

بخش سوم: میدان الکتریکی

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.

- میدان الکتریکی، کمیتی برداری است و یکای آن در SI نیوتون بر کولن ($\frac{N}{C}$) است.

- میدان الکتریکی، برابر نیروی وارد بر یکای بار مثبت در هر نقطه از میدان است.

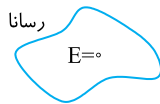
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

- q_0 ، بار آزمون نامیده می‌شود. بار آزمون، بار مثبت و بسیار کوچکی است که اگر در میدان الکتریکی قرار گیرد، آرایش میدان تغییر نمی‌کند.

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

- میدان الکتریکی بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی r از آن برابر است با:

- در بخش‌های بعد خواهید دید که درون یک جسم رسانا میدان الکتریکی صفر است.



- جهت میدان الکتریکی در یک نقطه از فضا، هم‌جهت با نیروی وارد بر بار مثبت (بار آزمون) واقع در آن نقطه است.

مثال: بر یک الکترون در یک میدان الکتریکی نیروی $10^{-16} N$ وارد می‌شود. بزرگی میدان الکتریکی در محل الکترون چند نیوتون بر کولن است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

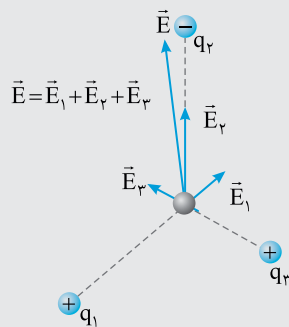
پاسخ: با توجه به تعریف میدان الکتریکی خواهیم داشت:

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow E = \frac{10^{-16}}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{10^3}{1/6} \Rightarrow E = 625 \frac{N}{C}$$

برهم‌نهی 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.

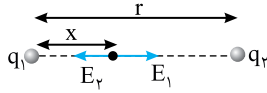
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$



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.

تست ۱۴: دو بار نقطه‌ای $q_1 = 2\mu C$ و $q_2 = 8\mu C$ در فاصله‌ی 60cm از هم قرار دارند. در چه نقطه‌ای میدان الکتریکی صفر می‌شود؟

- (۱) در فاصله 20cm از بار q_2 و خارج دو بار
(۲) در فاصله 20cm از بار q_1 و خارج دو بار
(۳) در فاصله 40cm از بار q_2 و بین دو بار
(۴) در فاصله 40cm از بار q_1 و بین دو بار



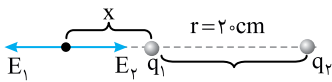
پاسخ: میدان‌ها را در نقطه‌ای بین دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر رسم می‌کنیم. برآیند میدان‌ها باید صفر باشد، از این‌رو میدان‌ها باید در خلاف جهت هم و هم‌اندازه باشند.

$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{q_1}{x^2} = k \frac{q_2}{(r-x)^2} \Rightarrow \frac{2}{x^2} = \frac{8}{(60-x)^2} \Rightarrow 60-x = 2x \Rightarrow x = 20\text{cm}$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

تست ۱۵: دو بار نقطه‌ای $q_1 = 1\mu C$ و $q_2 = -9\mu C$ در فاصله‌ی 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 دو بار
(۳) در فاصله 40cm از بار q_2 و خارج از دو بار
(۴) در فاصله 30cm از بار q_1 و خارج دو بار



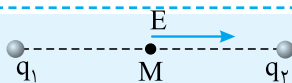
$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{q_1}{x^2} = k \frac{q_2}{(r+x)^2} \Rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{9}{(20+x)^2}$$

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

بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

نتیجه

- جهت میدان الکتریکی دوبار همنام بین دو بار در خلاف جهت هم و خارج از دو بار هم‌جهت است.
- میدان دو بار همنام و نامساوی بین دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر می‌تواند صفر باشد.
- جهت میدان الکتریکی دو بار ناهمنام بین دو بار هم‌جهت و خارج از دو بار در خلاف جهت هم است.
- میدان دو بار ناهمنام و نامساوی خارج از خط واصل دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر می‌تواند صفر باشد.



تست ۱۶: میدان الکتریکی دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی M وسط خط واصل دو بار برابر E است. اگر بار q_1 را حذف کنیم. میدان الکتریکی در نقطه‌ی M برابر

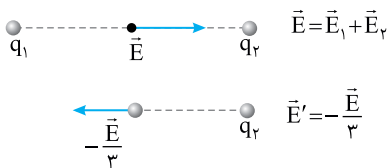
$\frac{\vec{E}}{3}$ می‌شود. حاصل $\frac{q_2}{q_1}$ را بیابید.

(۴) $-\frac{1}{4}$

(۳) $-\frac{1}{3}$

(۲) $\frac{1}{3}$

(۱) $\frac{1}{4}$



پاسخ: با توجه به این که با حذف بار q_1 ، میدان بار q_2 در خلاف جهت میدان برآیند شده است، نتیجه می‌گیریم که میدان q_1 در جهت میدان برآیند بوده است. بنابراین دو بار q_1 و q_2 میدان‌های خلاف جهت هم دارند، پس همنام بوده‌اند. میدان حاصل از q_1 برابر است با $\vec{E} - (-\frac{\vec{E}}{3}) = \frac{4\vec{E}}{3}$ ، بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{E_2}{E_1} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{4}{3}} = \frac{1}{4}$$

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

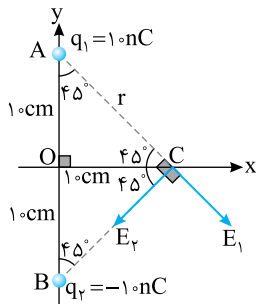
تست ۱۷: دو بار الکتریکی $q_1 = 1.0 \text{ nC}$ در نقطه‌ی $A(0, 1.0 \text{ cm})$ و $q_2 = -1.0 \text{ nC}$ در نقطه‌ی $B(0, -1.0 \text{ cm})$ قرار دارند، بزرگی میدان در نقطه‌ی $C(1.0 \text{ cm}, 0)$ چند نیوتون بر کولن و جهت میدان کدام است؟

(۱) صفر

(۲) 1.8×10^3 ، سوی منفی محور y ها

(۳) $\frac{9\sqrt{2}}{2} \times 10^3$ ، سوی مثبت محور y ها

(۴) $9\sqrt{2} \times 10^3$ ، سوی منفی محور y ها



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.

$$r = \sqrt{(1.0 \times 10^{-2})^2 + (1.0 \times 10^{-2})^2} = \sqrt{2} \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$E_1 = E_2 = E = k \frac{q}{r^2}$$

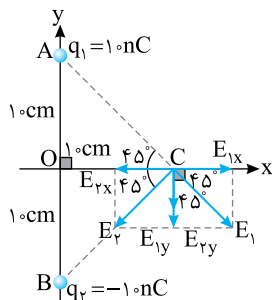
$$\Rightarrow E = 9 \times 10^9 \times \frac{1.0 \times 10^{-9}}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow E = \frac{9}{2} \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

بزرگی میدان خالص در نقطه‌ی C خواهد شد:

$$E_C = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2} E_1 = \sqrt{2} E \Rightarrow E_C = \frac{9\sqrt{2}}{2} \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

از تقارن شکل پیداست که جهت میدان \vec{E}_C در سوی منفی محور y ها است یعنی

$$\vec{E}_C = \frac{-9\sqrt{2}}{2} \times 10^3 \hat{j} \text{ درست است.}$$



روش دیگر: همان‌گونه که در ریاضی پایه‌ی هشتم خوانده‌اید می‌توان یک بردار را به صورت مختصاتی و یا برحسب بردارهای واحد \vec{i} و \vec{j} نوشت. پس هر میدان را تجزیه کرده و برحسب بردارهای \vec{i} و \vec{j} می‌نویسیم، سپس بردار برآیند یا حاصل جمع را به دست می‌آوریم. با توجه به شکل E_{1x} و E_{2x} یکسان و خلاف جهت هم هستند و $E_x = 0$ می‌شود. بنابراین $E_C = E_{1y} + E_{2y}$ خواهد شد:

$$E_C = E_1 \sin 45^\circ + E_2 \sin 45^\circ$$

$$\Rightarrow E_C = \frac{9}{2} \times 10^3 \times \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) + \frac{9}{2} \times 10^3 \times \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

$$\Rightarrow E_C = \frac{9\sqrt{2}}{2} \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \Rightarrow \vec{E}_C = -\frac{9\sqrt{2}}{2} \times 10^3 \hat{j}$$

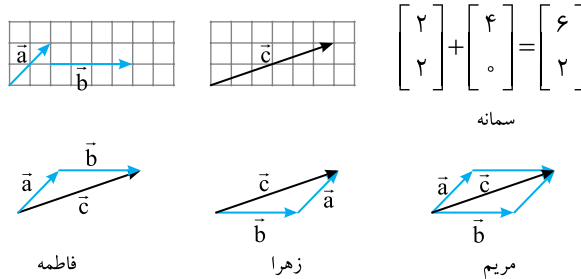
خوب است بدانید که به دو بار الکتریکی نقطه‌ای یکسان $+q$ و $-q$ که در فاصله‌ی

معین از هم قرار دارند، دوقطبی الکتریکی گویند.

در این جا مسأله‌ای را که قبلاً در کتاب ریاضی هشتم داشته‌اید، به منظور یادآوری، بررسی می‌کنیم (صفحه‌ی ۷۲ - فعالیت ۴):

یادآوری

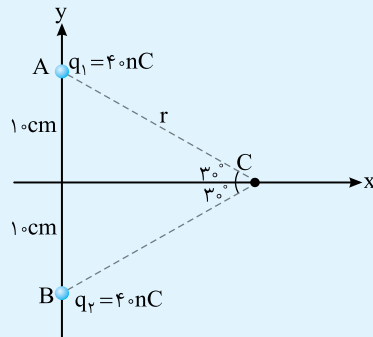
۴- راه‌حل‌های دانش‌آموزان برای پیدا کردن جمع دو بردار a و b را مشاهده و مقایسه کنید.



روش سمانه را جمع مختصاتی دو بردار گویند. در روش زهرا و فاطمه یک بردار از انتهای بردار دیگر رسم شده است سپس برای به‌دست آوردن بردار برآیند یا حاصل جمع (بردار c) از ابتدای بردار اول به انتهای بردار دوم، رسم شده است. در سال‌های آینده خواهید خواند که به این روش روش مثلث یا چندضلعی گویند.

در روش مریم که برای ما مهم است، دو بردار a و b از یک نقطه رسم شده‌اند. سپس روی این دو بردار یک متوازی‌الاضلاع رسم شده است. سرانجام قطر متوازی‌الاضلاع یعنی بردار c رسم شده است، بنابراین برای به‌دست آوردن بردار دو بردار با توجه به ریاضی پایه‌ی هشتم می‌توان از قطر متوازی‌الاضلاع استفاده کرد. برای به‌دست آوردن جهت بردار برآیند در مسأله قبل کافی است از قطر متوازی‌الاضلاع کمک گرفت.

تست ۱۸: در شکل روبه‌رو بردار میدان الکتریکی برحسب واحد SI در نقطه‌ی C کدام است؟



$$\vec{E} = 9 \times 10^3 \vec{j} \quad (1)$$

$$\vec{E} = -9 \times 10^3 \vec{j} \quad (2)$$

$$\vec{E} = 9\sqrt{3} \times 10^3 \vec{i} \quad (3)$$

$$\vec{E} = -9\sqrt{3} \times 10^3 \vec{i} \quad (4)$$

پاسخ: ضلع روبه‌رو به زاویه‌ی 30° نصف وتر است، بنابراین $r = 20 \text{ cm}$ می‌شود. میدان‌های الکتریکی E_1 و E_2 باهم برابرند.

$$E = k \frac{q}{r^2} \Rightarrow E = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-9}}{4 \times 10^{-2}} \Rightarrow E = 9 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \Rightarrow E_1 = E_2 = 9 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

اکنون بردارهای E_1 و E_2 را تجزیه می‌کنیم. E_{1y} و E_{2y} برابر و خلاف جهت هم بوده و همدیگر را خنثی می‌کنند بنابراین میدان الکتریکی خالص در نقطه‌ی C خواهد شد:

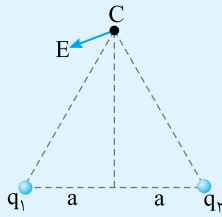
$$E_C = E_{1x} + E_{2x} = E_1 \cos 30^\circ + E_2 \cos 30^\circ = 2E \cos 30^\circ$$

$$\Rightarrow E_C = 2 \times 9 \times 10^3 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow E = 9\sqrt{3} \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

و با توجه به شکل: $\vec{E} = 9\sqrt{3} \times 10^3 \vec{i}$ ، بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

۱- این گونه مسائل که با علامت * مشخص کرده‌ایم در برنامه رسمی کتاب درسی نیست اما به دلیل آن که شما در سال بعد ریاضیات بردار را در سطح وسیع‌تری یاد می‌گیرید ممکن است در کنکور از این گونه مسأله‌ها مطرح گردد.

تست ۱۹: در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی خالص (برآیند) دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی C رسم شده است. کدام گزینه درباره‌ی q_1 و q_2 درست است؟

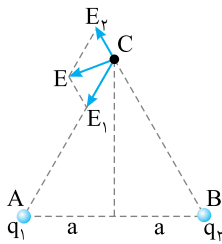


(۱) $|q_1| > |q_2|$ ، منفی q_1 ، مثبت q_2

(۲) $|q_1| > |q_2|$ ، مثبت q_1 ، منفی q_2

(۳) $|q_1| < |q_2|$ ، منفی q_1 ، مثبت q_2

(۴) $|q_1| < |q_2|$ ، مثبت q_1 ، منفی q_2



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 برآیند (حاصل جمع) این دو بردار است، بنابراین E را با توجه به آنچه در ریاضیات هشتم درباره‌ی 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 فاصله‌ی 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، بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

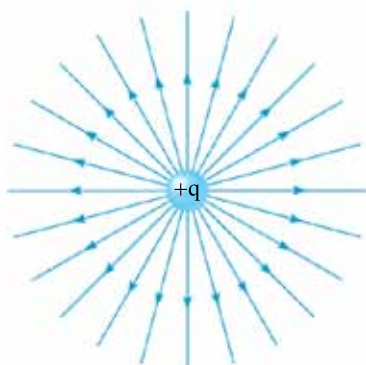
خطوط میدان الکتریکی

- برای نمایش میدان الکتریکی در ناحیه‌ای از فضا، از خط‌هایی به نام خطوط میدان استفاده می‌شود.
- سوی خطوط میدان هم‌جهت با نیروی وارد بر بار آزمون است و از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شود.
- در هر نقطه، بردار میدان الکتریکی بر خط میدان مماس بوده و جهت بردار میدان الکتریکی هم‌سو با خط‌های میدان الکتریکی است.
- هر چه میدان در ناحیه‌ای قوی‌تر باشد، تراکم خط‌ها در آن ناحیه از فضا بیش‌تر است.
- تعداد خط‌هایی که از یک بار شروع می‌شوند یا به یک بار ختم می‌شوند، متناسب با اندازه‌ی بار است.
- در نزدیکی یک بار نقطه‌ای، خط‌های میدان به صورت شعاعی (در امتداد شعاع دایره‌ای به مرکز بار نقطه‌ای) هستند.
- خط‌های میدان یک‌دیگر را قطع نمی‌کنند، در واقع بردار میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا منحصر به فرد است.
- خط‌های میدان بر سطح رسانا عمود است.

مثال‌هایی از رسم خط‌های میدان الکتریکی

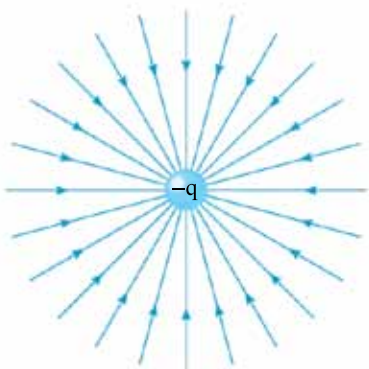
در هر یک از شکل‌های زیر، خط‌های میدان در ناحیه‌ای از فضا در اطراف یک توزیع بار رسم شده و در مورد تغییر میدان، به طور مختصر نکاتی بیان شده است.

الف) خطوط میدان الکتریکی در جهت دور شدن از ذره‌ی باردار $+q$ است.



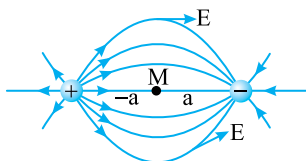
شکل (الف)

ب) خطوط میدان الکتریکی به سمت ذره‌ی باردار $-q$ است.



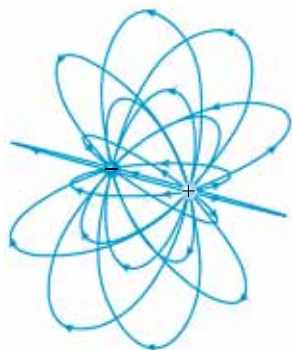
شکل (ب)

پ) خط‌های میدان الکتریکی دو قطبی الکتریکی



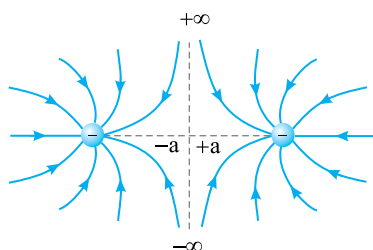
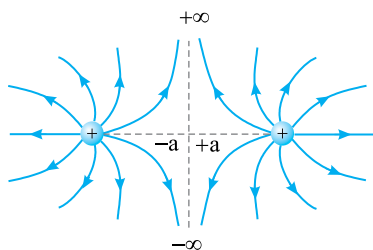
شکل (پ)

ت) نمایش سه بعدی خطوط میدان برای یک دو قطبی الکتریکی



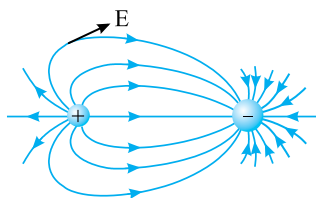
شکل (ت)

ث) خط‌های میدان الکتریکی دو بار همنام یکسان



- اگر دو بار منفی باشند، شکل خطوط شبیه شکل (ث) است با این تفاوت که سوی خطوط وارونه می‌شود.

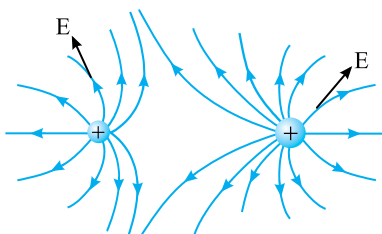
شکل‌های (ج) و (چ): خطوط میدان بارهای نامساوی



شکل (ج)

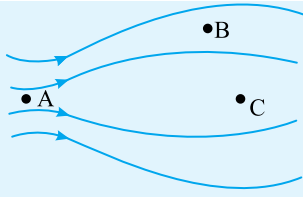
- در شکل (ج) بار سمت راست منفی و بار سمت چپ مثبت است، زیرا خطوط از بار سمت چپ خارج شده و به بار سمت راست وارد شده‌اند.

- بار سمت راست از نظر مقدار از بار سمت چپ بزرگ‌تر است، زیرا خط‌های میدان آن بیش‌تر است.



شکل (چ)

- در شکل (چ) بار سمت چپ از بار سمت راست کوچک‌تر است، زیرا خط‌های میدان آن کم‌تر و تراکم خطوط در اطراف آن کم‌تر است.



تست ۲۰: در شکل روبه‌رو تعدادی از خط‌های یک میدان الکتریکی در ناحیه‌ای از فضا رسم شده است. کدام گزینه درباره‌ی میدان الکتریکی در نقاط A، B و C درست است؟

$$E_A > E_C > E_B \quad (۲)$$

$$E_A < E_B = E_C \quad (۱)$$

$$E_A > E_B = E_C \quad (۴)$$

$$E_A > E_B > E_C \quad (۳)$$

پاسخ: به ترتیب در نقطه‌های A، B و C تراکم خط‌های میدان در حال کاهش است، بنابراین $E_A > E_B > E_C$ است. بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

میدان الکتریکی یکنواخت

تعریف



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

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

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

- برای ایجاد میدان الکتریکی یکنواخت از دو صفحه‌ی رسانای موازی با بارهای ناهم‌نام و یکسان استفاده می‌شود.

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

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



طرحی از خطوط میدان یکنواخت بین دو صفحه رسانا موازی با بارهای هم‌اندازه و ناهم‌نام

تست ۲۱: ذره‌ای به جرم ۲ گرم با بار الکتریکی $-۱۰ \mu\text{C}$ در یک میدان الکتریکی معلق و در تعادل است، اندازه‌ی میدان چند نیوتون بر کولن و جهت آن کدام است؟ ($g = ۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

- (۱) $۱۰^{-۳}$ ، رو به پایین (۲) ۲×۱۰^{-۳} ، رو به بالا (۳) ۲×۱۰^{-۳} ، رو به پایین (۴) $۱۰^{-۳}$ ، 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 (برآیند) صفر شود و ذره در تعادل باشد.

$$mg = |q|E \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ = ۱۰ \times ۱۰^{-۶} \times E \Rightarrow E = ۲ \times ۱۰^{-۳} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

اما بر بار منفی جهت میدان نیرو وارد می‌شود. از این‌رو میدان الکتریکی باید رو به پایین باشد و گزینه‌ی (۳) درست است.

پرسش‌های چهار گزینه‌ای بخش سوم

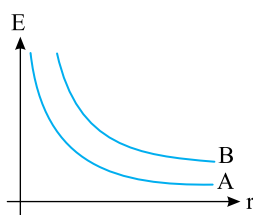
تعریف میدان الکتریکی

۸۷- میدان الکتریکی چه نوع کمیتی است و یکای آن در SI کدام می‌باشد؟

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

(آزاد ریاضی عصر- ۸۷)

- ۸۸- کدام گزینه در مورد میدان الکتریکی صحیح می‌باشد؟
 (۱) همواره به طرف بار الکتریکی ایجاد کننده‌ی میدان است.
 (۲) خاصیت فضای اطراف بار الکتریکی است.
 (۳) در هر نقطه برابر نیروی وارد بر بار الکتریکی منفی واقع در آن نقطه است.
 (۴) در هر نقطه برابر نیروی وارد بر بار الکتریکی مثبت واقع در آن نقطه است.
- ۸۹- بر یک الکترون در میدان الکتریکی یکنواخت E ، نیرویی
 (۱) وارد نمی‌شود.
 (۲) متناسب با میدان و هم‌جهت با آن اثر می‌کند.
 (۳) در خلاف جهت میدان وارد می‌شود.
 (۴) عمود بر امتداد میدان اثر می‌کند به شرط آن‌که الکترون متحرک باشد.
- ۹۰- دو بار نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 6 \times 10^{-7} \text{ C}$ از فاصله‌ی d بر هم نیروی 300 نیوتون وارد می‌کنند. اگر بار q_2 خنثی شود، بزرگی میدان الکتریکی در محل این بار چند نیوتون بر کولن خواهد بود؟
 (۱) 2×10^{-9} (۲) 2×10^{-5} (۳) 5×10^{-8} (۴) $1/8 \times 10^{-4}$
- ۹۱- بار الکتریکی $3/2 \mu\text{C}$ در میدان الکتریکی $\frac{N}{C} \times 5/2$ قرار دارد. نیرویی که از طرف میدان بر این بار الکتریکی وارد می‌شود، چند نیوتون است؟
 (۱) 8×10^{-5} (۲) $3/2 \times 10^{-10}$ (۳) $3/2 \times 10^{-11}$ (۴) 8×10^{-1}
- ۹۲- میدان الکتریکی که در یک صفحه برقرار است به صورت $\vec{E} = 3 \times 10^4 \vec{i} + 4 \times 10^4 \vec{j}$ بیان شده است (در سیستم SI). اندازه‌ی نیروی وارد بر بار الکتریکی نقطه‌ای $q = 2 \text{ mC}$ از طرف این میدان چند نیوتون است؟
 (۱) 100 (۲) 100 (۳) 50 (۴) 5
- ۹۳- در یک نقطه از فضا بر بار 10^{-6} C ، نیروی $\vec{F} = -300\vec{i} + 200\vec{j}$ بر حسب نیوتون وارد می‌شود. میدان الکتریکی در این نقطه بر حسب نیوتون بر کولن به کدام صورت است؟
 (۱) $\vec{E} = -300\vec{i} + 200\vec{j}$ (۲) $\vec{E} = 300\vec{i} - 200\vec{j}$ (۳) $\vec{E} = 3000\vec{i} - 2000\vec{j}$ (۴) $\vec{E} = -3000\vec{i} + 2000\vec{j}$
- ۹۴- میدان الکتریکی در فاصله‌ی 20 سانتی‌متری از بار q برابر $18 \frac{N}{C}$ است. چند سانتی‌متر دیگر از بار فوق دور شویم تا میدان الکتریکی برابر $8 \frac{N}{C}$ شود؟
 (۱) 10 (۲) 20 (۳) 30 (۴) 40
- ۹۵- اندازه‌ی میدان الکتریکی در فاصله‌ی 2 متری یک بار الکتریکی نقطه‌ای، 250 نیوتون بر کولن بیش‌تر از اندازه‌ی میدان در فاصله‌ی 3 متری آن بار الکتریکی است. میدان الکتریکی در فاصله‌ی 2 متری چند نیوتون بر کولن است؟
 (۱) 450 (۲) 250 (۳) 200 (۴) 650
- ۹۶- بزرگی میدان الکتریکی ذره‌ای با بار الکتریکی q در فاصله‌ی d از آن برابر E است. اگر بار $3q$ را به ذره اضافه کنیم، اندازه‌ی میدان الکتریکی آن در فاصله‌ی $3d$ از ذره چند برابر E خواهد شد؟
 (۱) $\frac{1}{9}$ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) $\frac{2}{3}$ (۴) 1
- ۹۷- بار الکتریکی نقطه‌ای 6 nC در نقطه‌ی $A(-3 \text{ cm}, -4 \text{ cm})$ واقع شده است. اندازه‌ی میدان الکتریکی این بار در نقطه‌ی $B(-6 \text{ cm}, 2 \text{ cm})$ چند $\frac{N}{C}$ است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$
 (۱) 10^5 (۲) 2×10^3 (۳) 3×10^4 (۴) $1/2 \times 10^4$



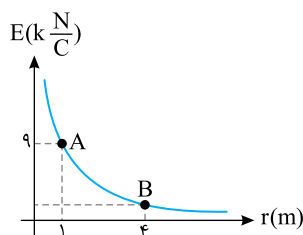
۹۸- نمودار $E-r$ دو ذره‌ی باردار A و B در فواصل مختلف رسم شده است. کدام گزینه درست است؟
(برگرفته از کتاب درسی)

(۱) $|q_A| > |q_B|$

(۲) $|q_A| = |q_B|$

(۳) $|q_A| < |q_B|$

(۴) نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد.



۹۹- نمودار $E-r$ بار q رسم شده است. میدان در نقطه‌ی B در SI برابر کدام گزینه است؟
(برگرفته از کتاب درسی)

(۲) $\frac{9}{16} \times 10^3$

(۱) $\frac{9}{8} \times 10^3$

(۴) 9×10^4

(۳) 0.9×10^3

۱۰۰- دو بار نقطه‌ای و مثبت q و $9q$ به فاصله‌ی d از یکدیگر قرار دارند. در چه فاصله‌ای از بار q میدان الکتریکی حاصل از این دو بار صفر است؟

(۴) $\frac{d}{2}$

(۳) $\frac{2d}{3}$

(۲) $\frac{d}{3}$

(۱) $\frac{d}{4}$

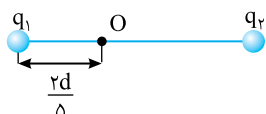
۱۰۱- دو بار نقطه‌ای $-q$ و $+9q$ در فاصله‌ی 18 cm از هم قرار دارند، در فاصله‌ی چند سانتی‌متری از بار $-q$ میدان الکتریکی خالص صفر می‌شود؟

(۴) 13.5

(۳) 90

(۲) 270

(۱) 45



۱۰۲- دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 به فاصله‌ی d از یکدیگر قرار دارند. اگر میدان الکتریکی در نقطه‌ی O به فاصله‌ی $\frac{2}{5}d$ از بار q_1 صفر باشد، کدام است؟

(۴) $\frac{9}{4}$

(۳) $\frac{3}{2}$

(۲) $-\frac{9}{4}$

(۱) $-\frac{3}{2}$

۱۰۳- دو بار الکتریکی نقطه‌ای $-Q_1$ و $+Q_2$ در فاصله‌ی یک متری از هم قرار دارند. اگر در نقطه‌ای بین دو بار و به فاصله‌ی 40 cm از بار $-Q_1$ ،

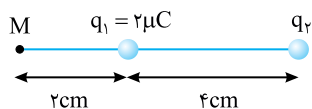
اندازه‌ی میدان الکتریکی هر یک از بارها برابر باشد، نسبت اندازه‌ی دو بار الکتریکی $(\frac{Q_2}{Q_1})$ کدام است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۶)

(۴) $2/50$

(۳) $2/25$

(۲) $1/50$

(۱) $1/25$



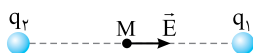
۱۰۴- در شکل زیر میدان الکتریکی برآیند حاصل از دو بار q_1 و q_2 در نقطه‌ی M برابر صفر است. اگر جای این دو بار با یکدیگر عوض شود، میدان الکتریکی در نقطه‌ی M چند نیوتون بر کولن خواهد شد؟

(۲) $17/5 \times 10^{-8}$

(۱) $18/5 \times 10^{-8}$

(۴) 4×10^{-8}

(۳) $4/1 \times 10^{-8}$



۱۰۵- میدان الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی M روی خط واصل بارها مطابق شکل است. نوع بار الکتریکی آن‌ها به ترتیب کدام است؟ (سراسری ریاضی - ۸۳)

(۲) منفی - مثبت

(۱) منفی - منفی

(۴) بسته به شرایط هر کدام از گزینه‌های دیگر می‌تواند درست باشد.

(۳) مثبت - مثبت

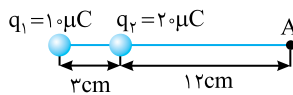
۱۰۶- بار الکتریکی نقطه‌ای یک میکروکولنی، در فاصله‌ی ۳ متری بار همانم نقطه‌ای چهار میکروکولنی قرار دارد. میدان الکتریکی روی پاره‌خط واصل دو بار الکتریکی و در نقطه‌ای به فاصله‌ی ۲ متر از بار بزرگ‌تر چند نیوتون بر کولن است؟

(۴) 18000

(۳) 9000

(۲) 4500

(۱) صفر



۱۰۷- در شکل مقابل، اگر میدان حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی A

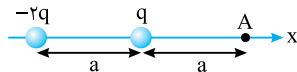
به ترتیب E_1 و E_2 باشد، $\frac{E_2}{E_1}$ کدام است؟

(۴) $\frac{8}{25}$

(۳) $\frac{25}{8}$

(۲) $\frac{25}{2}$

(۱) $\frac{2}{25}$



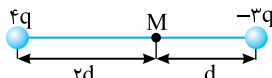
۱۰۸- میدان الکتریکی حاصل از بارهای شکل مقابل در نقطه‌ی A کدام است؟

(۲) $\frac{kq}{2a^2}$ ، در جهت منفی x

(۱) $\frac{3kq}{2a^2}$ ، در جهت مثبت x

(۴) $\frac{3kq}{2a^2}$ ، در جهت منفی x

(۳) $\frac{kq}{2a^2}$ ، در جهت مثبت x



۱۰۹- میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی d از آن، برابر E است.

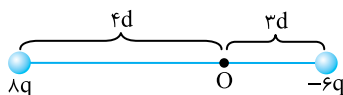
اندازه‌ی میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ی M در شکل روبه‌رو کدام است؟

(۴) E

(۳) 5E

(۲) 2E

(۱) 4E



۱۱۰- اگر اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی d از آن برابر E

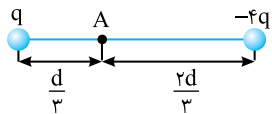
باشد، اندازه‌ی میدان برآیند در نقطه‌ی O در شکل مقابل چند برابر E خواهد بود؟

(۲) $\frac{1}{6}$

(۱) $\frac{7}{6}$

(۴) 14

(۳) 2



۱۱۱- در شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای q و -4q به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار

دارند و میدان الکتریکی در نقطه‌ی A برابر \vec{E} می‌باشد. اگر بار q را خنثی کنیم،

میدان الکتریکی در نقطه‌ی A برابر کدام خواهد شد؟ (آزاد ریاضی - ۸۴)

(۴) $-\frac{\vec{E}}{4}$

(۳) $\frac{\vec{E}}{4}$

(۲) $-\frac{\vec{E}}{2}$

(۱) $\frac{\vec{E}}{2}$

۱۱۲- اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی در وسط خط واصل دو بار، برابر با $1000 \frac{N}{C}$ است. اگر هر یک از بارهای فوق را دو

برابر کنیم، میدان چند نیوتون بر کولن می‌شود؟

(سراسری تجربی - ۷۲)

(۴) 5000

(۳) 4000

(۲) 2000

(۱) 1000

۱۱۳- دو بار الکتریکی ناهمنام با اندازه‌های مساوی به فاصله‌ی 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 اندازه‌ی $\frac{d}{4}$ به دیگری نزدیک کنیم، بزرگی میدان در آن نقطه چند برابر حالت قبل

خواهد شد؟

(سراسری ریاضی - ۷۳)

(۴) 3

(۳) 2/5

(۲) 2

(۱) 1/5

۱۱۴- دو بار نقطه‌ای همنام که اندازه‌ی یکی 4 برابر دیگری است به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار دارند و بزرگی برآیند میدان الکتریکی در

وسط دو بار $300 \frac{N}{C}$ است. اگر بار بزرگ‌تر را خنثی کنیم، اندازه‌ی بزرگی میدان در نقطه‌ی مذکور چند نیوتون بر کولن خواهد بود؟

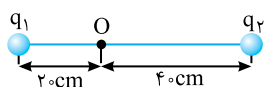
(سراسری ریاضی - ۷۲)

(۴) 100

(۳) 75

(۲) 50

(۱) 37/5



۱۱۵- در شکل روبه‌رو، میدان حاصل از دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی O برابر \vec{E}

می‌باشد. اگر بار q_1 را خنثی کنیم، میدان در نقطه‌ی O برابر $-\vec{E}$ می‌شود، $\frac{q_1}{q_2}$

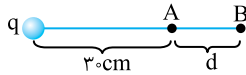
کدام است؟

(۴) $\frac{1}{2}$

(۳) $-\frac{1}{4}$

(۲) $\frac{1}{4}$

(۱) $-\frac{1}{2}$



۱۱۶- در شکل زیر، اگر اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در نقاط A و

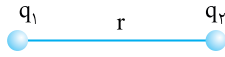
B به ترتیب E_A و E_B باشد، $\frac{E_A}{E_B} = 2/25$ باشد، چند سانتی‌متر است؟

(۴) ۲۰

(۳) ۱۵

(۲) ۲۴

(۱) ۳۷/۵



۱۱۷- مطابق شکل، بارهای الکتریکی نقطه‌ای هم‌اندازه و ناهم‌نام q_1 و q_2 در فاصله‌ی 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؟

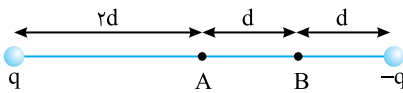
(قلم‌چی)

(۲) کاهش می‌یابد.

(۱) ثابت می‌ماند.

(۴) با توجه به اندازه‌ی بارها هر حالتی امکان‌پذیر است.

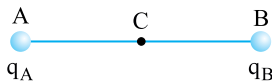
(۳) افزایش می‌یابد.



۱۱۸- در شکل زیر، اگر اندازه‌ی برآیند میدان‌های الکتریکی ناشی از بارهای نقطه‌ای q و

-q در نقطه‌ی A برابر با E باشد، اندازه‌ی برآیند میدان‌های الکتریکی این دو بار

در نقطه‌ی B چند برابر E است؟ ($q > 0$)

(۴) $\frac{4}{9}$ (۳) $\frac{2}{9}$ (۲) $\frac{1}{9}$ (۱) $\frac{4}{9}$ 

۱۱۹- در شکل زیر میدان حاصل از دو بار q_A و q_B در نقطه‌ی C وسط AB برابر $3\vec{E}_1$

است. اگر بار q_B را خنثی کنیم، بزرگی میدان در نقطه‌ی C برابر $2\vec{E}_1$ می‌شود.

در این صورت q_A و q_B چه رابطه‌ای دارند؟

(۲) ناهم‌نام و $|q_B| = \frac{5}{3}|q_A|$ (۱) ناهم‌نام و $|q_A| = \frac{5}{3}|q_B|$ (۴) هم‌نام و $|q_B| = \frac{5}{3}|q_A|$ (۳) هم‌نام و $|q_A| = \frac{5}{3}|q_B|$ 

۱۲۰- با توجه به شکل روبه‌رو، اگر از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B برویم، در مورد بزرگی میدان کدام گزینه

درست است؟

(۲) افزایش می‌یابد.

(۱) کاهش می‌یابد.

(۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

(۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۱۲۱- دو بار نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 4q_1$ در فاصله‌ی r از هم واقع‌اند. میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصله‌ی d_1 از بار q_1 برابر صفر است.

اگر فاصله‌ی دو بار از هم ۲ برابر شود، میدان الکتریکی برآیند در فاصله‌ی d_2 از بار q_2 برابر صفر می‌شود. d_2 چند برابر d_1

(سراسری تجربی - ۹۴)

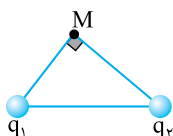
است؟

(۴) ۴

(۳) ۲

(۲) $\frac{3}{2}$ (۱) $\frac{4}{3}$

میدان خارج از راستای خط مستقیم بین دو بار

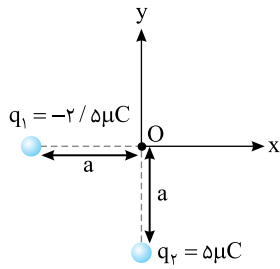


۱۲۲- اگر در شکل مقابل، بزرگی میدان حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی M به ترتیب

برابر $\frac{4 \times 10^5}{C}$ و $\frac{3 \times 10^5}{C}$ باشد، بزرگی میدان برآیند در این نقطه چند نیوتون بر کولن

خواهد بود؟

(۴) 10^5 (۳) 5×10^5 (۲) 7×10^5 (۱) 12×10^5



۱۲۳- در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی ناشی از بار q_2 در نقطه‌ی O برابر $\frac{N}{C} \times 10^4$ است. حاصل

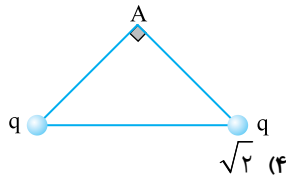
میدان الکتریکی کل در نقطه‌ی O چند نیوتون بر کولن است؟

$$(2) \quad (3\vec{i} - \frac{3}{2}\vec{j}) \times 10^4$$

$$(1) \quad (-\vec{i} + 3\vec{j}) \times 10^4$$

$$(4) \quad (-\frac{3}{2}\vec{i} + 3\vec{j}) \times 10^4$$

$$(3) \quad (\vec{i} - 3\vec{j}) \times 10^4$$

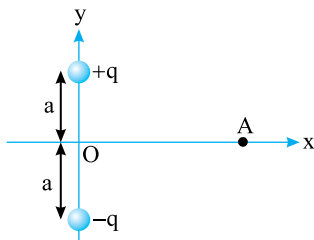


۱۲۴- در شکل مقابل، بزرگی برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار q در رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ی متساوی‌الساقین (نقطه‌ی A) برابر E است. اگر یکی از بارهای q را حذف کنیم، بزرگی میدان الکتریکی در رأس A چند برابر E خواهد شد؟ (قلم‌چی)

$$(3) \quad 2$$

$$(2) \quad 1$$

$$(1) \quad \frac{\sqrt{2}}{2}$$



۱۲۵- در شکل روبه‌رو، میدان الکتریکی حاصل از دو بار نقطه‌ای $-q$ و $+q$ در نقطه‌ی A در چه

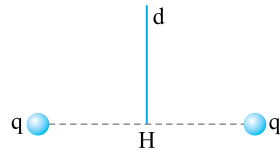
راستا و جهتی است؟

(۱) منطبق بر محور OX و هم‌جهت با آن

(۲) منطبق بر محور OX و در خلاف جهت با آن

(۳) عمود بر محور OX و به سمت بالا

(۴) عمود بر محور OX و به سمت پایین



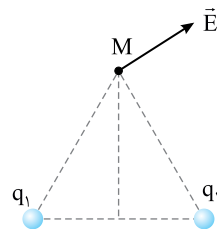
۱۲۶- در شکل روبه‌رو، بارهای الکتریکی هم‌نام و هم‌اندازه، در فضای اطراف خود میدان الکتریکی ایجاد کرده‌اند. تغییرات این میدان روی خط d (عمود منصف پاره‌خط واصل دو بار) از فاصله‌ی خیلی دور تا نقطه‌ی H (وسط دو بار الکتریکی) چگونه است؟

(۲) پیوسته افزایش

(۱) پیوسته کاهش

(۴) افزایش - کاهش

(۳) کاهش - افزایش



۱۲۷- در شکل مقابل میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی M

نشان داده شده و نقطه‌ی M روی عمود منصف خط واصل بارها است. اگر نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ برابر k

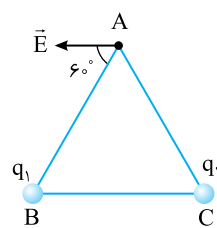
باشد، کدام رابطه درست است؟

$$(2) \quad k < -1$$

$$(1) \quad 1 < k$$

$$(4) \quad -\frac{1}{2} < k < \frac{1}{2}$$

$$(3) \quad -1 < k < 0$$



۱۲۸- در شکل مقابل، برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی A از مثلث متساوی‌الاضلاع ABC نشان داده شده است. کدام گزینه در مورد بارهای q_1 و q_2 صحیح

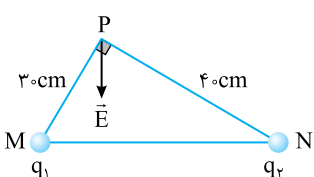
است؟ (قلم‌چی)

$$(2) \quad q_1 < 0, q_2 > 0, |q_1| = |q_2|$$

$$(1) \quad q_1 < 0, q_2 > 0, |q_1| > |q_2|$$

$$(4) \quad q_1 < 0, q_2 < 0, |q_1| > |q_2|$$

$$(3) \quad q_1 > 0, q_2 > 0, |q_1| < |q_2|$$



۱۲۹- مطابق شکل روبه‌رو، دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -9 \mu C$ و q_2 روی رأس‌های M و N از

مثلث قائم‌الزاویه‌ی MNP ثابت شده‌اند. اگر راستای بردار برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل

از دو بار q_1 و q_2 در نقطه‌ی P (\vec{E}) بر ضلع MN عمود باشد، بار q_2 چند میکروکولن است؟

$$(2) \quad -4$$

$$(1) \quad 4$$

$$(4) \quad -12$$

$$(3) \quad 12$$