان الکتریکی اطراف دو بار مثبت یکسان



شکل (ث)

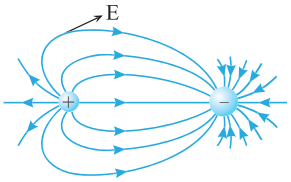
ج) خطهای میدان الکتریکی اطراف دو بار منفی یکسان



شکل (ج)

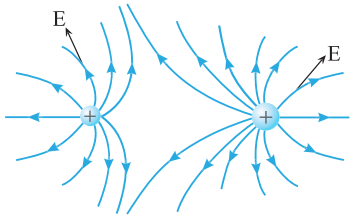
نکته شکل‌های (چ) و (ح): خطوط میدان بارهای نامساوی

۱ در شکل (چ) بار سمت راست منفی و بار سمت چپ مثبت است، زیرا خطوط از بار سمت چپ خارج شده و به بار سمت راست وارد شده‌اند و بار سمت راست از نظر مقدار از بار سمت چپ بزرگ‌تر است، زیرا خطهای میدان آن بیشتر است.

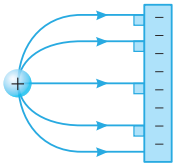


شکل (چ)

۲ در شکل (ح) هر دو بار مثبت‌اند زیرا خطوط از هر دو ذره خارج شده و بار سمت چپ از بار سمت راست کوچک‌تر است، زیرا خطهای میدان آن کمتر و تراکم خطوط در اطراف آن کمتر است.

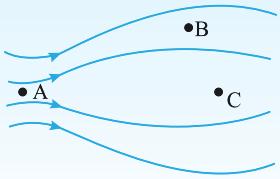


شکل (ح)



راستی خطوط میدان بر سطح رسانا عمودند.

تست ۱۲ در شکل روبه‌رو تعدادی از خط‌های یک میدان الکتریکی در ناحیه‌ای از فضا رسم شده است. کدام گزینه دربارهٔ میدان الکتریکی در نقاط A، B و C درست است؟



۱) $E_A < E_B = E_C$
۲) $E_A > E_C > E_B$
۳) $E_A > E_B > E_C$
۴) $E_A > E_B = E_C$

پاسخ به‌ترتیب در نقطه‌های A، B و C تراکم خط‌های میدان در حال کاهش است، بنابراین $E_A > E_B > E_C$ است.

گزینهٔ ۳

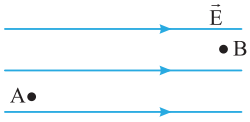
تست‌های مشابه: تست‌های ۱۹۴ تا ۱۹۵

میدان الکتریکی یکنواخت

هرگاه در ناحیه‌ای از فضا **جهت و اندازه** میدان ثابت باشد، میدان الکتریکی یکنواخت است.

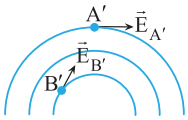
۱ خط‌های میدان الکتریکی یکنواخت را **موازی و با فاصله‌های یکسان** از هم رسم می‌کنند.

الف) میدان یکنواخت



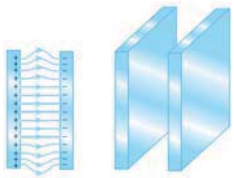
$\vec{E}_A = \vec{E}_B = \vec{E}$

ب) میدان غیریکنواخت



$|\vec{E}_{A'}| = |\vec{E}_{B'}|, \vec{E}_{A'} \neq \vec{E}_{B'}$

راستی برای ایجاد میدان الکتریکی یکنواخت از دو صفحهٔ رسانای موازی با بارهای ناهمنام و مقدار یکسان استفاده می‌کنند، مثل شکل روبه‌رو:



۲ در تمام نقاط میدان الکتریکی یکنواخت، نیرویی که به بار q وارد می‌شود **یکسان** است.

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow F_{\text{ثابت}} = E_{\text{ثابت}} q_{\text{ثابت}}$$

راستی جهت نیروی وارد بر بار داخل میدان الکتریکی هم با توجه به علامت بار مشخص می‌شه یعنی:

- اگه بار مثبت باشه، $\vec{F}$ و $\vec{E}$ هم‌جهت هم‌اند.
- اگه بار منفی باشه، $\vec{F}$ و $\vec{E}$ خلاف جهت هم‌اند.

تست ۱۳ بردار میدان یکنواختی در SI به‌صورت $\vec{E} = 2\times10^5\vec{i} - 4\times10^5\vec{j}$ است، بردار نیروی وارد بر ذرهٔ $-4\mu C$ در این میدان در SI به کدام صورت است؟

۱) $\vec{F} = 0/8\vec{i} - 1/6\vec{j}$
۲) $\vec{F} = -0/8\vec{i} + 1/6\vec{j}$
۳) $\vec{F} = 0/4\vec{i} - 0/8\vec{j}$
۴) $\vec{F} = -0/4\vec{i} + 0/8\vec{j}$

پاسخ نیروی وارد بر ذره‌ای درون میدان الکتریکی خواسته شده است:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Rightarrow \vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow \vec{F} = \underbrace{-4\times10^{-6}}(2\times10^5\vec{i} - 4\times10^5\vec{j}) \Rightarrow \vec{F} = -0/8\vec{i} + 1/6\vec{j}$$

گزینهٔ ۲

تست‌های مشابه: تست‌های ۱۹۶ تا ۲۰۱

تست ۱۴ ذره‌ای به جرم ۲ گرم با بار الکتریکی $-10\mu C$ در یک میدان الکتریکی معلق و در تعادل است، اندازهٔ میدان چند نیوتون بر کولن و جهت آن کدام است؟ $(g = 10\,N/kg)$

۱) 10^3، رو به پایین
۲) 2×10^3، رو به بالا
۳) 2×10^3، رو به پایین
۴) 10^3، رو به بالا

پاسخ بر ذره دو نیرو وارد می‌شود: ۱- نیروی وزن $W = mg$، ۲- نیروی الکتریکی $F = |q|E$. این دو نیرو باید برابر و در خلاف جهت هم باشند تا نیروی خالص (برایند) صفر شود و ذره در تعادل باشد.

$$mg = |q|E \Rightarrow 2\times10^{-3}\times10 = 10\times10^{-6}\times E \Rightarrow E = 2\times10^3\,N/C$$

اما بر بار منفی خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌شود. از این‌رو میدان الکتریکی باید رو به پایین باشد.

گزینهٔ ۳

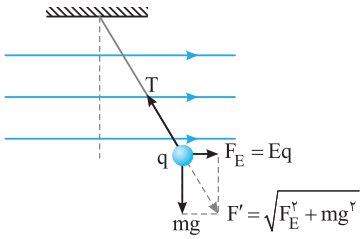
نکته اگر یک ذرهٔ باردار مثبت متصل به نخ را مطابق شکل در میدان قرار دهیم به ذره سه نیرو وارد می‌شود.

۱) نیروی وزن (mg) رو به پایین

۲) نیروی الکتریکی (Eq) که چون بار مثبت است نیرو در جهت خطوط میدان است.

۳) نیروی کشش نخ در امتداد نخ بر ذره وارد می‌شود.

چون گوی در حال تعادل است پس نیروها باید متوازن باشند.



تست ۱۵ گلوله‌ای به وزن $0/6\ N$ و بار الکتریکی $10\ \mu C$ را به انتهای نخی به جرم ناچیز می‌بندیم و آن را در یک میدان الکتریکی یکنواخت و افقی آویزان می‌کنیم. در نتیجهٔ میدان، گلوله منحرف شده و راستای نخ با افق زاویهٔ 45° می‌سازد. اندازهٔ میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن است؟

۱) 3×10^5 ۲) 6×10^4 ۳) 5×10^6 ۴) 3×10^6

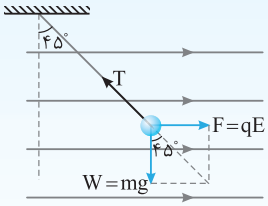
پاسخ سه نیرو بر گلوله وارد می‌شود:

۱) نیروی وزن که توسط کرهٔ زمین بر جسم وارد می‌شود. $W = mg = 0/6N$

۲) نیروی الکتریکی که توسط میدان بر بار وارد می‌شود. $F = qE$

۳) نیرویی که نخ بر گلوله وارد می‌کند و این نیرو در امتداد نخ است (T)

گلوله ساکن است بنابراین باید برایند نیروی F و W در امتداد T و هم‌اندازهٔ T باشد تا نیروی خالص وارد بر گلوله صفر شود. با توجه به شکل می‌توان نوشت:



$$\tan 45^\circ = \frac{F}{W} \Rightarrow 1 = \frac{F}{W} \Rightarrow F = W \Rightarrow Eq = mg \Rightarrow E\times10\times10^{-6} = 0/6 \Rightarrow E = 6\times10^4\ N/C$$

گزینهٔ ۲

تست‌های مشابه: تست‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴

بخش دوم
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

میدان الکتریکی

۱۲۵- میدان الکتریکی چه نوع کمیتی است و یکای آن در SI کدام می‌باشد؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) نرده‌ای، نیوتون بر کولن ۲) برداری، نیوتون بر آمپر ۳) برداری، نیوتون بر کولن ۴) نرده‌ای، نیوتون بر آمپر

۱۲۶- کدام گزینه در مورد میدان الکتریکی صحیح می‌باشد؟

۱) جهت آن همواره به طرف بار الکتریکی ایجاد کنندهٔ میدان است. ۲) در هر نقطه برابر نیروی وارد بر بار الکتریکی منفی واقع در آن نقطه است.

۳) خاصیت فضای اطراف بار الکتریکی است. ۴) در هر نقطه برابر نیروی وارد بر بار الکتریکی مثبت واقع در آن نقطه است.

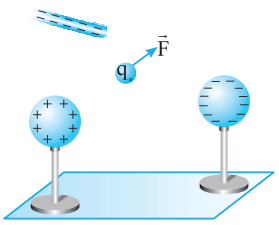
۱۲۷- میدان حاصل از هستهٔ آهن $(_{26}Fe)$ در فاصلهٔ 10^{-10} متری از مرکز هسته چند (kN/C) است؟ $(e = 1/6\times10^{-19}C$ و $k = 9\times10^9\ N.m^2/C^2)$ از کتاب درسی

۱) $3/744\times10^{12}$ ۲) $3/744\times10^9$ ۳) $4/2\times10^{12}$ ۴) $4/2\times10^9$

۱۲۸- ذره‌ای با بار q، میدان الکتریکی ایجاد می‌کند. در نقطهٔ P واقع در $0/36m$ در غرب این ذره، بزرگی میدان برابر با $40N/C$ و جهت آن به سمت غرب است. در نقطه‌ای به فاصلهٔ $0/36m$ واقع در شرق این ذره، اندازه و جهت میدان کدام است؟

۱) $40N/C$، رو به غرب ۲) $40N/C$، رو به شرق ۳) $80N/C$، رو به غرب ۴) $80N/C$، رو به شرق

۱۲۹- بار الکتریکی $-3/2\ \mu C$ در میدان الکتریکی حاصل از دو گوی و یک میلهٔ باردار و به بزرگی $2/5\times10^5\ N/C$ قرار دارد. نیرویی که از طرف میدان بر این بار الکتریکی وارد می‌شود، چند نیوتون است؟



۱) 8×10^5 ۲) $3/2\times10^{-10}$

۳) $3/2\times10^{-11}$ ۴) 8×10^{-1}

۱۳۰- دو بار نقطه‌ای q_1 و $q_2=۶\times۱۰^{-۷}C$ از فاصلهٔ d بر هم نیروی ۳۰۰ نیوتون وارد می‌کنند. اگر بار q_2 خنثی شود، بزرگی میدان الکتریکی در محل این بار چند نیوتون بر کولن خواهد بود؟

۱) ۲×۱۰^{-۹} ۲) ۲×۱۰^{-۵} ۳) ۵×۱۰^{۸} ۴) $۱/۸\times۱۰^{-۴}$

۱۳۱- میدان الکتریکی حاصل از بار q در نقطهٔ A که در فاصلهٔ ۳۰ cm آن قرار دارد، برابر با $۱۰^{۵}N/C$ است. اگر بار q' در نقطهٔ A قرار گیرد، نیرویی برابر با ۰/۰۲N از طرف میدان به آن وارد می‌شود. q و q' به ترتیب از راست به چپ چند میکروکولن است؟ $(k=۹\times۱۰^{۹}Nm^{۲}/C^{۲})$

تجربی - ۹۷

۱) ۱ و ۰/۲ ۲) ۱۰ و ۰/۲ ۳) ۱ و ۰/۵ ۴) ۱۰ و ۰/۵

۱۳۲- بار الکتریکی نقطه‌ای ۶nC در نقطهٔ $A(-۳cm,-۴cm)$ واقع شده است. اندازهٔ میدان الکتریکی این بار در نقطهٔ $B(-۶cm,۲cm)$ چند N/C است؟ $(k=۹\times۱۰^{۹}N.m^{۲}/C^{۲})$

۱) $۱۰^{۵}$ ۲) ۲×۱۰^{۳} ۳) ۳×۱۰^{۴} ۴) $۱/۲\times۱۰^{۴}$

در تست‌های زیر میدان الکتریکی یک بار الکتریکی را در دو حالت مختلف با هم مقایسه می‌کنیم.

۱۳۳- میدان الکتریکی در فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متری از بار q برابر $۱۸N/C$ است. چند سانتی‌متر دیگر از بار فوق دور شویم تا میدان الکتریکی برابر $۸N/C$ شود؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۱۳۴- بزرگی میدان الکتریکی ذره‌ای با بار الکتریکی q در فاصلهٔ d از آن برابر E است. اگر بار $-۳q$ را به ذره اضافه کنیم، اندازهٔ میدان الکتریکی آن در فاصلهٔ $۳d$ از ذره چند برابر E خواهد شد؟

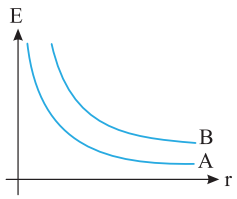
آزمایشی آموزش و پرورش تهران - ۹۰

۱) $\frac{۲}{۹}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) ۱

۱۳۵- اندازهٔ میدان الکتریکی در مکان شمع (۱) در فاصلهٔ ۲ متری از یک وان‌دوگراف، ۲۵۰ نیوتون بر کولن بیشتر از اندازهٔ میدان در مکان شمع (۲) در فاصلهٔ ۳ متری از وان‌دوگراف است. میدان الکتریکی در مکان شمع (۱) چند نیوتون بر کولن است؟

از کتاب درسی

۱) ۴۵۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۶۵۰



۱۳۶- نمودار $E-r$ دو ذرهٔ باردار A و B در فواصل مختلف رسم شده است. کدام گزینه درست است؟

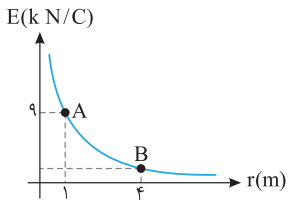
از کتاب درسی

۱) $|q_A|>|q_B|$

۲) $|q_A|=|q_B|$

۳) $|q_A|<|q_B|$

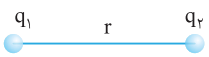
۴) نمی‌توان اظهارنظر قطعی کرد.



۱۳۷- نمودار $E-r$ بار q رسم شده است. میدان در نقطهٔ B در SI برابر کدام گزینه است؟

از کتاب درسی

۱) $\frac{۹}{۸}\times۱۰^{۳}$ ۲) $\frac{۹}{۱۶}\times۱۰^{۳}$ ۳) $۰/۹\times۱۰^{۳}$ ۴) ۹×۱۰^{۴}



۱۳۸- مطابق شکل، بارهای الکتریکی نقطه‌ای هم‌اندازه و ناهمنام q_1 و q_2 در فاصلهٔ r از هم قرار دارند. در صورتی که مقداری از بار q_1 را برداشته و به بار q_2 اضافه کنیم، میدان الکتریکی در محل بار q_1 نسبت به حالت اول چگونه تغییر می‌کند؟

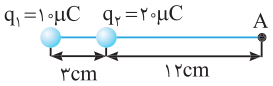
قلم‌چی

۱) ثابت می‌ماند. ۲) کاهش می‌یابد.

۳) افزایش می‌یابد. ۴) با توجه به اندازهٔ بارها هر حالتی امکان‌پذیر است.

میدان الکتریکی خالص حاصل از چند بار روی خط راست

۱۳۹- در شکل مقابل، اگر میدان حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطهٔ A به‌ترتیب E_1 و E_2 باشد، $\frac{E_2}{E_1}$ کدام است؟

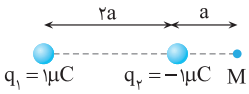


۱) $\frac{۲}{۲۵}$ ۲) $\frac{۲۵}{۲}$ ۳) $\frac{۲۵}{۸}$ ۴) $\frac{۸}{۲۵}$

۱۴۰- بار الکتریکی نقطه‌ای یک میکروکولنی، در فاصلهٔ ۳ متری بار نقطه‌ای چهار میکروکولنی همنامش قرار دارد. میدان الکتریکی روی پاره‌خط واصل این دو بار الکتریکی و در نقطه‌ای به فاصلهٔ ۲ متر از بار بزرگ‌تر چند نیوتون بر کولن است؟

۱) صفر ۲) ۴۵۰۰ ۳) ۹۰۰۰ ۴) ۱۸۰۰۰

۱۴۱- در شکل روبه‌رو اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از بار q_1 در نقطهٔ M برابر $۱۰^۳ N/C$ است. اندازهٔ میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M چند نیوتون بر کولن است؟

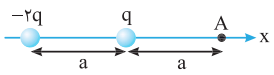


۱) ۹×۱۰^۳ ۲) ۸×۱۰^۳
۳) ۶×۱۰^۳ ۴) ۵×۱۰^۳

۱۴۲- میدان الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطهٔ M روی خط واصل بارها مطابق شکل است. نوع بار الکتریکی آن‌ها به‌ترتیب کدام است؟ کنکور دهه‌های گذشته

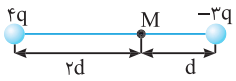
۱) منفی- منفی ۲) منفی- مثبت
۳) مثبت- مثبت ۴) بسته به شرایط هر کدام از گزینه‌های دیگر می‌تواند درست باشد.

۱۴۳- میدان الکتریکی حاصل از بارهای شکل مقابل در نقطهٔ A کدام است؟



۱) $\frac{۳kq}{۲a^۲}$، در جهت مثبت x ۲) $\frac{kq}{۲a^۲}$، در جهت منفی x
۳) $\frac{kq}{۲a^۲}$، در جهت مثبت x ۴) $\frac{۳kq}{۲a^۲}$، در جهت منفی x

۱۴۴- میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در فاصلهٔ d از آن، برابر E است. اندازهٔ میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ M در شکل روبه‌رو کدام است؟



۱) ۴E ۲) ۲E ۳) ۵E ۴) E

در تست‌های زیر دو حالت مختلف را با هم مقایسه می‌کنیم.

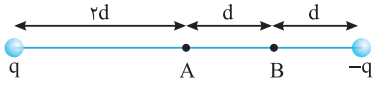
۱۴۵- اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی در وسط خط واصل دو بار، برابر با $۱۰۰۰ N/C$ است. اگر هر یک از بارها را دو برابر کنیم، میدان چند نیوتون بر کولن می‌شود؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰ ۳) ۴۰۰۰ ۴) ۵۰۰۰

۱۴۶- دو بار الکتریکی ناهمنام با اندازه‌های مساوی به فاصلهٔ d از یکدیگر قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی حاصل از هر یک از بارها در وسط دو بار E است. هرگاه یکی از بارها را به اندازهٔ $\frac{d}{۴}$ به دیگری نزدیک کنیم، بزرگی میدان در آن نقطه چند برابر حالت قبل خواهد شد؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

۱۴۷- در شکل روبه‌رو، اگر اندازهٔ برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از بارهای نقطه‌ای q و $-q$ در نقطهٔ A برابر با E باشد، اندازهٔ برایند میدان‌های الکتریکی این دو بار در نقطهٔ B چند برابر E است؟ $(q>۰)$

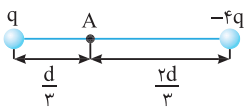


۱) $\frac{۴}{۹}$ ۲) $\frac{۱۰}{۹}$ ۳) $\frac{۲۰}{۹}$ ۴) $\frac{۴۰}{۹}$

۱۴۸- دو بار الکتریکی $q_1=-q$ و $q_2=+۴q$ در فاصلهٔ d از هم ثابت نگه داشته شده‌اند و میدان الکتریکی برایند در وسط فاصلهٔ بین آن‌ها برابر E_1 است. حال اگر نصف بار الکتریکی q_1 را کم کرده و به q_2 منتقل کنیم، میدان الکتریکی در همان نقطه برابر E_2 می‌شود. $\frac{E_1}{E_2}$ چقدر است؟ خارج ریاضی - ۹۷

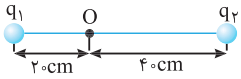
۱) $\frac{۵}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۴}$ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

۱۴۹- در شکل روبه‌رو، دو بار الکتریکی نقطه‌ای q و $-۴q$ به فاصلهٔ d از یکدیگر قرار دارند و میدان الکتریکی در نقطهٔ A برابر $\vec{E}$ می‌باشد. اگر بار q را خنثی کنیم، میدان الکتریکی در نقطهٔ A برابر کدام خواهد شد؟ کنکور دهه‌های گذشته



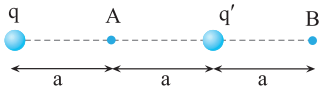
۱) $\frac{\vec{E}}{۲}$ ۲) $-\frac{\vec{E}}{۲}$ ۳) $\frac{\vec{E}}{۴}$ ۴) $-\frac{\vec{E}}{۴}$

۱۵۰- در شکل روبه‌رو، میدان حاصل از دو بار نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در نقطهٔ O برابر $\vec{E}$ می‌باشد. اگر بار $q_۱$ را خنثی کنیم، میدان در نقطهٔ O برابر $-\vec{E}$ می‌شود، $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟



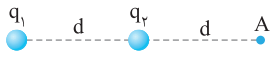
۱) $-\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $-\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۱۵۱- در شکل روبه‌رو بار یکی از ذره‌ها مثبت و برابر q و بار دیگری $q'=-nq$ است. اگر اندازهٔ میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ A، ۳ برابر اندازهٔ میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ B باشد، مقدار n کدام است؟ از کتاب درسی



۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{۵}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۵}$

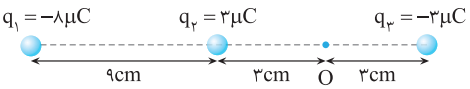
۱۵۲- در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی برایند حاصل از دو بار الکتریکی $q_۱$ و $q_۲$ در نقطهٔ A برابر $\vec{E}$ است و اگر جای دو بار عوض شود میدان در این نقطه A، $-۲\vec{E}$ خواهد شد. نسبت $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟



۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $-\frac{۲}{۳}$ ۴) $-\frac{۳}{۲}$

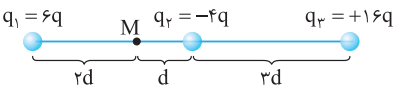
در تست‌های زیر میدان الکتریکی خالص حاصل از بیش از دو بار را در یک نقطه بررسی می‌کنیم.

۱۵۳- سه بار نقطه‌ای مطابق شکل روبه‌رو ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی خالص حاصل از سه بار در نقطهٔ O چند N/C و به کدام سمت است؟



۱) ۵۵×۱۰^۷ و به سمت راست ۲) $۵/۵\times۱۰^۷$ و به سمت راست
۳) ۵۵×۱۰^۷ و به سمت چپ ۴) $۵/۵\times۱۰^۷$ و به سمت چپ

۱۵۴- اگر اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای مثبت q در فاصلهٔ d از آن برابر E باشد، در شکل مقابل اندازهٔ برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ در نقطهٔ M چند برابر E است؟

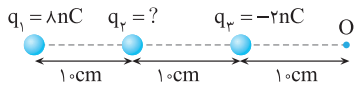


۱) ۳ ۲) ۴/۵ ۳) صفر ۴) ۱/۵

۱۵۵- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $۴\mu C$ و $-۸\mu C$ روی محور x به ترتیب در مکان‌های $x=۶cm$ و $x=۱۲cm$ قرار دارند. بار نقطه‌ای چند میکروکولن را باید در مکان $x=۱۸cm$ قرار داد، تا میدان الکتریکی در مبدأ محور x برابر صفر شود؟ خارج تجربی - ۹۴

۱) -۵۴ ۲) -۱۸ ۳) ۱۸ ۴) ۵۴

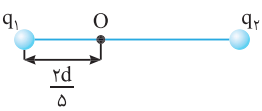
۱۵۶- سه بار نقطه‌ای مطابق شکل روبه‌رو ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی برایند حاصل از سه بار در نقطه O برابر $۱۰۰N/C$ است. بار $q_۲$ چند نانو کولن می‌تواند باشد؟ $(k=۹\times۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)$ ریاضی - ۹۸



۱) $+۴$ ۲) $+۲$ ۳) -۲ ۴) -۴

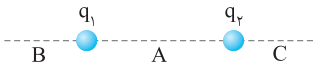
در تست‌های زیر باید نقطه‌ای را پیدا کنیم تا میدان الکتریکی خالص در آن نقطه صفر شود.

۱۵۷- دو بار نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ به فاصلهٔ d از یکدیگر قرار دارند. اگر میدان الکتریکی در نقطهٔ O به فاصلهٔ $\frac{۲}{۵}d$ از بار $q_۱$، صفر باشد، $\frac{q_۲}{q_۱}$ کدام است؟



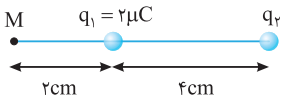
۱) $-\frac{۳}{۲}$ ۲) $-\frac{۹}{۴}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۹}{۴}$

۱۵۸- دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1=+q$ و $q_2=-q$ مطابق شکل در فاصلهٔ r از هم قرار دارند. در کدام ناحیه میدان الکتریکی خالص حاصل از دو بار می‌تواند صفر شود؟ از کتاب درسی



۱) A
۲) B
۳) C
۴) در هیچ نقطه‌ای میدان خالص حاصل از دو بار صفر نمی‌شود.

۱۵۹- در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی برایند حاصل از دو بار q_1 و q_2 در نقطهٔ M برابر صفر است. اگر جای این دو بار با یکدیگر عوض شود، میدان الکتریکی در نقطهٔ M چند نیوتون بر کولن خواهد شد؟

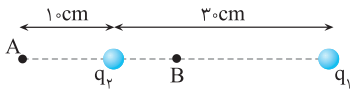


۱) $۱۸/۵\times۱۰^{۸}$
۲) $۱۷/۵\times۱۰^{۸}$
۳) $۴/۱\times۱۰^{۸}$
۴) ۴×۱۰^{۸}

۱۶۰- دو بار نقطه‌ای q_1 و $q_2=۴q_1$ در فاصلهٔ r از هم واقع‌اند. میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصلهٔ d_1 از بار q_1 برابر صفر است. اگر فاصلهٔ دو بار از هم ۲ برابر شود، میدان الکتریکی برایند در فاصلهٔ d_2 از بار q_2 برابر صفر می‌شود. d_2 چند برابر d_1 است؟ تجربی - ۹۴

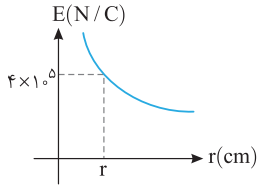
۱) $\frac{۴}{۳}$
۲) $\frac{۳}{۲}$
۳) ۲
۴) ۴

۱۶۱- مطابق شکل، دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1>۰$ و q_2 در فاصلهٔ ۳۰cm از هم قرار دارند و میدان خالص حاصل از آن‌ها در نقطهٔ A صفر است. اگر بار q_2 را قرینه کنیم میدان الکتریکی در نقطهٔ B صفر می‌شود. AB چند سانتی‌متر است؟

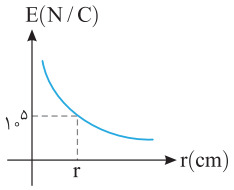


۱) ۱۲
۲) ۱۴
۳) ۱۶
۴) ۱۸

۱۶۲- دو بار الکتریکی مثبت q_1 و q_2 در راستای افقی و در فاصلهٔ ۱۸cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر نمودار بزرگی میدان الکتریکی بر حسب فاصله برای هر کدام از بارها به صورت شکل‌های روبه‌رو باشد، فاصلهٔ نقطه‌ای که برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از دو بار صفر می‌شود، تا بار بزرگ‌تر چند سانتی‌متر است؟ قلم‌چی



(نمودار مربوط به بار q_2)



(نمودار مربوط به بار q_1)

۱) ۳۶
۲) ۱۸
۳) ۶
۴) ۱۲

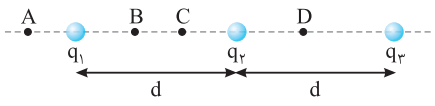
۱۶۳- با توجه به شکل روبه‌رو، اگر از نقطهٔ A به نقطهٔ B برویم، در مورد بزرگی میدان کدام گزینه درست است؟

۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۱۶۴- دو بار الکتریکی نقطه‌ای $+۲\,\mu C$ و $+۸\,\mu C$ در فاصلهٔ ۳۰ cm از هم قرار دارند. بار الکتریکی q را در نقطه‌ای قرار داده‌ایم که میدان الکتریکی در محل هر سه بار صفر شود. بار الکتریکی q چند میکروکولن است؟ خارج تجربی - ۸۸

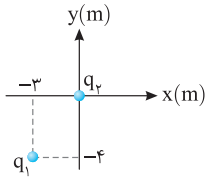
۱) $-\frac{۸}{۹}$
۲) $\frac{۸}{۹}$
۳) $-\frac{۱۶}{۹}$
۴) $\frac{۱۶}{۹}$

۱۶۵- مطابق شکل سه بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه q_1، q_2 و q_3 روی یک خط ثابت شده‌اند. برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از این بارها در کدام نقطه یا نقطه‌ها می‌تواند صفر باشد؟ قلم‌چی



۱) A
۲) B
۳) C
۴) D و C

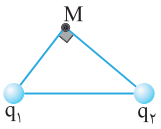
۱۶۶- مطابق شکل، ذرهٔ باردار $q_1=-۹\mu C$ در نقطهٔ $(-۳m,-۴m)$ و بار $q_2=+۱\mu C$ در مبدأ مختصات قرار دارد. در کدام نقطه میدان الکتریکی برایند صفر می‌شود؟ خارج ریاضی - ۹۸



۱) $(۳m,۴m)$
۲) $(۱/۵m,۲m)$
۳) $(-۱/۵m,-۲m)$
۴) $(۲m,۱/۵m)$

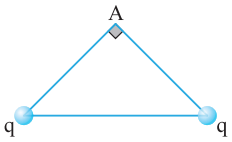
میدان الکتریکی خالص حاصل از چند بار الکتریکی نقطه‌ای خارج از راستای خط راست

۱۶۷- اگر در شکل مقابل، بزرگی میدان حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطهٔ M به‌ترتیب برابر $۴\times۱۰^۵ N/C$ و $۳\times۱۰^۵ N/C$ باشد، بزرگی میدان برایند در این نقطه چند نیوتون بر کولن خواهد بود؟



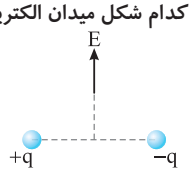
۱) ۱۲×۱۰^۵ ۲) ۷×۱۰^۵ ۳) ۵×۱۰^۵ ۴) $۱۰^۵$

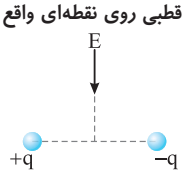
۱۶۸- در شکل مقابل، بزرگی برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار q در رأس قائم مثلث قائم‌الزاویهٔ متساوی‌الساقین (نقطهٔ A) برابر E است. اگر یکی از بارهای q را حذف کنیم، بزرگی میدان الکتریکی در رأس A چند برابر E خواهد شد؟ قلم‌چی

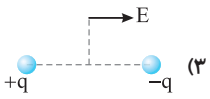


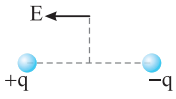
۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۲) ۱
۳) ۲ ۴) $\sqrt{۲}$

۱۶۹- در کدام شکل میدان الکتریکی یک دو قطبی روی نقطه‌ای واقع بر عمودمنصف دو قطبی درست رسم شده است؟

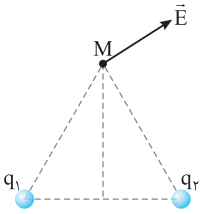
۱) 

۲) 

۳) 

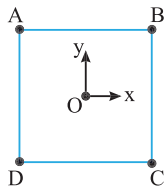
۴) 

۱۷۰- در شکل مقابل میدان الکتریکی برایند حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطهٔ M نشان داده شده و نقطهٔ M روی عمود منصف خط واصل بارها است. اگر نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ برابر k باشد، کدام رابطه درست است؟ کنکور دهه‌های گذشته



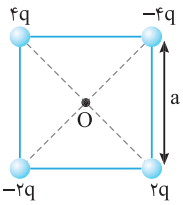
۱) $۱<k$ ۲) $k<-۱$
۳) $-۱<k<۰$ ۴) $-\frac{۱}{۲}<k<\frac{۱}{۲}$

۱۷۱- در نقاط A، B، C و D واقع در چهار گوشهٔ مربعی به‌ترتیب بارهای مثبت q، ۲q، ۳q و ۴q قرار دارند. میدان الکتریکی کل در نقطهٔ O (مرکز مربع)، در کدام جهت است؟



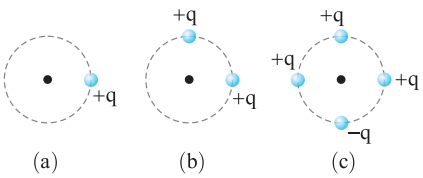
۱) $-y$ ۲) $-x$
۳) $+x$ ۴) $+y$

۱۷۲- اگر بار نقطه‌ای q در یکی از گوشه‌های مربعی به ضلع a قرار گیرد، بزرگی میدان حاصل از آن در مرکز مربع، E_1 می‌شود. میدان در مرکز مربع کدام است؟



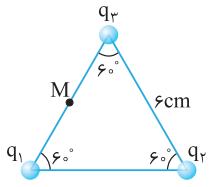
۱) $۲E_1$ ۲) $۲\sqrt{۲}E_1$
۳) $\sqrt{۲}E_1$ ۴) $۴E_1$

۱۷۳- در شکل‌های زیر، روی محیط دایره، بارهای الکتریکی هم‌اندازهٔ $+q$ یا $-q$ قرار دارند. در کدام گزینه اندازهٔ میدان الکتریکی خالص در مرکز هر دایره از نظر بزرگی به‌درستی مقایسه شده است؟ (شعاع دایره‌ها برابر است.) قلم‌چی



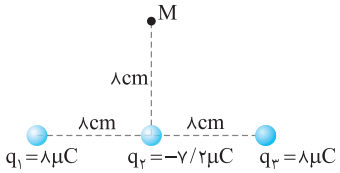
۱) $E_a<E_b<E_c$
۲) $E_a>E_b>E_c$
۳) $E_a<E_c<E_b$
۴) $E_b>E_a>E_c$

۱۷۴- در شکل روبه‌رو $q_2=۱۲\,\mu C$ و $q_1=-q_3=۲\mu C$ است. میدان الکتریکی در نقطهٔ M (وسط ضلع مثلث) چند نیوتون بر کولن است؟



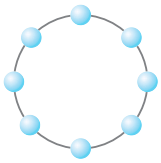
۱) ۲×۱۰^۷ ۲) $۲\sqrt{۲}\times۱۰^۷$
۳) ۴×۱۰^۷ ۴) $۴\sqrt{۲}\times۱۰^۷$

۱۷۵- سه بار نقطه‌ای مطابق شکل روبه‌رو قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M چند نیوتون بر کولن است؟ $(\sqrt{2}\simeq 1/4, k=9\times10^9\,N.m^2/C^2)$ ریاضی - ۹۲



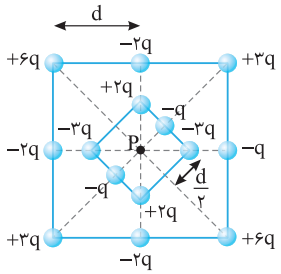
۱) $\frac{8}{9}\times10^6$
۲) $\frac{9}{8}\times10^6$
۳) $\frac{9}{16}\times10^6$
۴) $\frac{9}{4}\times10^6$

۱۷۶- هشت بار الکتریکی نقطه‌ای هر یک 5×10^{-9} کولن با فواصل مساوی روی محیط دایره‌ای به شعاع ۳۰ سانتی‌متر توزیع شده‌اند. هرگاه فقط یکی از بارها منفی باشد، میدان کل در مرکز نیم‌دایره چند نیوتون بر کولن است؟ کنکور دهه‌های گذشته



۱) 10^3
۲) 5×10^2
۳) 3×10^3
۴) 15×10^2

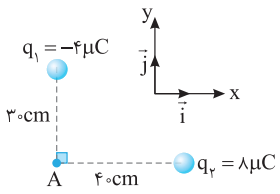
۱۷۷- شکل مقابل دو آرایهٔ مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها در نقطهٔ P هم‌مرکز هستند و ذره‌های مجاور روی محیط هر مربع به فاصلهٔ d یا $\frac{d}{2}$ از هم قرار گرفته‌اند. بزرگی میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ P چند نیوتون بر کولن و در کدام جهت است؟ از کتاب درسی



۱) $\frac{kq}{d^2}$ و راست
۲) $\frac{2kq}{d^2}$ و راست
۳) $\frac{kq}{d^2}$ و چپ
۴) $\frac{2kq}{d^2}$ و چپ

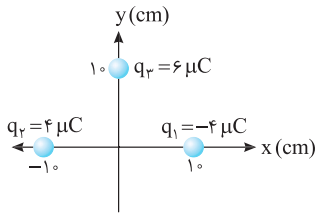
در تست‌های زیر میدان الکتریکی خالص را بر حسب $\vec{i}$ و $\vec{j}$ داده یا خواسته‌ایم.

۱۷۸- در شکل روبه‌رو، میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A در SI کدام است؟ $(k=9\times10^9\,N.m^2/C^2)$ خارج ریاضی - ۹۸



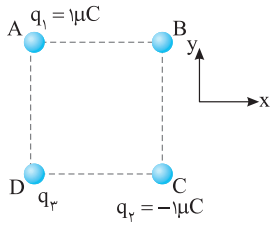
۱) $\vec{E}=9\times10^3\vec{i}-8\times10^3\vec{j}$
۲) $\vec{E}=-9\times10^3\vec{i}+8\times10^3\vec{j}$
۳) $\vec{E}=4/5\times10^5\vec{i}-4\times10^5\vec{j}$
۴) $\vec{E}=-4/5\times10^5\vec{i}+4\times10^5\vec{j}$

۱۷۹- در شکل روبه‌رو، سه بار الکتریکی در نقاط مشخص شده قرار دارند. بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات در SI کدام است؟ $(k=9\times10^9\,N\cdot m^2/C^2)$ خارج ریاضی - ۹۱



۱) $9\times10^6\vec{i}$
۲) $-5/4\times10^6\vec{j}$
۳) $10^6\times(7/2\vec{i}-5/4\vec{j})$
۴) $(5/4\vec{i}-7/2\vec{j})\times10^6$

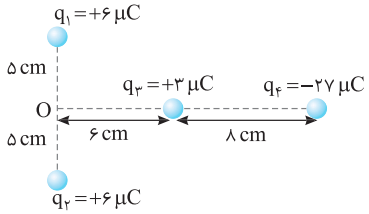
۱۸۰- سه ذرهٔ باردار مطابق شکل روبه‌رو در سه رأس مربع به ضلع ۱۰ cm قرار دارد. اگر میدان الکتریکی خالص در رأس B در SI، $\vec{E}_B=9\times10^5\vec{j}$ باشد، اندازه میدان الکتریکی q_3 در نقطهٔ B چند N/C است؟ $(k=9\times10^9\,N.m^2/C^2)$ ریاضی - ۹۸



۱) 9×10^5
۲) $9\sqrt{2}\times10^5$
۳) $9\sqrt{3}\times10^5$
۴) $9\sqrt{5}\times10^5$

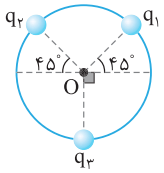
در تست‌های زیر می‌خواهیم میدان خالص در یک نقطه صفر شود.

۱۸۱- بارهای الکتریکی q_1، q_2، q_3 و q_4 مطابق شکل روبه‌رو قرار گرفته‌اند. بار الکتریکی q_4 را چند سانتی‌متر و در کدام جهت جابه‌جا کنیم تا میدان حاصل از بارها در نقطهٔ O برابر صفر شود؟ خارج ریاضی - ۸۹



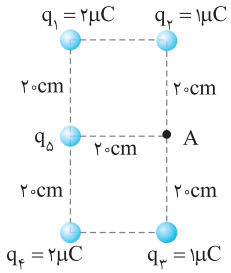
۱) ۴ سانتی‌متر به راست
۲) ۴ سانتی‌متر به چپ
۳) ۱۰ سانتی‌متر به راست
۴) ۱۰ سانتی‌متر به چپ

۱۸۲- در شکل روبه‌رو، اگر $q_1 = q_2 = 2\mu C$ باشد، q_3 چند میکروکولن باید باشد تا اندازهٔ میدان الکتریکی در نقطهٔ O (مرکز دایره) برابر صفر شود؟



۱) ۴
۲) -4
۳) $2\sqrt{2}$
۴) $-2\sqrt{2}$

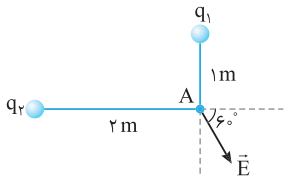
۱۸۳- در شکل روبه‌رو اگر اندازهٔ میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A صفر باشد، بار q_5 چند میکروکولن است؟ آزمون مدارس برتر



۱) $2\sqrt{2}$
۲) $\sqrt{2}$
۳) $-2\sqrt{2}$
۴) $-\sqrt{2}$

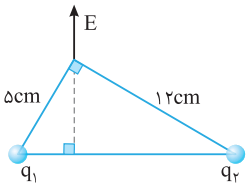
در دو تست زیر به زاویه میدان خالص توجه کنید.

۱۸۴- در شکل روبه‌رو برایند میدان الکتریکی دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطهٔ A رسم شده است. $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



۱) $\frac{\sqrt{3}}{4}$
۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}$
۴) $\sqrt{2}$

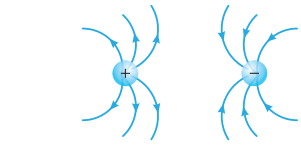
۱۸۵- دو ذرهٔ باردار مطابق شکل مقابل، در دو رأس یک مثلث قرار دارند. میدان الکتریکی خالص این دو ذره در رأس دیگر مطابق شکل است. $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟ ریاضی - ۹۷

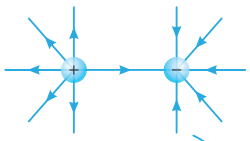


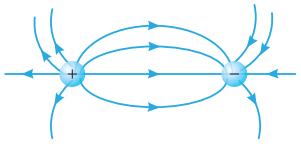
۱) $\frac{۲۵}{۱۴۴}$
۲) $\frac{۵}{۱۲}$
۳) $\frac{۱۲}{۵}$
۴) $\frac{۱۴۴}{۲۵}$

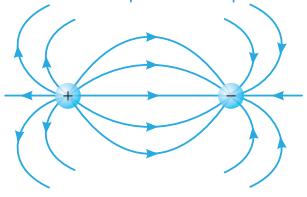
خط‌های میدان الکتریکی

۱۸۶- در شکل‌های زیر اندازهٔ دو بار یکسان ولی علامت آن‌ها مخالف هم است، کدام آرایش خطوط مناسب است؟ از کتاب درسی

۱)


۲)


۳)


۴)


پرسش‌های چهارگزینه‌ای سطح دوم

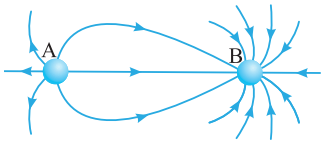
۲۰۵- دو بـار الکتریکـی $q_1=+8\mu C$ و $q_2=-32\mu C$ در فاصلهٔ $60cm$ هم قرار گرفته‌اند. انـدازه میدان الکتریکی حاصل از دو بار در دو نقطه روی خط وصل‌کننده دو بار و در امتداد این خط با هم برابر است. فاصلهٔ این دو نقطه از هم چند سانتی‌متر است؟ آزمون مدارس برتر

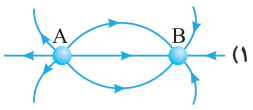
۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

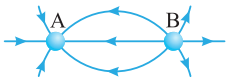
۲۰۶- دو بار الکتریکی $q_1=9\mu C$ و $q_2=1\mu C$ در فاصلهٔ $12cm$ از هم قرار دارند. چند میکروکولن از بار q_1 را به بار q_2 منتقل کنیم تا نقطه‌ای بین دو بار که میدان خالص حاصل از دو بار در آن نقطه صفر می‌شود $1cm$ از بار q_2 دورتر شود؟ خارج ریاضی - ۹۷

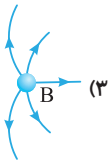
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۱/۵

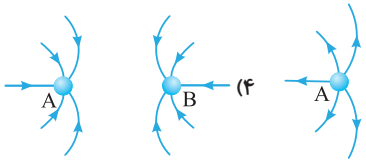
۲۰۷- در شـکل روبه‌رو، خط‌های میدان الکتریکی در اطراف دو کرهٔ فلزی یکسـان و باردار A و B که در فاصلهٔ d از هم قرار دارند، نشـان داده شـده است. اگر این دو کره را به یکدیگر تماس دهیم و پس از برقراری تعادل، آن‌ها را جدا کنیم و مجدداً در همان فاصلهٔ قبلی (d) قرار دهیم، وضعیت خط‌های میدان الکتریکی در اطراف دو کره در حالت جدید به کدام شکل خواهد بود؟



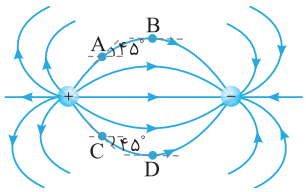
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۲۰۸- ذره‌ای با بار منفی درون میدان الکتریکی نشـان داده شـده در شکل مقابل، قرار دارد. اگر نیروی الکتریکی وارد بر ذره به‌صورت $\vec{F}=-a\vec{i}+a\vec{j}$ باشد، این ذره در کدام نقطه است؟



۱) A ۲) B ۳) C ۴) D

۲۰۹- تعداد ده بار الکتریکی نقطه‌ای که هر کدام دارای بار الکتریکی $-40\mu C$ هستند، به فاصلهٔ مساوی روی محیط دایره‌ای به شعاع $60cm$ ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی حاصل از این بارها در مرکز دایره چند نیوتون بر کولن است؟

۱) صفر ۲) $2/5\times10^6$ ۳) 5×10^6 ۴) 10^7

۲۱۰- شـش بار الکتریکی $+q$ با فاصله‌های مسـاوی روی محیط دایره‌ای به شـعاع r قـرار گرفته‌اند. پنج بار را به تصـادف انتخاب می‌کنیم. برایند میدان‌های الکتریکی این ۵ بار در مرکز دایره برابر است با .....

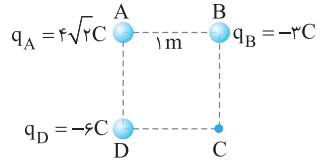
۱) صفر ۲) $\frac{5kq}{r^2}$ ۳) $\frac{4kq}{r^2}$ ۴) $\frac{kq}{r^2}$

۲۱۱- از سیم رسانای نازکی، یک حلقهٔ دایره‌ای شکل به شعاع $10cm$ ساخته‌ایم. به حلقه بار الکتریکی $+10\mu C$ می‌دهیم. میدان الکتریکی در مرکز حلقه چند نیوتون بر کولن است؟

۱) 9×10^6 ۲) $1/8\times10^7$

۳) صفر ۴) با داده‌های مسأله قابل محاسبه نیست.

۲۱۲- مطابق شکل روبه‌رو سه بار الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس مربعی به ضلع $1m$ ثابت شده‌اند. بردار برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از سه بار در رأس C و در SI مطابق کدام گزینه است؟ $(k=9\times10^9 N.m^2/C^2)$ قلم‌چی



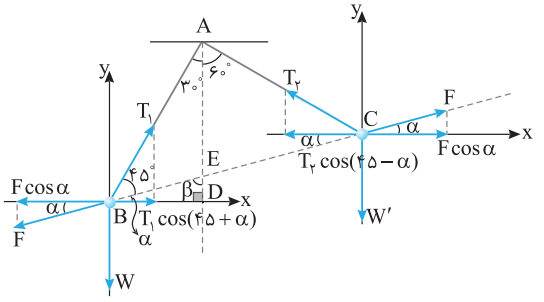
۱) $\vec{E}=-18\times10^9\vec{i}+9\times10^9\vec{j}$

۲) $E=-36\times10^9\vec{i}+9\times10^9\vec{j}$

۳) $\vec{E}=36\times10^9\vec{i}-18\times10^9\vec{j}$

۴) $E=-36\times10^9\vec{i}+18\times10^9\vec{j}$

۱۲۲ C **۳** زاویهٔ بین دو نیروی F با محور xها، α است. مثلث ABC متساوی‌الساقین است، پس زاویهٔ بین T_1 با خط واصل دو بار و زاویهٔ بین T_2 با خط واصل دو بار 45° است.



با توجه به شکل می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} F\cos\alpha = T_1\cos(45+\alpha) \\ F\cos\alpha = T_2\cos(45-\alpha) \end{cases} \Rightarrow T_1\cos(45+\alpha) = T_2\cos(45-\alpha)$$

اکنون باید زاویهٔ α را به‌دست آوریم. زاویهٔ β، زاویهٔ خارجی مثلث ABE است، پس:

$$\beta = 45^\circ + 30^\circ = 75^\circ$$

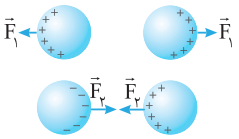
در مثلث BED داریم:

$$\alpha + \beta + 90^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha + 75^\circ + 90^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 15^\circ$$

اکنون α را جایگزین می‌کنیم:

$$T_1\cos(45^\circ+15^\circ) = T_2\cos(45^\circ-15^\circ) \Rightarrow T_1\times\frac{1}{2} = T_2\times\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3}$$

۱۲۳ B **۳** هنگامی که بارهای همنام به دو کره می‌دهیم، بارها روی سطح خارجی دو کره و در دورترین نقاط قرار می‌گیرند و هنگامی که بار ناهمنام به دو کره می‌دهیم، در نزدیک‌ترین نقاط قرار می‌گیرند و فاصلهٔ بارها کمتر از حالت اول است. پس نیرو در این حالت (F_2) بیشتر از حالت اول (F_1) است.



۱۲۴ B **۱** بار q در سطح نزدیک‌تر ورقهٔ فلزی به خود بار ناهمنام و در سطح دورتر بار همنام القا کرده که به دلیل اتصال به زمین این بارهای همنام تخلیه و خنثی شده و تنها بارهای ناهمنام روی ورقهٔ فلزی باقی می‌مانند. با نزدیک شدن بار q به ورقهٔ فلزی، شدت القا افزایش یافته که سبب زیاد شدن اندازهٔ بار ناهمنام القایی می‌شود. این دو اثر یعنی کاهش فاصلهٔ بار q تا ورقهٔ فلزی و زیاد شدن اندازهٔ بار ناهمنام القایی روی آن باعث می‌شود که اندازهٔ نیروی جاذبهٔ الکتریکی وارد بر بار q افزایش یافته و در نتیجه طبق قانون دوم نیوتون اندازهٔ شتاب ذرهٔ باردار q نیز رفته‌رفته زیادتر شود.

۱۲۵ A **۳** در فضای اطراف یک بار الکتریکی خاصیتی وجود دارد که در آن بر اجسام دیگر نیرو وارد می‌شود. این خاصیت فضا را میدان الکتریکی می‌گویند. میدان الکتریکی هر نقطه از میدان به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Rightarrow [E] = \frac{N}{C}$$

بنابراین میدان الکتریکی کمیتی است برداری و یکای آن N/C می‌باشد.

۱۲۶ A **۳** اگر بار الکتریکی مولد میدان الکتریکی از نوع مثبت باشد، میدان الکتریکی به طرف بیرون بار و اگر از نوع منفی باشد، میدان الکتریکی به طرف درون بار است. میدان الکتریکی خاصیتی است که بارهای الکتریکی در فضای اطراف خود ایجاد می‌کنند و از نظر کمّی در هر نقطه برابر نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی مثبت یک کولنی واقع در آن نقطه است. درواقع گزینهٔ (۴) در مورد جهت میدان الکتریکی درست است و نه خود میدان الکتریکی.

۱۲۷ A **۲** **خط فکری:** عدد اتمی، تعداد پروتون‌ها را نشان می‌دهد و بار هر پروتون برابر $+1/6\times10^{-19}C$ است.

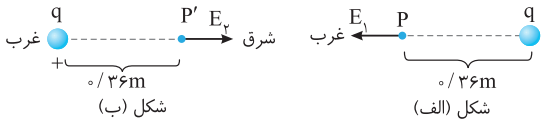
ابتدا بار هسته را حساب می‌کنیم، سپس میدان الکتریکی را به‌دست می‌آوریم:

$$q = +ne \Rightarrow q = +26\times1/6\times10^{-19} = 41/6\times10^{-19}C$$

$$E = k\frac{q}{r^2} = 9\times10^9\times\frac{41/6\times10^{-19}}{10^{-20}} = 374/4\times10^{10}N/C$$

$$= 3/744\times10^{12}N/C = 3/744\times10^9 kN/C$$

۱۲۸ A **۲** اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از بار q از رابطهٔ $E = k\frac{q}{r^2}$ به‌دست می‌آید، در دو نقطهٔ گفته شده فاصله تا بار q یکسان است بنابراین اندازهٔ میدان در این دو نقطه برابر است. $E_1 = E_2 = 40N/C$



در واقع در تمام نقاطی که فاصلهٔ یکسانی از ذره دارند، میدان الکتریکی هم‌اندازه است. با توجه به صورت مسئله میدان الکتریکی در غرب این ذره به‌سوی غرب است، با توجه به این مطلب و رسم شکل (الف) مشخص می‌شود که باید بار q مثبت باشد، زیرا جهت میدان به سوی خارج بار است، بنابراین مطابق شکل (ب) جهت میدان در شرق این ذرهٔ باردار باید در جهت شرق (به سمت خارج بار) باشد.

۱۲۹ A **۴** **خط فکری:** ذره درون میدان الکتریکی قرار گرفته و رابطهٔ بین اندازهٔ میدان الکتریکی و اندازهٔ نیروی وارد بر آن، به‌صورت $E = \frac{F}{|q|}$ است:

$$E = \frac{F}{|q|} \Rightarrow F = |q|E \Rightarrow F = 3/2\times10^{-6}\times2/5\times10^5 \Rightarrow F = 8\times10^{-1}N$$

۱۳۰ A **۳** **خط فکری:** ذرهٔ q_2 تحت تأثیر میدان الکتریکی q_1 قرار می‌گیرد، در واقع بار q_2 درون میدان E_1 قرار دارد، پس رابطهٔ بین نیروی وارد بر بار q_2 و میدان الکتریکی در آن نقطه به‌صورت $E = \frac{F}{q}$ است.

$$E_1 = \frac{F_{12}}{|q_2|} \Rightarrow E_1 = \frac{300}{6\times10^{-7}} \Rightarrow E_1 = 5\times10^8 N/C$$

۱۳۱ A **۱** **خط فکری:** ۱) میدان حاصل از یک بار در فاصلهٔ r از آن برابر با $E = k\frac{q}{r^2}$ است.

۲) نیروی وارد بر یک ذره داخل میدان الکتریکی برابر است با: $F = Eq$

میدان حاصل از بار q در فاصلهٔ 30 cm از آن برابر $10^5 N/C$ است، بنابراین بار الکتریکی qخواهدشد:

$$E = k\frac{q}{r^2} \Rightarrow 10^5 = 9\times10^9\times\frac{q}{900\times10^{-4}} \Rightarrow q = 10^{-6}C \Rightarrow q = 1\,\mu C$$

نیرویی که به بار q' در میدان E و در نقطهٔ A وارد شده برابر $0/02N$ است، در نتیجه بار الکتریکی q' خواهد شد:

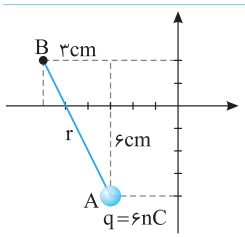
$$F = Eq' \Rightarrow 0/02 = 10^5\times q' \Rightarrow 2\times10^{-2} = 10^5 q'$$

$$\Rightarrow q' = 2\times10^{-7}C = 2\times10^{-1}\mu C \Rightarrow q' = 0/2\mu C$$

۱۳۲ A **۴** ابتدا فاصلهٔ بین دو نقطهٔ A و B را به‌دست می‌آوریم:

$$r = \sqrt{(3)^2 + (6)^2} = \sqrt{45} = 3\sqrt{5}cm$$

حال میدان حاصل از بار 6nC را در فاصلهٔ $3\sqrt{5}cm$ به‌دست می‌آوریم:



$$E = k\frac{q}{r^2} = 9\times10^9\times\frac{6\times10^{-9}}{(3\sqrt{5}\times10^{-2})^2}$$

$$E = 9\times10^9\times\frac{6\times10^{-9}}{45\times10^{-4}} \Rightarrow E = \frac{54}{45}\times10^4 = \frac{12}{10}\times10^4 = 1/2\times10^4 N/C$$

۱۳۳ A **۱** در حل تست‌های مقایسه‌ای کافی است میدان الکتریکی را در هر دو حالت حساب کرده تا با تقسیم آن‌ها بر هم کمیت‌هایی که در این دو حالت تغییر نکرده‌اند، با هم ساده شوند.

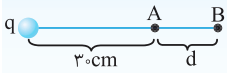
حالت (۲): $E_۲=\frac{kq}{r_۲^۲}\Rightarrow ۸=k\frac{q}{r_۲^۲}$ ، حالت (۱): $E_۱=\frac{kq}{r_۱^۲}\Rightarrow ۱۸=k\frac{q}{(۴۰۰\times۱۰^{-۴})}$

حال میدان دو حالت را بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{E_۲}{E_۱}=\frac{k\frac{q}{r_۲^۲}}{k\frac{q}{(۴۰۰\times۱۰^{-۴})}}\Rightarrow\frac{۸}{۱۸}=\frac{۴۰۰\times۱۰^{-۴}}{r_۲^۲}\Rightarrow r_۲^۲=۹۰۰\times۱۰^{-۴}$$

$$\Rightarrow r_۲=۳۰\times۱۰^{-۲}m=۳۰cm\Rightarrow\Delta r=r_۲-r_۱=۳۰-۲۰=۱۰cm$$

تست ۲۱ در شکل زیر، اگر اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در نقاط A و B به‌ترتیب E_A و E_B و $\frac{E_A}{E_B}=۲/۲۵$ باشد، d چند سانتی‌متر است؟



۱) ۳۷/۵
۲) ۲۴
۳) ۱۵
۴) ۲۰

گزینهٔ ۳ ✓

۱۳۴ A **۱** میدان الکتریکی را در دو حالت به‌دست می‌آوریم:

حالت (۱): $E=k\frac{q}{r^۲}=k\frac{q}{d^۲}$

حالت (۲): به ذره با بار q، بار $-۳q$ اضافه شده پس:

$$q_۲=q+(-۳q)=-۲q\ ,\ E'=k\frac{q'}{r'^۲}=k\frac{۲q}{(۳d)^۲}$$

حال برای آنکه کمیت‌های یکسان این دو رابطه ساده شوند، این دو را بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{E'}{E}=\frac{q'}{q}\times(\frac{r}{r'})^۲\Rightarrow\frac{E'}{E}=\frac{۲q}{q}\times(\frac{d}{۳d})^۲\Rightarrow\frac{E'}{E}=\frac{۲}{۹}$$

۱۳۵ A **۱** ابتدا میدان را در هر دو حالت با توجه به داده‌های مسأله و رابطهٔ $E=k\frac{q}{r^۲}$، به‌دست می‌آوریم:

$$E_۱=k\frac{q}{r_۱^۲}\Rightarrow E_۱=k\frac{q}{۲^۲},\ E_۲=k\frac{q}{r_۲^۲}\Rightarrow E_۲=k\frac{q}{۳^۲}$$

برای به‌دست آوردن نسبت دو میدان، آن‌ها را بر هم تقسیم می‌کنیم:

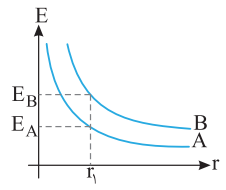
$$\frac{E_۱}{E_۲}=(\frac{r_۲}{r_۱})^۲\Rightarrow\frac{E_۱}{E_۲}=(\frac{۳}{۲})^۲\Rightarrow E_۱=\frac{۹}{۴}E_۲$$

با توجه به فرض مسأله خواهیم داشت:

$$E_۱-E_۲=۲۵۰\Rightarrow\frac{۹}{۴}E_۲-E_۲=۲۵۰\Rightarrow\frac{۵}{۴}E_۲=۲۵۰\Rightarrow E_۲=۲۰۰\,N/C$$

$$E_۱=\frac{۹}{۴}\times۲۰۰=۴۵۰\,N/C$$

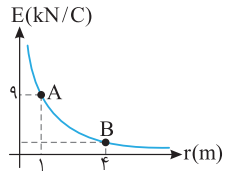
۱۳۶ A **۳** با توجه به نمودار $E-r$ روبه‌رو در یک فاصلهٔ یکسان اندازه میدان حاصل از بار B بزرگ‌تر از اندازه میدان حاصل از بار A است، بنابراین:



$$E_B>E_A\Rightarrow\frac{k|q_B|}{r_۱^۲}>\frac{k|q_A|}{r_۱^۲}$$

$$\Rightarrow|q_B|>|q_A|$$

۱۳۷ A **۲** با توجه به نمودار داریم:



$$E_A=۹\,kN/C=۹\times۱۰^۳=\frac{kq}{r_A^۲}$$

$$E_B=\frac{kq}{r_B^۲}\Rightarrow\frac{E_A}{E_B}=(\frac{r_B}{r_A})^۲$$

$$\Rightarrow\frac{۹\times۱۰^۳}{E_B}=(\frac{۱۶}{۱})\Rightarrow E_B=\frac{۹}{۱۶}\times۱۰^۳N/C$$

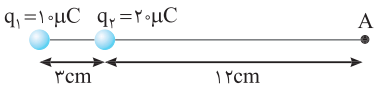
۱۳۸ B **۲** **خط فکری:** بارهای $q_۱$ و $q_۲$ ناهمنام و هم‌اندازه‌اند. اگر مقداری از بار مثبت را برداشته و به بار دیگر که منفی است اضافه کنیم حتماً هم مقدار بار مثبت کم می‌شود و هم مقدار بار منفی و اگر مقداری از بار منفی را برداشته و به بار مثبت اضافه کنیم نیز به همین شکل خواهد شد. مثلاً اگر دو بار $+۲\mu C$ و $-۲\mu C$ داشته باشیم و $+۰/۵\mu C$ از بار $+۲\mu C$ برداشته و به بار $-۲\mu C$ بدهیم، بار جدید هریک خواهد شد:

$$+۲\mu C-۰/۵\mu C=۱/۵\mu C\ ,\quad -۲\mu C+۰/۵\mu C=-۱/۵\mu C$$

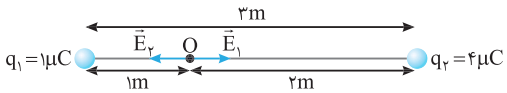
با کاهش بار $q_۲$ میدان الکتریکی ناشی از بار $q_۲$ در تمام نقاط فضا کاهش می‌یابد $(E\downarrow=k\frac{q_۲\downarrow}{r^۲})$ از جمله در محل بار $q_۱$. دقت کنید که منظور طراح سؤال، میدان الکتریکی بار $q_۲$ در محل بار $q_۱$ در نبودِ بار $q_۱$ است. زیرا اگر بار $q_۱$ درنظر گرفته شود میدان الکتریکی روی یک بار نقطه‌ای تعریف نشده است.

۱۳۹ A **۳** میدان الکتریکی هر بار را با استفاده از رابطهٔ $E=k\frac{q}{r^۲}$ به‌دست می‌آوریم و سپس بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{cases}E_۱=\frac{kq_۱}{r_۱^۲}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۱۰\times۱۰^{-۶}}{(۱۵\times۱۰^{-۲})^۲}=\frac{۱۰^۸}{۲۵}N/C\\ E_۲=\frac{kq_۲}{r_۲^۲}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۲۰\times۱۰^{-۶}}{(۱۲\times۱۰^{-۲})^۲}=\frac{۱۰^۸}{۸}N/C\end{cases}\Rightarrow\frac{E_۲}{E_۱}=\frac{۲۵}{۸}$$



۱۴۰ A **۱** هر دو بار مثبت‌اند پس میدان حاصل از هر بار به سمت خارج آن‌ها است.



حال اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از هر یک از بارها را به‌دست می‌آوریم:

$$E_۱=\frac{kq_۱}{r_۱^۲}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۱\times۱۰^{-۶}}{۱}=۹\times۱۰^۳N/C$$

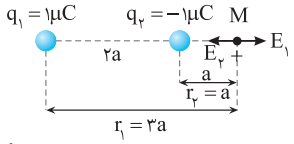
$$E_۲=\frac{kq_۲}{r_۲^۲}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۴\times۱۰^{-۶}}{۴}=۹\times۱۰^۳N/C$$

این دو میدان الکتریکی خلاف جهت هم‌اند پس میدان خالص در نقطهٔ O به‌صورت روبه‌رو به‌دست می‌آید:

$$E_T=E_۱-E_۲=۰$$

۱۴۱ A **۲** **خط فکری:** برای سؤالاتی که میدان خالص حاصل از چند بار در یک نقطه خواسته شده و نقطه و همهٔ بارها در یک راستا هستند، ابتدا جهت و اندازهٔ میدان حاصل از هر ذره را در آن نقطه به‌دست می‌آوریم: ۱) اگر میدان‌ها هم‌جهت باشند: $E_T=|E_۱-E_۲|$ ۲) اگر میدان‌ها خلاف هم باشند. $E_T=E_۱+E_۲$

ابتدا میدان الکتریکی $E_۲$ را برحسب میدان الکتریکی $E_۱$ به‌دست می‌آوریم:



$$\begin{cases}E_۱=k\frac{q_۱}{r_۱^۲}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۱۰^{-۶}}{۹a^۲}\\ E_۲=k\frac{|q_۲|}{r_۲^۲}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۱۰^{-۶}}{a^۲}\end{cases}\xrightarrow{\text{تقسیم دو رابطه بر هم}}E_۲=۹E_۱$$

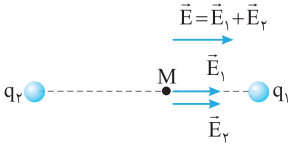
در صورت سؤال مقدار $E_۱$ برابر $۱۰^۳N/C$ بیان شده بنابراین میدان الکتریکی $E_۲$ برابر $۹\times۱۰^۳N/C$ است.

جهت میدان الکتریکی هم‌جهت با نیروی وارد بر بار مثبت است. در نقطهٔ M یک علامت مثبت می‌گذاریم، میدان بار $q_۱=+۱\mu C$ در نقطهٔ M به سمت راست و میدان بار $q_۲=-۱\mu C$ به سمت چپ است، یعنی مطابق شکل، $E_۱$ و $E_۲$ در نقطهٔ M در خلاف جهت هم هستند و میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M خواهد شد:

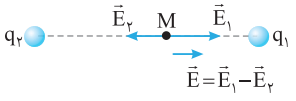
$$E=|E_۲-E_۱|=|۹\times۱۰^۳-۱۰^۳|=|(۹-۱)\times۱۰^۳|=۸\times۱۰^۳N/C$$

B ۱۴۲ ۴ $\vec{E}$ برایند $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ است و می‌تواند حالت‌های زیر را داشته باشد:

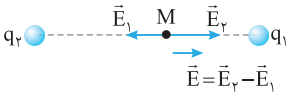
۱) در این شکل q_1 منفی و q_2 مثبت و برایند میدان‌ها به سوی راست است:



۲) در این شکل q_2 و q_1 منفی هستند و $|q_1|>|q_2|$، بنابراین برایند میدان‌ها در این حالت نیز به سوی راست است:



۳) در این شکل q_2 و q_1 مثبت هستند و $|q_2|>|q_1|$، بنابراین برایند میدان‌ها در این حالت نیز به سوی راست است:

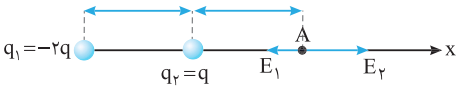


در نتیجه بسته به شرایط هر سه حالت می‌تواند درست باشد.

B ۱۴۳ ۳ بار q_1 منفی است پس میدان حاصل از این بار در نقطهٔ A به سمت بار q_1 و بار q_2 مثبت و جهت میدان حاصل از آن در نقطهٔ A به سمت خارج بار است.

حال با استفاده از رابطهٔ میدان $(k\frac{q}{r^2})$ اندازهٔ میدان‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$E_1=\frac{k(2q)}{(2a)^2}=\frac{kq}{2a^2} \quad , \quad E_2=\frac{kq}{a^2}$$



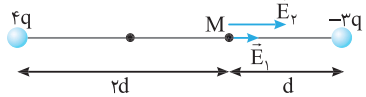
میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_2 در نقطهٔ A خلاف جهت هم است. بنابراین میدان‌ها را از هم کم می‌کنیم:

$$E_{T_A}=E_2-E_1=\frac{kq}{a^2}-\frac{kq}{2a^2}=\frac{kq}{2a^2}$$

$E_2>E_1$ است، پس برایند در جهت مثبت محور x است.

B ۱۴۴ ۱ با توجه به علامت بارها جهت میدان‌های حاصل از بارهای $4q$ و $-3q$ که با E_1 و E_2 نشان داده شده‌اند را مشخص می‌کنیم و میدان‌های E_1 و E_2 را حساب می‌کنیم.

$$E_1=\frac{k\times 4q}{(2d)^2}=\frac{kq}{d^2} \quad (1) \quad , \quad E_2=\frac{k\times 3q}{d^2}=3\frac{kq}{d^2} \quad (2)$$

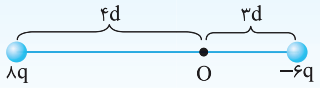


در صورت مسئله، میدان بار q در فاصلهٔ d، E معرفی شده است یعنی $E=k\frac{q}{d^2}$ می‌باشد. حال میدان‌های E_1 و E_2 را برحسب E می‌نویسیم.

$$\begin{cases}(1)\ \text{رابطه}: E_1=k\frac{q}{d^2}\xrightarrow{E=k\frac{q}{d^2}}E_1=E\\ (2)\ \text{رابطه}: E_2=3\frac{kq}{d^2}\Rightarrow E_2=3E\end{cases}$$

$$\xrightarrow{E_1\ \text{و}\ E_2\ \text{هم‌جهت هستند}} E_T=E_1+E_2=E+3E\Rightarrow E_2=4E$$

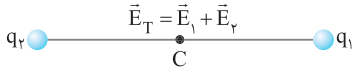
تست ۲۲ اگر اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در فاصلهٔ d از آن برابر E باشد، اندازهٔ میدان برایند در نقطهٔ O در شکل مقابل چند برابر E خواهد بود؟



۱) $\frac{7}{6}$
۲) $\frac{1}{6}$
۳) ۲
۴) ۱۴

گزینهٔ ۱ ✓

A ۱۴۵ ۲ **خط فکری:** اندازهٔ میدان الکتریکی با اندازهٔ بار الکتریکی ذره‌ای که میدان را به وجود آورده $(E=k\frac{q}{r^2})$ رابطهٔ مستقیم دارد. میدان خالص در حالت اول به‌صورت روبه‌رو است: $\vec{E}_T=\vec{E}_1+\vec{E}_2$

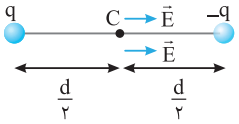


چون هر بار دو برابر شده است، اندازهٔ میدان هر بار در نقطهٔ C، دو برابر می‌شود. بنابراین میدان خالص در حالت دوم به‌صورت زیر است.

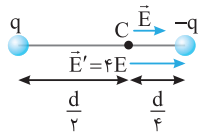
$$\vec{E}'_T=2\vec{E}_1+2\vec{E}_2=2(\vec{E}_1+\vec{E}_2)=2\vec{E}_T\Rightarrow E'_T=2\times 1000=2000\,N/C$$

B ۱۴۶ ۳ **خط فکری:** فاصلهٔ بار از یک نقطه با میدان حاصل از بار در آن نقطه رابطه عکس و مجذوری دارد مثلاً اگر فاصله را دو برابر کنیم، میدان $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود.

۱) با توجه به علامت بارها جهت میدان حاصل از دو بار در نقطهٔ C هم‌جهت هم بوده و میدان خالص در این نقطه برابر مجموع میدان هر یک از بارها، یعنی برابر 2E می‌شود.



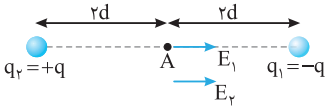
۲) وقتی یکی از بارها، $\frac{d}{4}$ به دیگری نزدیک می‌شود، فاصلهٔ آن بار از نقطهٔ C نصف $(\frac{1}{2}$ برابر) می‌شود و میدان مربوط به آن بار، ۴ برابر می‌شود.



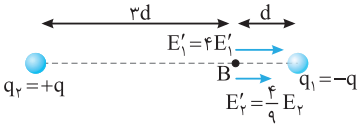
در این صورت میدان خالص $E+4E=5E$ شده که نسبت به حالت اول میدان ۲/۵ $(\frac{5E}{2E}=2/5)$ برابر می‌شود.

C ۱۴۷ ۳ اندازهٔ دو بار و فاصلهٔ آن‌ها تا نقطهٔ A برابر است پس میدان الکتریکی بارهای $+q$ و $-q$ در نقطهٔ A هم‌اندازه و با توجه به علامت بارها، این دو میدان هم‌جهت‌اند:

$$E_A=E_1+E_2\xrightarrow[E_A=E]{E_1=E_2}E=2E_1$$



فاصلهٔ بار $-q$ تا نقطهٔ B، نصف فاصلهٔ آن تا نقطهٔ A است و میدان الکتریکی آن ۴ برابر میدان در نقطهٔ A می‌شود $E'_1=4E_1$ و فاصلهٔ بار $+q$ تا B، $\frac{3}{2}$ برابر فاصله تا A است و میدان آن در B، $\frac{4}{9}$ برابر حالت قبل می‌شود. $E'_2=\frac{4}{9}E_2$



E'_1 و E'_2 هم‌جهت‌اند:

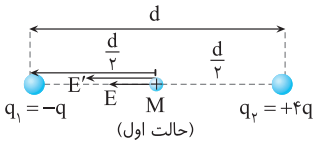
$$E_B=E'_2+E'_1=\frac{4}{9}E_2+4E_1\xrightarrow{E_2=E_1}E_B=\frac{4+36}{9}E_1=\frac{40}{9}E_1$$

در این صورت:

$$\frac{E_B}{E}=\frac{\frac{40}{9}E_1}{2E_1}=\frac{20}{9}$$

B ۱۴۸ ۲ **خط فکری:** اگر میدان بار q در فاصلهٔ r برابر E باشد با توجه به رابطه $E=\frac{kq}{r^2}$ چنانچه بار دو برابر شود میدان در آن نقطه دو برابر می‌شود و اگر بار سه برابر شود میدان در آن نقطه سه برابر شود. در حل این مسئله میدان بار الکتریکی q در نقطهٔ M را برابر E فرض می‌کنیم. در این صورت میدان الکتریکی بار 4q در همان فاصله 4E می‌شود. در نقطهٔ M میدان الکتریکی بار منفی q_1 (E) به سمت چپ است و میدان الکتریکی بار مثبت $(E')+4q$ نیز به سمت چپ است در نتیجه میدان برایند در نقطهٔ M مجموع دو میدان E و 4E است.

$$E_1=E+4E=5E$$



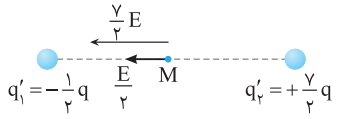
(حالت اول)

اگر از بار $-q$ نصف بار را برداریم مقدار بار الکتریکی آن $q'_1=-\frac{1}{2}q$ می‌شود در این صورت میدان الکتریکی این بار در نقطهٔ M نصف می‌شود $(\frac{E}{2})$ و همچنان جهت میدان به سمت چپ است. با دادن بار $-\frac{1}{2}q$ به بار $+4q$، بار آن $+4q-\frac{1}{2}q=\frac{7}{2}q$ شده و میدان حاصل از این بار نیز $\frac{7}{2}E$ می‌شود که جهت آن به سمت چپ است و میدان برایند در این حالت برابر است با:

$$E_2=\frac{E}{2}+\frac{7}{2}E=4E$$

بنابراین نسبت $\frac{E_1}{E_2}$ خواهد شد:

$$\frac{E_1}{E_2}=\frac{5E}{4E}=\frac{5}{4}$$

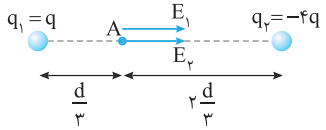


(حالت دوم)

تذکر: به توضیحات مفصل ما نگاه نکنید حل این تست باید در زمان کوتاهی انجام شود تنها باید دقت کنید که در حل این مسائل میدان یک بار را مشخص کرده و به کمک رابطهٔ $E=\frac{kq}{r^2}$ میدان بارهای دیگر را بر اساس آن معین کنید.

B ۱۴۹ ۱ ابتدا میدان الکتریکی بارهای $q_1=q$ و $q_2=-4q$ را در نقطهٔ A به‌دست می‌آوریم.

$$E_1=\frac{kq}{(\frac{d}{3})^2}\Rightarrow E_1=\frac{9kq}{d^2}\quad,\quad E_2=\frac{k(4q)}{(\frac{2d}{3})^2}\Rightarrow E_2=\frac{9}{4}(\frac{k\times 4q}{d^2})=9\frac{kq}{d^2}$$



بنابراین E_1 و E_2 در نقطهٔ A هم‌اندازه هستند. میدان‌های $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ در نقطهٔ A هم‌جهت و به سمت راست‌اند و میدان خالص در نقطه A، جمع میدان‌های $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ است $(\vec{E}_T=\vec{E}_1+\vec{E}_2)$ در صورت سؤال میدان خالص در نقطهٔ A را E معرفی کرده است، از این‌رو:

$$\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2\xrightarrow{E_1=E_2}\vec{E}=2\vec{E}_1\Rightarrow\vec{E}_1=\frac{\vec{E}}{2},\vec{E}_2=\frac{\vec{E}}{2}$$

با حذف بار $q_1=q$ تنها بار $q_2=-4q$ باقی می‌ماند که میدان الکتریکی آن در نقطهٔ A برابر $\frac{\vec{E}}{2}$ است.

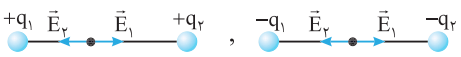
تست ۲۳ **دو بار نقطه‌ای همنام که اندازهٔ یکی ۴ برابر دیگری است به فاصلهٔ d از یکدیگر قرار دارند و بزرگی برایند میدان الکتریکی در وسط دو بار ۳۰۰N/C است. اگر بار بزرگ‌تر را خنثی کنیم، اندازهٔ بزرگی میدان در نقطهٔ مذکور چند نیوتون بر کولن خواهد بود؟** کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۳۷/۵ ۲) ۵۰

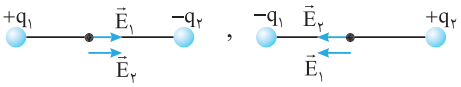
۳) ۷۵ ۴) ۱۰۰ ✓ گزینهٔ ۴

B ۱۵۰ ۴ ابتدا به یادآوری نکات زیر می‌پردازیم:

– اگر دوبار همنام باشند، میدان حاصل از دو بار در نقطه‌ای بین آن‌ها، در خلاف جهت هم است.



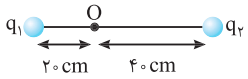
– اگر دوبار ناهمنام باشند میدان حاصل از دو بار در نقطه‌ای بین آن‌ها، هم‌جهت است.



اکنون به حل مسأله می‌پردازیم:

وقتی q_1 را خنثی می‌کنیم، فقط میدان بار q_2 باقی می‌ماند، یعنی $\vec{E}_2=-\vec{E}$ است. در حالت اول برایند میدان‌ها برابر $\vec{E}$ بوده است، از این‌رو:

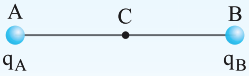
$$\begin{cases}\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2\\ \vec{E}_2=-\vec{E}\end{cases}\Rightarrow\vec{E}=\vec{E}_1-\vec{E}\Rightarrow\vec{E}_1=2\vec{E}$$



$\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ خلاف جهت هم هستند، پس دوبار q_1 و q_2 همنام هستند.

$$\begin{cases}E_1=2E\\ E_2=E\end{cases}\Rightarrow E_1=2E_2\Rightarrow\frac{kq_1}{400\times10^{-4}}=2\times\frac{kq_2}{1600\times10^{-4}}\Rightarrow\frac{q_1}{q_2}=\frac{1}{2}$$

تست ۲۴ **در شکل زیر میدان حاصل از دو بار q_A و q_B در نقطهٔ C وسط AB برابر $3\vec{E}_1$ است. اگر بار q_B را خنثی کنیم، بزرگی میدان در نقطهٔ C برابر $-2\vec{E}_1$ می‌شود. در این صورت q_A و q_B، چه رابطه‌ای دارند؟**



۱) ناهمنام و $|q_A|=\frac{5}{2}|q_B|$

۲) ناهمنام و $|q_B|=\frac{5}{2}|q_A|$

۳) همنام و $|q_A|=\frac{5}{2}|q_B|$

۴) همنام و $|q_B|=\frac{5}{2}|q_A|$ ✓ گزینهٔ ۴