

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| سریال ۷۰۶۰۶ | <p>تاریخ : _____</p> <p>وقت : دقیقه _____</p> | <p>نام و نام خانوادگی : _____</p> <p>تعداد سوالات: ۲۰۳</p> |
| <p>دبیرستان شهید شیرودی</p> | | <p>موضوع ۱. فیزیک ۳.۲ فیزیک یازدهم (رشته تجربی)، ۲. فیزیک یازدهم (رشته ریاضی)</p> |

۱. کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

- ۱) اگر جسمی خنثی الکترون از دست بدهد، بار الکتریکی خالص آن مثبت می‌شود.
- ۲) طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است.
- ۳) طبق اصل کوانتیده بودن بار، بار الکتریکی مشاهده شده در جسم همواره مضرب درستی از بار بنیادی است.
- ۴) طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، امکان تولید بار خالص وجود دارد.

۲. یک تیغه‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم. اگر تیغه‌ی پلاستیکی باردار را به کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار نزدیک کنیم، علامت بار الکتریکی ورقه‌ها و کلاهک الکتروسکوپ به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- ۱) مثبت - مثبت ۲) منفی - مثبت ۳) منفی - منفی ۴) مثبت - منفی

۳. بر اثر مالش دو جسم نارسنای خنثی به یکدیگر، بار یکی از آن‌ها $+32nC$ و بار دیگری $-32nC$ می‌شود. چه تعداد الکترون در این فرایند بین دو جسم جابه‌جا شده است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- ۱) 4×10^{11} ۲) 4×10^{14} ۳) 2×10^{11} ۴) 2×10^{14}

۴. اگر میله‌ی نارسنایی را بعد از مالش با پارچه‌ی پشمی به الکتروسکوپی که دارای بار منفی است، نزدیک کنیم، ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک می‌شوند. با توجه به جدول سری الکتروسیته مالشی (تریوالکتریک)، جنس این میله و علامت بار ایجاد شده در آن کدام است؟

| | | |
|---|-------------------|--------------------|
| جدول سری الکتروسیته مالشی (تریوالکتریک) | ۲) شیشه‌ای - مثبت | ۱) شیشه‌ای - منفی |
| شیشه | ۴) پلاستیکی - | ۳) پلاستیکی - منفی |
| پشم | مثبت | |
| ابریشم | | |
| پلاستیک | | |

۵. کره‌ای رسانا دارای بار الکتریکی مثبت است. اگر 5×10^{13} الکترون به کره بدهیم، بار آن منفی و اندازه‌ی بار منفی $\frac{2}{3}$ اندازه‌ی بار اولیه‌اش می‌شود. با اتصال این کره به کره‌ای مشابه که دارای بار $19.2 \mu C$ است، چند میکروکولن بار از یکی به دیگری منتقل می‌شود؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- ۱) ۸ ۲) 11.2 ۳) 12.4 ۴) 12.2

۶. چند الکترون از یک کره‌ی رسانای خنثی خارج شود تا بار الکتریکی آن $+8 \mu C$ شود؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- ۱) 5×10^{12} ۲) 8×10^{-6} ۳) 5×10^{13} ۴) 12.8×10^{13}

۷. در اثر مالش یک پارچه‌ی کتان با یک میله‌ی خنثی از جنس نقره، بار الکتریکی به اندازه‌ی $6.4nC$ در میله ایجاد شده است، در این صورت میله تعداد الکترون است. ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$) و در جدول سری الکتروسیته مالشی نقره پایین‌تر از پارچه‌ی کتان قرار دارد.)

- ۱) 4×10^{13} - گرفته ۲) 4×10^{13} - از دست داده
- ۳) 4×10^{10} - گرفته ۴) 4×10^{10} - از دست داده

۸. جسمی دارای بار الکتریکی q است. اگر از این جسم 5×10^{13} الکترون بگیریم، بار الکتریکی آن $7 \mu C$ خواهد شد. جسم در حالت اول با تعداد الکترون خنثی می‌شود. ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- ۱) گرفتن، 6.25×10^{12} ۲) از دست دادن، 6.25×10^{12}
- ۳) از دست دادن، 6.25×10^{14} ۴) گرفتن، 6.25×10^{14}

۹. به وسیله یک الکتروسکوپ، چه تعداد از موارد زیر را در مورد یک جسم می توان نشان داد؟

- باردار بودن جسم ■ عایق یا رسانا بودن جسم ■ علامت بار جسم ■ اندازه بار جسم
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۰. کدام گزینه درست بیان شده است؟

- (۱) در مالش دو جسم به هم برای باردار نمودن آنها، الکترون از یک جسم به جسم دیگر منتقل می شود.
 (۲) میله شیشه ای در اثر مالش با پارچه ابریشمی دارای بار منفی می شود و پارچه بار مثبت می گیرد.
 (۳) یک میله شیشه ای مالش داده شده با پارچه پشمی و یک میله پلاستیکی مالش داده شده با پارچه ابریشمی، یکدیگر را دفع می کنند.
 (۴) مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی صفر است.

۱۱. یک میله پلاستیکی را با پارچه کتان مالش می دهیم. در اثر این عمل، میله پلاستیکی λnC بار منفی پیدا می کند. بار الکتریکی پارچه کتان و تعداد الکترون های منتقل شده در میله پلاستیکی کدام است؟

- (۱) $\lambda nC +$ و 5×10^5 (۲) $\lambda nC -$ و 8×10^5
 (۳) $\lambda nC +$ و 5×10^10 (۴) $\lambda nC -$ و 8×10^9

۱۲. با توجه به جدول فرضی سری الکتریسیته مالشی (تریوالکتریک) روبه رو، کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟

| |
|-----------------|
| انتهای مثبت سری |
| A |
| B |
| C |
| D |
| انتهای منفی سری |

- (۱) در این جدول مواد پایین تر، الکترون خواهی کم تری دارند.
 (۲) در اثر مالش ماده D و ماده C، الکترون از ماده D به ماده C منتقل می شود.
 (۳) اگر ماده A را با ماده B مالش دهیم، الکترون بیش تری نسبت به حالتی که ماده A را با ماده C مالش دهیم، منتقل می شود.
 (۴) اگر ماده B را با ماده C مالش دهیم، الکترون کم تری نسبت به حالتی که ماده A را با ماده D را مالش می دهیم، منتقل می شود.

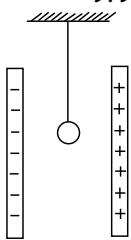
۱۳. میله ای پلاستیکی را به وسیله ی پارچه ای مالش می دهیم. در اثر مالش، بزرگی بار الکتریکی موجود در میله ی پلاستیکی چند کولن می تواند باشد؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) 4.5×10^{-19} (۲) 6.5×10^{-19} (۳) 8.2×10^{-19} (۴) 11.2×10^{-19}

۱۴. جسمی دارای بار مثبت است. اگر از این جسم 5×10^{13} عدد الکترون بگیریم، بار آن ۵ برابر می شود. بار اولیه ی جسم چند میکروکولن بوده است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

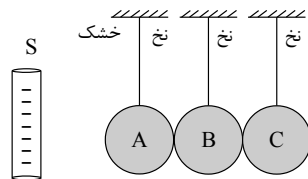
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۵. در شکل مقابل، گلوله ی رسانای آونگ در ابتدا بدون بار است و بین دو صفحه ی رسانای باردار که اندازه ی بار آنها برابر است، قرار دارد. اگر گلوله را به یکی از صفحه ها تماس داده و رها کنیم، چه اتفاقی می افتد؟



- (۱) به همان صفحه می چسبد.
 (۲) به صفحه ی مقابل می چسبد.
 (۳) دائماً بین دو صفحه نوسان می کند.
 (۴) ابتدا بین دو صفحه نوسان می کند و بعد از مدتی به حالت تعادل اولیه برمی گردد.

۱۶. در شکل زیر، همه کره های رسانای A، B، C در مجاورت میله ی باردار منفی در تماس با هم قرار دارند. اگر به وسیله ی نخ خشک ابتدا کره ی C را جدا سازیم و سپس میله ی باردار منفی را از مجموعه دور کنیم، علامت بار کره های A و B کدام است؟



- (۱) مثبت - مثبت
 (۲) مثبت - منفی
 (۳) مثبت - خنثی
 (۴) خنثی - مثبت

۱۷. الکتروسکوپی با بار منفی در اختیار داریم. میله ای رسانا را به کلاهک آن نزدیک می کنیم ورقه های الکتروسکوپ به هم نزدیک می شوند. نوع بار میله چیست؟

(۱) فقط منفی

(۲) مثبت یا خنثی

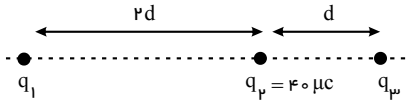
(۳) فقط مثبت

(۴) منفی یا خنثی

۱۸. سه جسم A و B و C را دو به دو به یکدیگر نزدیک می‌کنیم. وقتی A و B به یکدیگر نزدیک شوند، همدیگر را با نیروی الکتریکی جذب می‌کنند و اگر B و C را به یکدیگر نزدیک کنیم، یکدیگر را با نیروی الکتریکی دفع می‌کنند. کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند صحیح باشد؟

- (۱) A و C بار همنام و هم اندازه دارند.
 (۲) B و C بار غیر همنام دارند.
 (۳) B بدون بار و C باردار است.
 (۴) A بدون بار و B باردار است.

۱۹. در شکل مقابل برآیند نیروهای وارد بر هر یک از سه بار نقطه‌ای q_1 ، q_2 و q_3 چند میکروکولن هستند؟



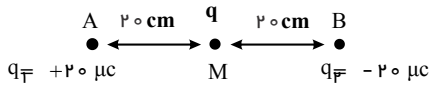
(۱) $q_3 = 90 \mu C$, $q_1 = 360 \mu C$

(۲) $q_3 = -90 \mu C$, $q_1 = -360 \mu C$

(۳) $q_3 = 80 \mu C$, $q_1 = 160 \mu C$

(۴) $q_3 = -80 \mu C$, $q_1 = -160 \mu C$

۲۰. اگر بار q_2 را 10 سانتی‌متر به طرف چپ ببریم. اندازه‌ی برآیند نیروهای وارد بر بار q چند برابر می‌شود؟



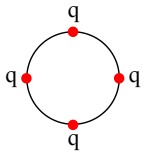
(۱) $\frac{5}{2}$

(۲) $\frac{4}{3}$

(۳) $\frac{3}{2}$

(۴) $\frac{5}{3}$

۲۱. مطابق شکل مقابل، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای یک‌سان در فاصله‌های مساوی روی محیط یک دایره قرار دارند. برایند نیروهای الکتریکی وارد بر یکی از بارها، چند برابر نیرویی است که هر یک از بارها به بار مجاور خود وارد می‌کند؟



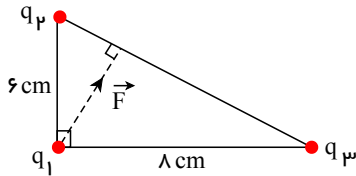
(۱) $\sqrt{2} + 1$

(۲) $\frac{\sqrt{2}}{2} + 1$

(۳) $\sqrt{2} + \frac{1}{2}$

(۴) $\frac{\sqrt{2} + 1}{2}$

۲۲. مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای روی رأس‌های یک مثلث قائم‌الزاویه ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 از طرف دو بار دیگر برابر با \vec{F} باشد، حاصل $\frac{q_2}{q_3}$ کدام است؟



(۱) $-\frac{3}{4}$

(۲) $-\frac{3}{5}$

(۳) $\frac{3}{4}$

(۴) $\frac{3}{5}$

۲۳. یکای ثابت ضریب گذردهی الکتریکی خلأ کدام است؟

(۱) $\frac{C^2}{N \cdot m^2}$

(۲) $\frac{N \cdot m}{C}$

(۳) $\frac{N \cdot m^2}{C^2}$

(۴) $\frac{C}{N \cdot m}$

۲۴. دو ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = -3 \mu C$ و $q_2 = 4 \mu C$ در فاصله 6 متری از یکدیگر ثابت شده‌اند بزرگی و نوع نیرویی که دو ذره به یکدیگر برحسب نیوتون وارد می‌کنند کدام است؟

(۱) جاذبه - 3×10^{-3}

(۲) دافعه - 3×10^{-3}

(۳) جاذبه - 3×10^{-1}

(۴) دافعه - 3×10^{-1}

۲۵. بار الکتریکی نقطه‌ای $6 \mu C$ از فاصله r به بار الکتریکی نقطه‌ای $4 \mu C$ نیروی F به طرف راست وارد می‌کند. اگر فاصله بین دو بار را $\sqrt{3}$ برابر کنیم، بار $4 \mu C$ به بار $6 \mu C$ چه نیرویی و در چه جهتی وارد می‌کند؟

(۲) $3F$ ، به طرف راست(۱) $\frac{F}{3}$ ، به طرف راست(۴) $3F$ ، به طرف چپ(۳) $\frac{F}{3}$ ، به طرف چپ

۲۶. دو گلوله کوچک فلزی مشابه A و B به ترتیب دارای بارهای الکتریکی $q_A = +3\mu C$ و $q_B = -1\mu C$ در فاصله 12 cm از هم قرار دارند و به هم نیروی F را وارد می‌کنند. اگر گلوله‌ها را به هم تماس داده و در فاصله 10 سانتی‌متری از هم قرار دهیم چه نیرویی بر یکدیگر وارد می‌کنند؟

$$\frac{3}{32} F \quad (۴)$$

$$\frac{8}{3} F \quad (۳)$$

$$\frac{3}{2} F \quad (۲)$$

$$\frac{3}{8} F \quad (۱)$$

۲۷. دو بار الکتریکی نقطه‌ای در فاصله 3 سانتی‌متری از هم، با نیروی الکتریکی‌ای به بزرگی 300 N یکدیگر را می‌رانند. اگر مجموع

اندازه بارها برابر با $11\mu C$ باشد، اندازه هر یک از بارها چند میکروکولن می‌تواند باشد؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

$$3 \text{ و } 8 \quad (۴)$$

$$2 \text{ و } 9 \quad (۳)$$

$$5 \text{ و } 6 \quad (۲)$$

$$1 \text{ و } 10 \quad (۱)$$

۲۸. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 3\mu C$ و $q_2 = -12\mu C$ در فاصله 3 سانتی‌متری از یکدیگر قرار دارند. بار الکتریکی نقطه‌ای q را در چند سانتی‌متری بار q_2 قرار دهیم، تا نیروی خالص وارد بر آن صفر باشد؟

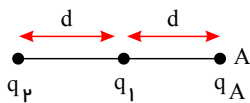
$$12 \quad (۴)$$

$$9 \quad (۳)$$

$$6 \quad (۲)$$

$$2 \quad (۱)$$

۲۹. در شکل زیر، بر بار الکتریکی نقطه‌ای q_A واقع در نقطه A از طرف دو بار الکتریکی q_1 و q_2 نیروی الکتریکی برآیند \vec{F} وارد می‌شود. اگر بار q_2 حذف شود، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_A در نقطه A برابر با $\frac{\vec{F}}{4}$ می‌شود. حاصل $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



$$-\frac{4}{5} \quad (۲)$$

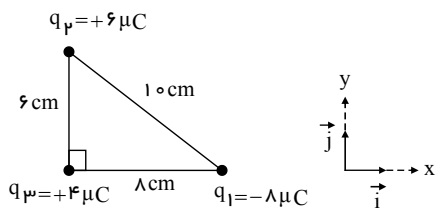
$$\frac{1}{5} \quad (۱)$$

$$-\frac{1}{20} \quad (۴)$$

$$\frac{1}{12} \quad (۳)$$

۳۰. مطابق شکل زیر سه ذره باردار در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. نیروی خالص وارد بر بار q_3 برحسب بردارهای یکه

در SI کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



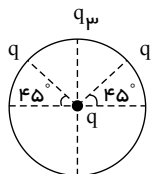
$$45\vec{i} - 60\vec{j} \quad (۱)$$

$$-45\vec{i} + 60\vec{j} \quad (۲)$$

$$360\vec{i} - 360\vec{j} \quad (۳)$$

$$-360\vec{i} + 360\vec{j} \quad (۴)$$

۳۱. در شکل زیر اگر نیروی خالص وارد بر بار q در مرکز دایره از طرف بارهای الکتریکی نقطه‌ای دیگر صفر باشد، q_3 چند برابر q است؟



$$-\sqrt{2} \quad (۲)$$

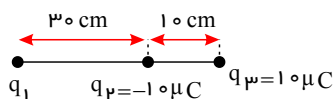
$$\sqrt{2} \quad (۱)$$

$$-2\sqrt{2} \quad (۴)$$

$$2\sqrt{2} \quad (۳)$$

۳۲. در شکل زیر، نیروی خالص وارد بر بار q_3 صفر است. اگر جای بارهای q_2 و q_3 را عوض کنیم، اندازه برآیند نیروهای الکتریکی

وارد بر بار q_3 چند نیوتون و در چه جهتی خواهد بود؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



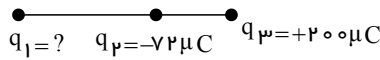
صفحه ۵

(۱) ۲۵۰، چپ

(۲) ۲۵۰، راست

(۳) ۷۰، چپ

(۴) ۷۰، راست

۳۳. در شکل مقابل، برابند نیروهای وارد بر هر بار الکتریکی نقطه‌ای برابر صفر است. بار q_1 چند میکروکولن است؟

(۱) ۲۵۰

(۲) ۴۵۰

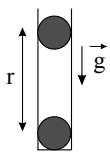
(۳) ۲۵۰

(۴) ۴۵۰

۳۴. دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله مشخصی از یکدیگر ثابت شده‌اند و نیروی \vec{F} از طرف بار q_2 به بار q_1 در این حالت وارد می‌شود. اگر ابتدا جای بارهای q_1 و q_2 را با یکدیگر عوض کنیم و سپس دو بار را طوری به هم نزدیک کنیم که فاصله دو بار نصف حالت قبل شود، نیروی وارد بر بار q_1 از طرف بار q_2 در این حالت کدام است؟

(۱) $4\vec{F}$ (۲) $-4\vec{F}$ (۳) $-\vec{F}$ (۴) $-\vec{F}$

۳۵. مطابق شکل زیر، دو گلوله کوچک مشابه با بارهای $q = +2\mu C$ و جرم $m = 20g$ در یک لوله شیشه‌ای قائم با بدنه نارسانا به صورت زیر در حال تعادل هستند. فاصله مراکز دو گلوله از هم در این حالت چند سانتی‌متر است؟



(از اصطکاک گلوله‌ها با بدنه شیشه‌ای صرف‌نظر شود، $k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ ، $g = 10 \frac{N}{kg}$ و $\sqrt{2} = 1.4$)

(۱) ۲۸

(۲) ۳۴

(۳) ۴۲

(۴) ۵۶

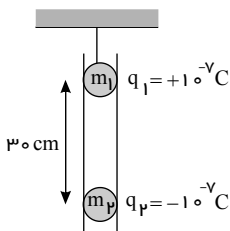
۳۶. دو بار نقطه‌ای یکسان یکدیگر را با نیروی 1 میلی‌نیوتن می‌رانند. دو بار را به اندازه $5cm$ از هم دور می‌کنیم. نیروی رانشی بین آن‌ها 25 میکرونیوتن می‌شود. فاصله دو بار در ابتدا چند سانتی‌متر بوده است؟

(۱) ۵ (۲) ۲.۵ (۳) ۳ (۴) ۱.۵

۳۷. دو کره فلزی یکسان A و B را که با بارهای $q_A = 5\mu C$ و $q_B = 25\mu C$ روی پایه‌های عایقی در فاصله r از یکدیگر قرار دارند، با یک سیم رسانای نازک به هم وصل می‌کنیم و سپس سیم را از آن‌ها جدا می‌کنیم. نیرویی که دو کره در این حالت به یکدیگر وارد می‌کنند، چند برابر نیروی حالت قبل است؟

(۱) ۱.۸ (۲) ۴.۲ (۳) ۵.۲ (۴) ۶.۵

۳۸. مطابق شکل، دو گلوله باردار q_1 و q_2 درون لوله عایقی قرار دارند و مجموعه در تعادل است. جرم m_2 چند گرم است؟



(۱) ۰.۱

(۲) ۰.۲

(۳) ۰.۳

(۴) ۰.۴

۳۹. دو بار مساوی q در فاصله r ، یکدیگر را با نیروی F دفع می‌کنند. چند درصد از بار یکی را برداشته و به دیگری بیفزاییم تا از همان فاصله r یکدیگر را با نیروی $0.91F$ دفع کنند؟

(۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

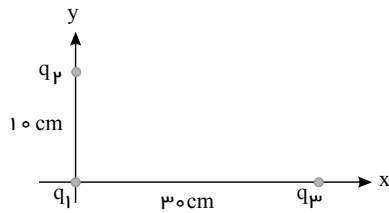
صفحه ۶

۴۰. بار ذره‌ای مثبت Q_1 و منفی Q_2 مقابل هم قرار دارند و $|Q_1| > |Q_2|$ است. می‌خواهیم بار q_0 را در نقطه‌ای قرار دهیم که برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر آن صفر باشد. کدام گزینه محل تقریبی این ذره را به درستی نشان می‌دهد؟



۴۱. مطابق شکل سه بار الکتریکی $q_1 = 1nC$ و q_2 و q_3 روی محورهای مختصات xy قرار دارند. اگر برآیند نیروی وارد بر q_1 در

$$SI \text{ برابر با } \vec{F} = 10^{-7}\vec{i} - 9 \times 10^{-7}\vec{j} \text{ باشد، بارهای } q_2 \text{ و } q_3 \text{ کدامند؟ } (k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$$



$$\left. \begin{aligned} q_2 &= +1nC \\ q_3 &= -1nC \end{aligned} \right\} (1)$$

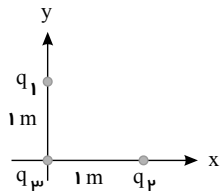
$$\left. \begin{aligned} q_2 &= -9nC \\ q_3 &= +1nC \end{aligned} \right\} (2)$$

$$\left. \begin{aligned} q_2 &= +1nC \\ q_3 &= -9nC \end{aligned} \right\} (3)$$

$$\left. \begin{aligned} q_2 &= -1nC \\ q_3 &= +1nC \end{aligned} \right\} (4)$$

۴۲. سه بار الکتریکی $q_1 = q_2 = q_3 = 1\mu C$ مطابق شکل، روی محورهای مختصات قرار دارند. بار $q_4 = \sqrt{2}\mu C$ را در مکان

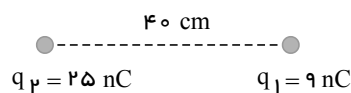
مناسب، در فاصله چند متر تا مبدأ مختصات قرار دهیم تا برآیند نیروی وارد بر بار q_3 صفر شود؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



$$\left. \begin{aligned} & \sqrt{2} \text{ (2)} \\ & 2 \text{ (4)} \end{aligned} \right\} (1)$$

$$\left. \begin{aligned} & \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ (3)} \end{aligned} \right\}$$

۴۳. مطابق شکل، دو بار نقطه‌ای $q_1 = 9nC$ و $q_2 = 25nC$ در فاصله $40cm$ از یکدیگر قرار دارند. اگر این دو بار در محل خود

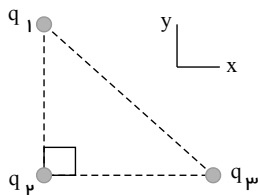


ثابت باشند، بار q_3 را در فاصله چند سانتی‌متری از قرار دهیم تا در جای خود بی‌حرکت بماند؟

$$\left. \begin{aligned} & 5 \text{ (1)} \\ & 10 \text{ (2)} \\ & 15 \text{ (3)} \\ & 25 \text{ (4)} \end{aligned} \right\}$$

۴۴. مطابق شکل، سه بار الکتریکی $q_1 = 4nC$ ، $q_2 = 2nC$ و $q_3 = 5nC$ در سه رأس یک مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین به

طول ضلع $10cm$ قرار دارند. نیروی خالص وارد بر بار q_2 برحسب بردارهای یکه \vec{i} و \vec{j} در SI کدام است؟

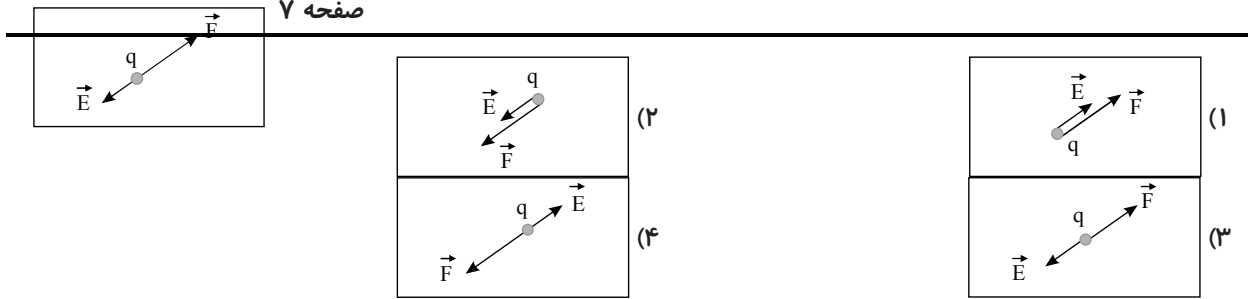


$$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$$

$$\left. \begin{aligned} & -(5 \times 10^{-6})\vec{i} - (4.5 \times 10^{-6})\vec{j} \text{ (1)} \\ & +(5 \times 10^{-6})\vec{i} + (4.5 \times 10^{-6})\vec{j} \text{ (2)} \\ & -(9 \times 10^{-6})\vec{i} - (7.2 \times 10^{-6})\vec{j} \text{ (3)} \\ & +(9 \times 10^{-6})\vec{i} + (7.2 \times 10^{-6})\vec{j} \text{ (4)} \end{aligned} \right\}$$

۴۵. در شکل مقابل، بار q در یک نقطه درون میدان الکتریکی قرار گرفته است. نیروی وارد بر بار و میدان الکتریکی در آن نقطه نشان داده شده است. اگر به جای بار q قرینه آن را در همان نقطه قرار دهیم، کدام شکل نیرو و میدان الکتریکی را درست نشان خواهد داد؟

صفحه ۷



۴۶. جسم بارداری به جرم $۲g$ و بار الکتریکی $q = +۰,۴\mu C$ روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد. این جسم در اثر نیروی الکتریکی با شتاب $۲ \times 10^4 \frac{m}{s^2}$ به سمت شرق شروع به حرکت می‌کند. کدام یک از موارد زیر در مورد اندازه و جهت میدان الکتریکی درست است؟

- (۱) $۲ \times 10^4 \frac{N}{C}$ و به سمت شرق
- (۲) $۱۰^5 \frac{N}{C}$ و به سمت شرق
- (۳) $۲ \times 10^4 \frac{N}{C}$ و به سمت غرب
- (۴) $۱۰^5 \frac{N}{C}$ و به سمت غرب

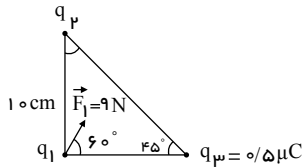
۴۷. دو کرهٔ رسانا دارای بارهای $q_1 = ۲۰\mu C$ و q_2 ، در فاصلهٔ ۴۰ سانتی‌متری، یکدیگر را با نیرویی به بزرگی $۹۰N$ می‌رانند، بار

q_2 برحسب کولن کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

- (۱) ۸×10^{-5}
- (۲) -۸×10^{-5}
- (۳) ۴×10^{-5}
- (۴) -۴×10^{-5}

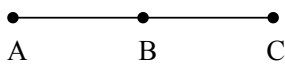
۴۸. مطابق شکل زیر، اندازهٔ برآیند نیروهای وارد بر بار q_1 در رأس قائم مثلث متساوی‌الساقین از طرف دو بار دیگر، برابر $۹N$ است.

بار q_1 چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



- (۱) -۱۰
- (۲) -۱
- (۳) ۱۰
- (۴) ۱

۴۹. در شکل زیر، در نقاط A ، B و C به ترتیب بارهای الکتریکی q_A ، q_B و q_C قرار دارند. اگر نیروی وارد بر بار q_C از طرف دو بار دیگر صفر باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ $(۲AB = AC)$

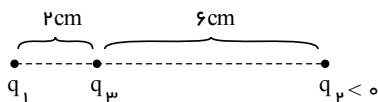


- (۱) $\frac{1}{4}|q_B| = |q_A|$ و $q_A q_B < 0$
- (۲) $\frac{1}{4}q_B = q_A$ و $q_A q_B > 0$
- (۳) $|q_B| = \frac{1}{4}|q_A|$ و $q_A q_B < 0$
- (۴) $q_B = \frac{1}{4}q_A$ و $q_A q_B > 0$

۵۰. دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 به یکدیگر نیروی $F > 0$ را وارد می‌کنند. چنانچه a درصد $(0 < a < 100)$ از بار q_1 برداریم و به بار q_2 اضافه کنیم، نیرویی که دو بار در همان فاصله به یکدیگر وارد می‌کنند برابر صفر می‌شود. کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) $|q_1| > |q_2|$ ، $q_1 q_2 < 0$
- (۲) $|q_1| < |q_2|$ ، $q_1 q_2 > 0$
- (۳) $|q_1| < |q_2|$ ، $q_1 q_2 < 0$
- (۴) $|q_1| > |q_2|$ ، $q_1 q_2 > 0$

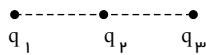
۵۱. مطابق شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 ثابت شده‌اند. اگر نیروی وارد بر بار q_3 از طرف دو بار q_1 و q_2 صفر



باشد، علامت بار q_1 و حاصل $|\frac{q_1}{q_2}|$ مطابق کدام گزینه است؟

- (۱) مثبت، $\frac{1}{3}$
- (۲) مثبت، $\frac{1}{9}$
- (۳) منفی، $\frac{1}{3}$
- (۴) منفی، $\frac{1}{9}$

۵۲. سه بار الکتریکی نقطه ای q_1 ، q_2 و q_3 روی یک خط راست مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. بارهای q_2 و q_3 هم‌دیگر را می‌رانند و بار q_1 مثبت است. اگر جهت برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 به سمت چپ باشد، نوع بار q_2 و q_3 به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



- (۱) مثبت - منفی
- (۲) منفی - مثبت
- (۳) منفی - منفی
- (۴) مثبت - مثبت

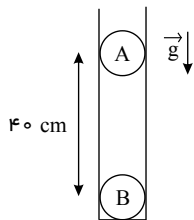
۵۳. دو بار نقطه‌ای مشابه یکدیگر را با نیرویی به بزرگی F دفع می‌کنند. چند درصد از بار یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم تا در همان فاصله‌ی قبلی اندازه‌ی نیروی وارد بر یکی از بارها بدون تغییر جهت ۴ درصد کاهش یابد؟

- (۱) ۴
- (۲) ۸
- (۳) ۲۰
- (۴) ۲۵

۵۴. دو گلوله‌ی کوچک مشابه فلزی باردار با بار مساوی یکدیگر را جذب می‌کنند. نصف بار یکی از گلوله‌ها را برداشته و روی دیگری قرار می‌دهیم. در این حالت، نیروی بین آن‌ها برابر می‌شود.

- (۱) $\frac{1}{4}$
- (۲) $\frac{3}{4}$
- (۳) $\frac{1}{2}$
- (۴) $\frac{1}{3}$

۵۵. در شکل زیر دو گلوله‌ی مشابه هر کدام به جرم $100g$ و بار الکتریکی $4\mu C$ در یک لوله‌ی نارسانای قائم در حال تعادل هستند. اندازه‌ی نیروی اصطکاک بین گلوله‌ی A و سطح داخلی لوله چند نیوتون است؟



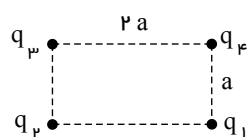
$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}, g = 10 \frac{N}{kg})$ شعاع گلوله‌ها ناچیز فرض شود.

- (۱) ۱
- (۲) ۰٫۹
- (۳) ۰٫۱
- (۴) صفر

۵۶. دو گلوله‌ی رسانای کوچک و مشابه دارای بار الکتریکی هستند و از فاصله‌ی 30 سانتی‌متری یکدیگر را با نیروی $1,2\mu N$ دفع می‌کنند. اگر این دو گلوله به هم تماس داده شده و جدا شوند، بار هر یک از گلوله‌ها برابر با $+4nC$ خواهد شد. بار اولیه‌ی گلوله‌ها

بر حسب نانوکولن کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

- (۱) ۱ و ۷
- (۲) ۳ و ۵
- (۳) ۲ و ۶
- (۴) ۴ و ۴



۵۷. در شکل مقابل، برآیند نیروهای وارد بر بار q_4 صفر است. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟

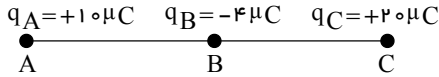
- (۱) $-2\sqrt{2}$
- (۲) $-5\sqrt{5}$
- (۳) $2\sqrt{2}$
- (۴) $5\sqrt{5}$

۵۸. دو کره‌ی فلزی یکسان که روی دو پایه‌ی عایق و در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند، دارای بارهای الکتریکی $q_1 = -4\mu C$ و $q_2 = 10\mu C$ می‌باشند. اگر دو کره را با هم تماس دهیم و در فاصله‌ی $\frac{r}{2}$ از یکدیگر قرار دهیم، اندازه‌ی نیروی بین دو کره چند برابر حالت اول می‌شود؟

$$\frac{160}{9} \text{ (۴)} \qquad \frac{9}{10} \text{ (۳)} \qquad \frac{10}{9} \text{ (۲)} \qquad \frac{9}{160} \text{ (۱)}$$

۵۹. در شکل زیر، $AB = BC = 3\text{cm}$ است. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A چند نیوتون و به کدام سمت است؟

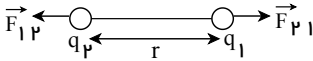
$$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$$



- (۱) چپ، ۱۰۰
- (۲) راست، ۱۰۰
- (۳) چپ، ۹۰۰
- (۴) راست، ۹۰۰

۶۰. مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی هم نام و هم اندازه، q_1 و q_2 بر هم نیروهای \vec{F}_{12} و \vec{F}_{21} وارد می کنند. اگر ۵۰٪ از بار

q_1 را برداریم و به بار q_2 اضافه کنیم، $\left| \frac{\vec{F}_{12}}{\vec{F}_{21}} \right|$ چند برابر می شود؟



$$\frac{1}{2} \text{ (۲)} \qquad \frac{1}{4} \text{ (۱)}$$

(۴) تغییر نمی کند.

$$\frac{3}{4} \text{ (۳)}$$

۶۱. دو کره ی فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_1 = +5\mu C$ و $q_2 = +15\mu C$ در فاصله ی r ، نیروی F ، بر یکدیگر وارد می کنند. اگر این دو کره را در یک لحظه با یکدیگر تماس دهیم، به طوری که فقط بین دو کره مبادله ی بار صورت گیرد و مجدداً به همان فاصله ی قبلی برگردانیم، نیروی دافعه بین دو کره چگونه تغییر می کند؟

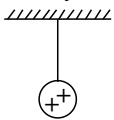
- (۱) ۲۵ درصد افزایش می یابد.
- (۲) ۲۵ درصد کاهش می یابد.
- (۳) تقریباً ۳۳ درصد کاهش می یابد.
- (۴) تقریباً ۳۳ درصد افزایش می یابد.

۶۲. دو بار الکتریکی نقطه ای q_1 و $q_2 = 5q_1$ ، در فاصله ی ۳ متری هم قرار دارند و نیروی دافعه ی $2N$ به یکدیگر وارد می کنند.

q_1 چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

- (۱) ۱۰
- (۲) ۵
- (۳) ۴
- (۴) ۲

۶۳. در شکل مقابل گلوله فلزی بارداری از نخ آویزان است. کره ی فلزی خنثی را که دارای دسته نارسانا است به گلوله نزدیک می کنیم. مشاهده می شود که گلوله می شود. وقتی تماس حاصل شد، کره را جدا می کنیم و دوباره به آرامی آن را به گلوله نزدیک می کنیم و ملاحظه می شود که گلوله می شود.

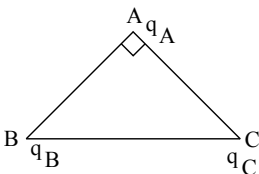


- (۱) جذب - دفع
- (۲) دفع - جذب
- (۳) دفع - دفع
- (۴) جذب - جذب

۶۴. دو گلوله ی کوچک فلزی کاملاً مشابه که دارای بارهای $-5q$ و $+2q$ هستند، از فاصله ی r به هم نیروی F وارد می کنند. دو گلوله را به هم تماس داده و در فاصله ی $\frac{r}{4}$ از یکدیگر قرار می دهیم. در این حالت دو کره به هم نیروی F' وارد می کنند. نسبت $\frac{F'}{F}$ کدام است؟

$$\frac{9}{10} \text{ (۴)} \qquad \frac{10}{9} \text{ (۳)} \qquad 9 \text{ (۲)} \qquad 10 \text{ (۱)}$$

۶۵. در شکل روبه رو مثلث متساوی الساقین قائم الزاویه است و بارهای q_A, q_B, q_C به ترتیب $q, \sqrt{3}q, -q$ است. زاویه ای که برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A با امتداد پاره خط BA می سازد، چند درجه است؟



۳۰ (۱)

۴۵ (۲)

۵۳ (۳)

۶۰ (۴)

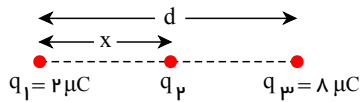
۶۶. دو بار الکتریکی نقطه‌ای برابر، در فاصله‌ی ثابتی از هم قرار دارند و به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند اگر ۲۵ درصد از بار الکتریکی یکی را کم کرده و همان مقدار بر بار دیگری اضافه کنیم، نیرویی که به هم وارد می‌کنند چند F می‌شود؟

۱ (۱) ۴ (۲) $\frac{15}{16}$ (۳) $\frac{16}{15}$ (۴)

۶۷. بار الکتریکی ۸ میکروکولنی از فاصله‌ی r بر بار ۲ میکروکولنی نیروی F وارد می‌کند. بار ۲ میکروکولنی از چه فاصله‌ای بر بار ۸ میکروکولنی نیرویی با اندازه‌ی $2F$ را وارد می‌کند؟

۲r (۱) $\sqrt{2}r$ (۲) $\frac{1}{2}r$ (۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}r$ (۴)

۶۸. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل قرار دارند. برآیند نیروهای الکترواستاتیکی وارد بر هر یک از بارها صفر است. بار q_2 چند میکروکولن است؟



۲ (۱) $-\frac{2}{9}$ (۲) $+\frac{2}{9}$ (۳) $+\frac{8}{9}$ (۴)

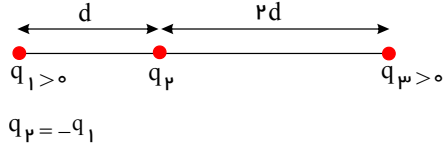
۶۹. نیروی دافعه‌ی بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در فاصله‌ی r از هم برابر با $2 \times 10^{-7} N$ است. اگر به یکی از بارها $2 \mu C$ اضافه کنیم این نیروی دافعه در همین فاصله برابر $3 \times 10^{-7} N$ می‌شود. اندازه‌ی اولیه‌ی هر یک از این بارهای الکتریکی چند میکروکولن بوده است؟

۲ (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴)

۷۰. دو کره‌ی فلزی کاملاً مشابه باردار با بارهای q_1 و $q_2 = -2q_1$ و شعاع ناچیز در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند. دو کره را با هم تماس داده و در فاصله‌ی $2r$ از یکدیگر قرار می‌دهیم. در این صورت بزرگی نیرویی که دو کره بر یکدیگر وارد می‌کنند، نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟

۱ (۱) $\frac{9}{32}$ (۲) $\frac{1}{32}$ (۳) $\frac{1}{4}$ (۴)

۷۱. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. اگر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 هم اندازه‌ی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 باشد، $\frac{q_3}{q_1}$ کدام است؟



۱ (۱) $\frac{8}{13}$ (۲) $\frac{13}{8}$ (۳) $\frac{13}{72}$ (۴) $\frac{72}{13}$

۷۲. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $+2 \mu C$ و $+8 \mu C$ در فاصله‌ی 30 سانتی‌متری هم قرار دارند. بار الکتریکی q را در نقطه‌ای قرار داده‌ایم و هر سه بار الکتریکی به حالت تعادل درآمده‌اند. بار الکتریکی q چند میکروکولن است؟

صفحه ۱۱

$$\frac{16}{9} \text{ (۴)} \quad -\frac{16}{9} \text{ (۳)} \quad \frac{8}{9} \text{ (۲)} \quad -\frac{8}{9} \text{ (۱)}$$

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

$$\frac{d}{2} \text{ (۴)} \quad \frac{2d}{3} \text{ (۳)} \quad \frac{d}{3} \text{ (۲)} \quad \frac{d}{4} \text{ (۱)}$$

۷۴. میدان الکتریکی در فاصله 20 سانتی متری از بار q برابر $18N/C$ است. چند سانتی متر دیگر از بار فوق دور شویم تا میدان الکتریکی برابر $8N/C$ شود؟

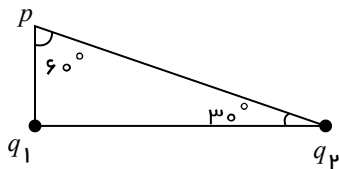
$$40 \text{ (۴)} \quad 30 \text{ (۳)} \quad 20 \text{ (۲)} \quad 10 \text{ (۱)}$$

۷۵. بار الکتریکی نقطه‌ای $+9nC$ در نقطه‌ی A واقع شده است. اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از این بار در نقطه‌ی

$$B \text{ چند } \frac{N}{C} \text{ است؟ } \left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right) \left| \begin{array}{l} 6cm \\ 5cm \end{array} \right.$$

$$8100 \text{ (۴)} \quad 10000 \text{ (۳)} \quad 5000 \text{ (۲)} \quad 1000 \text{ (۱)}$$

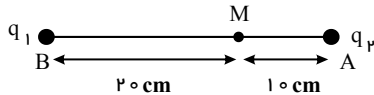
۷۶. در شکل رو به رو، بزرگی میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه p با هم برابرند، اندازه بار الکتریکی q_2 چند برابر اندازه بار الکتریکی q_1 است؟



$$2 \text{ (۲)} \quad \sqrt{2} \text{ (۱)}$$

$$4 \text{ (۴)} \quad \sqrt{3} \text{ (۳)}$$

۷۷. در شکل مقابل، میدان الکتریکی در نقطه‌ی M برابر E است. اگر بدون تغییر q_1 ، بار q_2 را دو برابر کنیم، میدان در نقطه‌ی M



برابر $\frac{3E}{2}$ در همان جهت قبل می‌شود. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ چقدر است؟

$$-\frac{1}{4} \text{ (۱)}$$

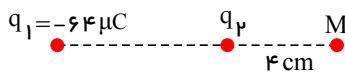
$$-\frac{1}{9} \text{ (۲)}$$

$$\frac{1}{4} \text{ (۳)}$$

$$\frac{1}{9} \text{ (۴)}$$

۷۸. در شکل زیر، بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -64 \mu C$ و q_2 در فاصله‌ی 12 cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر برآیند

میدان‌های الکتریکی حاصل از این دو بار در نقطه‌ی M صفر باشد، بار q_2 چند میکروکولن است؟

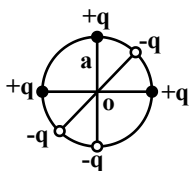


$$-16 \text{ (۲)} \quad -4 \text{ (۱)}$$

$$+4 \text{ (۴)} \quad +16 \text{ (۳)}$$

۷۹. در شکل زیر، اندازه و جهت برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای نقطه‌ای واقع بر محیط دایره‌ای به شعاع a ، در مرکز آن

کدام است؟ (k ثابت کولن است.)



$$\begin{aligned} \rightarrow, & \quad 2k \frac{q}{a^2} \quad (2) & \leftarrow, & \quad \sqrt{2} k \frac{q}{a^2} \quad (1) \\ \downarrow, & \quad 2k \frac{q}{a^2} \quad (4) & \downarrow, & \quad k \frac{q}{a^2} \quad (3) \end{aligned}$$

۸۰. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $-27\mu C$ و $+3\mu C$ در فاصله‌ی 30 cm از یکدیگر ثابت شده‌اند، بار نقطه‌ای $5\mu C$ را در چند سانتی‌متری از بار $-27\mu C$ و روی امتداد خط واصل دو بار الکتریکی قرار دهیم تا در حالت تعادل بماند؟

۳۷٫۵ (۲) ۱۵ (۳) ۴۵ (۴) ۷٫۵ (۱)

۸۱. مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام q_A ، q_B در فاصله‌ی d از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر $q_A = 4q_B$ باشد، در حرکت از نقطه‌ی C تا نقطه‌ی D ، جهت و اندازه‌ی برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار به ترتیب از راست به چپ، چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) عوض می‌شود، ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
- (۲) ثابت می‌ماند، ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
- (۳) ثابت می‌ماند، ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
- (۴) عوض می‌شود، ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

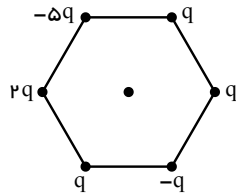
۸۲. بردار میدان الکتریکی در یک نقطه از فضا بصورت $\vec{E} = (3\vec{i} + 4\vec{j}) \times 10^5$ (در SI) است. اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر بار نقطه‌ای $q = 2\mu C$ در این نقطه چند نیوتون است؟

۰٫۶ (۱) ۰٫۸ (۲) ۱ (۳) ۰٫۷ (۴)

۸۳. ذره‌ی α (${}^4_2He^{++}$) به جرم 6.8×10^{-18} میلی‌گرم با بار الکتریکی $3.2 \times 10^{-19} C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت و قائم، به حال تعادل قرار دارد. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتن بر کولن و جهت آن کدام است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

(۱) 2.125×10^{-4} و بالا (۲) 2.125×10^{-4} و پایین (۳) 2.125×10^{-2} و بالا (۴) 2.125×10^{-2} و پایین

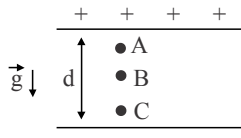
۸۴. مطابق شکل زیر، شش ذره باردار در رئوس یک شش ضلعی منتظم قرار دارند. اگر اندازه‌ی میدان الکتریکی ناشی از ذره‌ی q در مرکز این شش ضلعی برابر با E باشد، اندازه‌ی میدان الکتریکی برآیند در مرکز این شش ضلعی چند برابر E می‌باشد؟



۳ (۱)
۴ (۲)
۵ (۳)
 $\sqrt{13}$ (۴)

۸۵. مطابق شکل، یک غبار دارای بار الکتریکی مثبت q و جرم m است، در میدان الکتریکی یکنواخت \vec{E} بین دو صفحه افقی از نقطه‌ی A رها می‌شود. برای این که غبار در نقطه‌ی C (به فاصله‌ی d از نقطه‌ی A) تغییر جهت دهد و باز گردد، باید جهت میدان الکتریکی را وقتی که

غبار در نقطه‌ی B قرار دارد برعکس کنیم. فاصله‌ی AB چند متر است؟ (شتاب گرانش را g و اندازه‌ی میدان را E در نظر بگیرید، همه پارامترها در واحد SI هستند.)

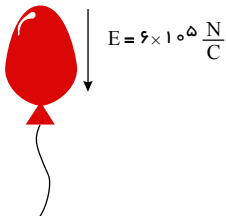


$$\begin{aligned} & \frac{(Eq - mg)d}{2Eq} \quad (1) \\ & \frac{2Eqd}{(Eq + mg)} \quad (2) \\ & \frac{(Eq - mg)d}{Eq} \quad (3) \\ & \frac{Eqd}{2(Eq - mg)} \quad (4) \end{aligned}$$

۸۶. کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد میدان الکتریکی درست است؟

- (۱) اندازه میدان الکتریکی در هر نقطه از محیط، وابسته به بار آزمون است.
 (۲) تجسم واقعی خطوط میدان، در فضا است و بنابراین طرحی سه بعدی دارد.
 (۳) خطوط میدان الکتریکی برآیند، ممکن است یکدیگر را قطع کنند.
 (۴) در میدان یکنواخت، فقط جهت میدان در تمام نقاط مختلف یکسان است.

۸۷. روی بادکنکی به جرم $10g$ ، بار الکتریکی $-200nC$ را ایجاد می‌کنیم و بادکنک را در میدان الکتریکی $\frac{5}{C} \times 10^5 N$ که



جهت آن رو به سمت پایین است قرار می‌دهیم. برآیند نیروهای وارد بر آن چه مقدار و به کدام سمت است؟

- (۱) $0.22N$ و به سمت بالا
 (۲) $0.22N$ و به سمت پایین
 (۳) $0.2N$ و به سمت بالا
 (۴) $0.2N$ و به سمت پایین

۸۸. در شکل زیر دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در دو سر پاره‌خطی به طول $6cm$ قرار دارند. چند سانتی‌متر از نقطه A و به کدام جهت



حرکت کنیم تا میدان برآیند ناشی از این دو بار در آن نقطه صفر شود؟

- (۱) 4.5 ، به طرف بار q_1
 (۲) 2.5 ، به طرف بار q_2
 (۳) 6.5 ، به طرف بار q_2
 (۴) 2.5 ، به طرف بار q_1

۸۹. کدام شکل زیر خطوط میدان الکتریکی را درست نشان می‌دهد؟



۹۰. نیروی الکتریکی وارد بر ذره‌ای با بار الکتریکی $8 \times 10^{-8} C$ در $2.5 \times 10^{-8} SI$ برابر $6 \times 10^{-3} j - 8 \times 10^{-3} i$ است. اندازه

میدان الکتریکی در محل این بار چند نیوتن بر کولن $(\frac{N}{C})$ است؟

- (۱) 4×10^5 (۲) 4×10^6 (۳) 2×10^5 (۴) 2×10^6

۹۱. در یک میدان الکتریکی یکنواخت، نیروی الکتریکی به بزرگی $2N$ بر بار $q = 2 \mu C$ وارد می‌شود. در این صورت بزرگی میدان

الکتریکی در مکان بار q چند واحد SI است؟

- (۱) 10^3 (۲) 2×10^3 (۳) 2×10^6 (۴) 10^6

۹۲. ذره‌ای به جرم 2 گرم و بار $4 \mu C$ به صورت معلق و ساکن در یک میدان الکتریکی قائم قرار دارد. اندازه میدان الکتریکی چند

$\frac{N}{C}$ و جهت خطوط آن به کدام سمت است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱) 5×10^3 بالا (۲) 5×10^3 پایین (۳) 5×10^6 بالا (۴) 5×10^6 پایین

۹۳. میدان الکتریکی در فاصله 36 سانتی‌متری از بار q برابر $12 \frac{N}{C}$ است. چند سانتی‌متر به این بار نزدیک شویم تا بزرگی میدان

الکتریکی برابر با $37 \frac{N}{C}$ شود؟

- (۱) 12 (۲) 16 (۳) 20 (۴) 24

۹۴. کدام یک از گزینه‌های زیر، درباره ویژگی‌های خط‌های یک میدان الکتریکی یکنواخت صحیح است؟

(۱) می‌توانند به هم نزدیک شوند.

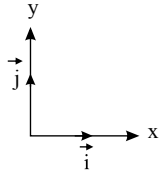
(۲) می‌توانند از هم دور شوند.

(۳) به صورت خط‌های موازی، اما در فاصله‌های متفاوت از هم هستند.

(۴) به صورت خط‌های موازی و در فاصله‌های یکسان از هم هستند.

۹۵. بار نقطه‌ای $q = +\lambda nC$ در نقطه $A \begin{cases} 0 \\ -1m \end{cases}$ در صفحه xoy قرار دارد. بردار میدان الکتریکی حاصل از این بار در نقطه

$B \begin{cases} \sqrt{3}m \\ 0 \end{cases}$ برحسب بردارهای یکه در SI کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



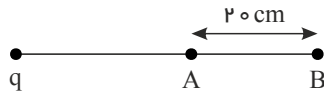
(۱) $9\sqrt{3}\vec{i} - 9\vec{j}$

(۲) $9\sqrt{3}\vec{i} + 9\vec{j}$

(۳) $9\vec{i} - 9\sqrt{3}\vec{j}$

(۴) $9\vec{i} + 9\sqrt{3}\vec{j}$

۹۶. در شکل زیر، بزرگی میدان الکتریکی ناشی از بار الکتریکی نقطه‌ای q در نقاط A و B به ترتیب $\frac{90}{C}$ و $\frac{40}{C}$ است. اندازه q



چند نانوکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

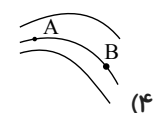
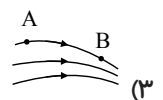
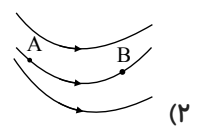
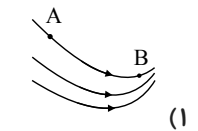
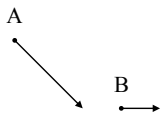
(۱) ۱٫۶

(۲) 16×10^3

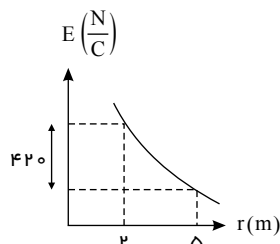
(۳) ۰٫۹

(۴) 9×10^3

۹۷. اگر بردار یک میدان الکتریکی در نقاط A و B مطابق شکل مقابل باشد، کدام گزینه می‌تواند شکل خطوط این میدان الکتریکی باشد؟

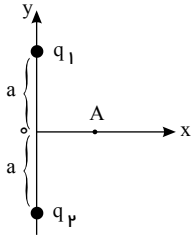


۹۸. نمودار اندازه میدان الکتریکی حاصل از بار q برحسب فاصله از بار، مطابق شکل زیر است. اندازه میدان الکتریکی در فاصله $4m$ از این بار چند نیوتون بر کولن است؟



- ۱۲۵ (۱)
- ۲۵۰ (۳)
- ۲۰۰ (۲)
- ۴۰۰ (۴)

۹۹. مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = +3\mu C$ و $q_2 = -2\mu C$ در فاصله معینی از هم قرار دارند. جهت میدان الکتریکی برآیند حاصل از دو بار در نقطه A روی محور x ها کدام است؟



- (۱) ↓
- (۲) ↑
- (۳) ↘
- (۴) ↙

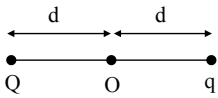
۱۰۰. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 2\mu C$ و $q_2 = 32\mu C$ در فاصله r از هم قرار دارند. در این حالت میدان الکتریکی برآیند در نقطه M روی خط واصل دو بار صفر می‌شود. اگر بار q_1 را قرینه کرده ($q'_1 = -2\mu C$) و به اندازه r از q_2 دور کنیم، میدان الکتریکی در نقطه M' روی خط واصل دو بار صفر می‌شود. فاصله MM' چند برابر r است؟

- (۱) $\frac{13}{15}$
- (۲) $\frac{31}{15}$
- (۳) $\frac{28}{15}$
- (۴) $\frac{32}{15}$

۱۰۱. ذره‌ای به جرم $144g$ دارای بار الکتریکی $-3.2\mu C$ است. این ذره درون میدان الکتریکی یکنواختی که در راستای قائم است، با تندی ثابت $5 \frac{m}{s}$ به سمت پایین در حال حرکت است. اندازه این میدان الکتریکی چند $\frac{kV}{m}$ و جهت آن کدام است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$) از اصطکاک صرف نظر کنید)

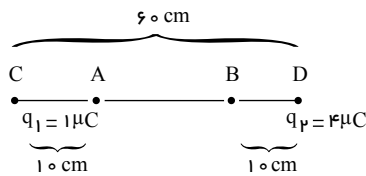
- (۱) ۴۵۰، بالا
- (۲) ۴۵۰، پایین
- (۳) ۳۰۰، بالا
- (۴) ۳۰۰، پایین

۱۰۲. در شکل زیر، اندازه میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای q و Q در نقطه O برابر با $200 \frac{N}{C}$ می‌باشد. با حذف بار q ، اندازه میدان الکتریکی در همان نقطه برابر با $50 \frac{N}{C}$ می‌شود. کدام گزاره درباره بارهای q و Q الزاماً درست است؟



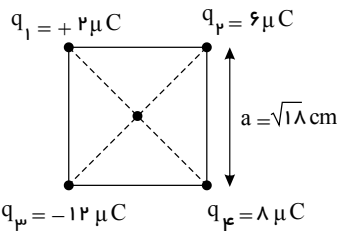
- (۱) دو بار q و Q ناهم‌نام هستند و $|q| > |Q|$ است.
- (۲) دو بار q و Q ناهم‌نام هستند و $|Q| > |q|$ است.
- (۳) نوع بارها را نمی‌توان تشخیص داد اما $|q| > |Q|$ است.
- (۴) در مورد نوع بار و اندازه آن‌ها نمی‌توان قضاوت کرد.

۱۰۳. مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقاط C و D ثابت شده‌اند. اگر از نقطه A تا نقطه B حرکت کنیم، بزرگی میدان الکتریکی برآیند چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) مرتباً کاهش می‌یابد.
- (۲) مرتباً افزایش می‌یابد.
- (۳) در ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.
- (۴) در ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.

۱۰۴. بر روی چهار رأس مربع شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی برآیند در مرکز



مربع چند نیوتن بر کولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)

$$3\sqrt{10} \times 10^7 \text{ (1)}$$

$$2\sqrt{5} \times 10^7 \text{ (2)}$$

$$3\sqrt{5} \times 10^7 \text{ (3)}$$

$$6\sqrt{10} \times 10^7 \text{ (4)}$$

۱۰۵. با توجه به شکل زیر، بردار میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه M در SI کدام است؟

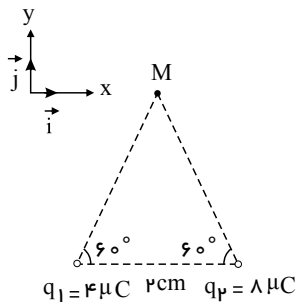
$$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$$

$$(13.5\vec{i} + 4.5\sqrt{3}\vec{j}) \times 10^3 \text{ (1)}$$

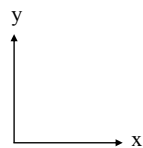
$$(13.5\vec{i} - 4.5\sqrt{3}\vec{j}) \times 10^3 \text{ (2)}$$

$$(13.5\vec{i} - 9\sqrt{3}\vec{j}) \times 10^3 \text{ (3)}$$

$$(13.5\vec{i} + 9\sqrt{3}\vec{j}) \times 10^3 \text{ (4)}$$



۱۰۶. دو ذره با بارهای $+q$ و $-q$ روی محور y ها به ترتیب از راست به چپ، در نقاط $y = +a$ و $y = -a$ از مبدأ مختصات ثابت شده‌اند. اندازه میدان الکتریکی برآیند روی عمودمنصف خطی که دو ذره را به یکدیگر وصل می‌کند و به فاصله x از وسط خط واصل دو ذره کدام است؟



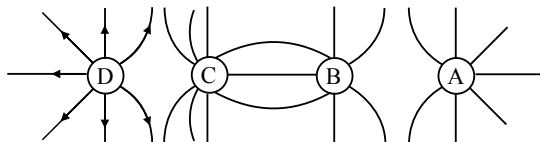
$$\frac{2kqx}{(a^2 + x^2)^{3/2}} \text{ (1)}$$

$$\frac{kqa}{(a^2 + x^2)^{3/2}} \text{ (2)}$$

$$\frac{2kqa}{(a^2 + x^2)^{3/2}} \text{ (3)}$$

$$\frac{kqx}{(a^2 + x^2)^{3/2}} \text{ (4)}$$

۱۰۷. با توجه به خطوط میدان الکتریکی نشان داده شده در شکل زیر، کدام گزینه علامت بارهای نقطه‌ای A, B, C را به ترتیب از راست به چپ درست نشان می‌دهد؟



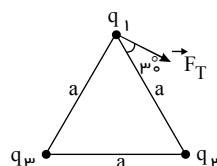
(۱) مثبت - منفی - مثبت

(۲) منفی - مثبت - منفی

(۳) منفی - منفی - مثبت

(۴) مثبت - مثبت - منفی

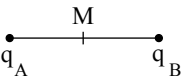
۱۰۸. در شکل مقابل سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_1, q_2 و q_3 در سه رأس مثلث متساوی‌الاضلاعی ثابت شده‌اند. اگر بردار برآیند نیروی الکتریکی وارد بر بار q_1 از طرف دو بار دیگر مطابق شکل باشد، کدام است $\left| \frac{q_2}{q_3} \right|$ ؟



$$\frac{1}{2} \quad (2) \qquad \frac{\sqrt{3}}{3} \quad (1)$$

$$\sqrt{3} \quad (4) \qquad 2 \quad (3)$$

۱۰۹. در شکل زیر میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ی M وسط خط واصل دو بار q_A و q_B برابر $2\vec{E}$ می‌باشد. اگر بار q_A را خنثی کنیم میدان الکتریکی در نقطه‌ی M برابر $3\vec{E}$ می‌شود. در این صورت نسبت $\frac{q_B}{q_A}$ کدام است؟



$$-\frac{1}{3} \quad (2) \qquad \frac{1}{3} \quad (1)$$

$$-\frac{3}{5} \quad (4) \qquad \frac{3}{5} \quad (3)$$

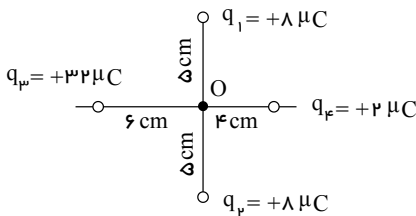
۱۱۰. میدان الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی مثبت q_1 و q_2 در نقطه‌ی M در SI به ترتیب $\vec{E}_1 = 8\vec{i} + 7\vec{j}$ و

$$\vec{E}_2 = 4\vec{i} + 9\vec{j}$$

است. نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی $q = 2C$ در این نقطه کدام است؟

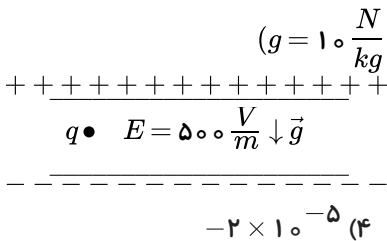
$$\vec{F} = 6\vec{i} - 8\vec{j} \quad (4) \quad \vec{F} = 12\vec{i} + 16\vec{j} \quad (3) \quad \vec{F} = -2\vec{i} + \vec{j} \quad (2) \quad \vec{F} = 24\vec{i} + 32\vec{j} \quad (1)$$

۱۱۱. بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1, q_2, q_3 و q_4 مطابق شکل زیر قرار گرفته‌اند. بار الکتریکی q_4 را چند سانتی‌متر و در کدام جهت جابه‌جا کنیم تا میدان برآیند حاصل از بارها در نقطه‌ی O برابر صفر شود؟



- (۱) ۲٫۵ سانتی‌متر به راست
- (۲) ۲٫۵ سانتی‌متر به چپ
- (۳) ۱٫۵ سانتی‌متر به راست
- (۴) ۱٫۵ سانتی‌متر به چپ

۱۱۲. مطابق شکل زیر، روی ذره‌ای به جرم ۱ گرم، بار الکتریکی q قرار داده و آن را در میدان الکتریکی یکنواختی بین دو صفحه‌ی

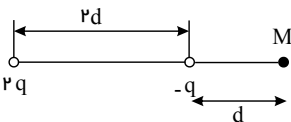


$$-2 \times 10^{-5} \quad (4) \qquad -20 \quad (3) \qquad 2 \times 10^{-5} \quad (2) \qquad 20 \quad (1)$$

۱۱۳. ذرات با بار الکتریکی $4nC$ و $9nC$ در فاصله‌ی $20cm$ از یکدیگر واقع‌اند. بزرگی میدان الکتریکی ناشی از هر کدام آنها روی خط واصل دو بار، در کدام نقطه برابر است؟

- (۱) بین دو بار و در فاصله‌ی $8cm$ از بار $4nC$
- (۲) خارج دو بار و در فاصله‌ی $60cm$ از $9nC$
- (۳) بین دو بار و در فاصله‌ی $8cm$ از بار $9nC$
- (۴) هر یک از گزینه‌های ۱ و ۲ می‌تواند درست باشد.

۱۱۴. در شکل زیر، اگر بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی d از آن برابر با E باشد، اندازه‌ی میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ی M چند برابر E است؟



$$\frac{11}{9} \quad (2) \qquad \frac{7}{9} \quad (1)$$

$$\frac{1}{3} \quad (4) \qquad \frac{5}{3} \quad (3)$$

۱۱۵. بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 1\mu C$ و $q_2 = 5\mu C$ روی محور x به ترتیب در نقاط $x_1 = 3m$ و $x_2 = -6m$ قرار دارند. چه باری را در مکان $x = 12m$ قرار دهیم تا میدان الکتریکی در مبدأ مختصات صفر شود؟

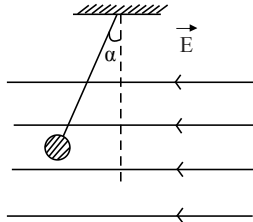
$q = +2\mu C$ (۲)

$q = -2\mu C$ (۱)

$q = +4\mu C$ (۴)

$q = -4\mu C$ (۳)

۱۱۶. مطابق شکل زیر، آونگی به جرم m درون یک میدان الکتریکی یکنواخت در حال تعادل قرار گرفته است. در صورتی که این آونگ دارای بار q_1 باشد $\hat{\alpha} = 60^\circ$ می شود و اگر دارای بار q_2 باشد، $\hat{\alpha} = 45^\circ$ خواهد شد. حاصل $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟



$\sqrt{2}$ (۲)

$\sqrt{3}$ (۱)

(۴) بستگی به m دارد.

$\frac{\sqrt{3}}{3}$ (۳)

۱۱۷. ذره‌ای به بار $q = +8\mu C$ در نقطه‌ی A قرار دارد، بزرگی میدان الکتریکی حاصل از این ذره در نقطه‌ی O چند برابر بزرگی میدان الکتریکی در نقطه‌ی B است؟

$\frac{8m}{-6m}$ (۳) است؟

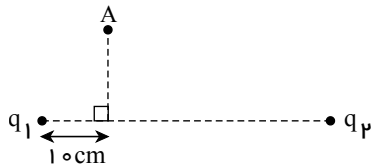
۱۲٫۵ (۴)

۱ (۳)

۲٫۵ (۲)

۴ (۱)

۱۱۸. مطابق شکل زیر، دو بار نقطه‌ای مثبت q_1 و q_2 ($q_2 = 2q_1$) در فاصله 5 cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر راستای بردار برابند میدان الکتریکی حاصل از این دو بار در نقطه A بر خط واصل دو بار عمود باشد، در این صورت فاصله نقطه A تا بار q_1 چند سانتی‌متر است؟



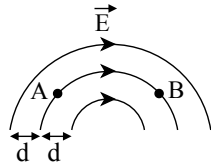
$20\sqrt{5}$ (۲)

۲۰ (۱)

$10\sqrt{5}$ (۴)

۲۵ (۳)

۱۱۹. در شکل زیر، خطوط میدان الکتریکی در فاصله‌ی مساوی از هم قرار دارند. این میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B است.



(۱) غیر یکنواخت - بیش تر از

(۲) غیر یکنواخت - کم تر از

(۳) یکنواخت - بیش تر از

(۴) یکنواخت - کم تر از

۱۲۰. در فاصله‌ی مشخصی از بار نقطه‌ای q ، به ذره‌ی باردار $q = -2\text{ nC}$ ، نیروی $\vec{F} = (8\vec{i} - 6\vec{j}) \times 10^{-6}\text{ N}$ وارد می شود. میدان الکتریکی ناشی از بار q در این نقطه در SI کدام است؟

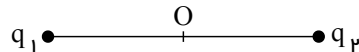
$(-16\vec{i} + 12\vec{j}) \times 10^{-15}$ (۲)

$(16\vec{i} - 12\vec{j}) \times 10^{-15}$ (۱)

$(-4\vec{i} + 3\vec{j}) \times 10^{-3}$ (۴)

$(4\vec{i} - 3\vec{j}) \times 10^{-3}$ (۳)

۱۲۱. در شکل زیر میدان برآیند در نقطه‌ی O وسط خط واصل دو بار برابر با \vec{E} است. اگر بار q_1 خنثی شود، میدان در نقطه‌ی O در خلاف جهت میدان قبلی می شود. در این صورت کدام گزینه زیر الزاماً صحیح است؟



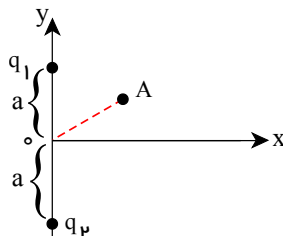
$\frac{q_1}{q_2} > 0$ (۱)

$\frac{q_1}{q_2} < 0$ (۲)

$|q_1| = |q_2|$ (۳)

$|q_1| < |q_2|$ (۴)

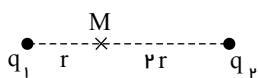
۱۲۲. مطابق شکل دو بار نقطه‌ای $q_1 = +2\mu C$ و $q_2 = -2\mu C$ به فاصله معین از هم قرار دارند. جهت میدان حاصل از دو بار در نقطه A مطابق کدام گزینه است؟



- (۱) ↘
 (۲) ↙
 (۳) ↗
 (۴) →

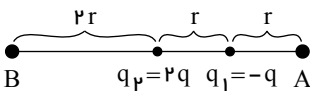
۱۲۳. دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام نامساوی در اختیار داریم. اگر روی خط واصل دوبار، به سمت بار با مقدار کم‌تر حرکت کنیم، مقدار میدان الکتریکی برآیند،
 (۱) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.
 (۲) ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.
 (۳) همواره زیاد می‌شود.
 (۴) همواره ثابت است.

۱۲۴. دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 مطابق شکل در فاصله $3r$ از هم قرار دارند و میدان الکتریکی در نقطه‌ی M برابر \vec{E} است. اگر جای دو بار را با یکدیگر عوض کرده و مقدار آن‌ها را نیز نصف کنیم، میدان در نقطه‌ی M ، $\frac{\vec{E}}{2}$ می‌شود. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



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

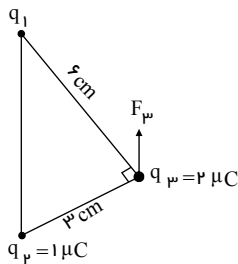
۱۲۵. در شکل زیر، بزرگی میدان الکتریکی برآیند حاصل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای در نقطه‌ی B چند برابر بزرگی میدان برآیند ناشی از همان دوبار در نقطه‌ی A است؟



- (۲) $\frac{27}{11}$
 (۴) $\frac{7}{9}$

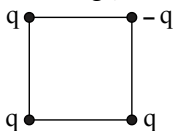
- (۱) $\frac{11}{27}$
 (۳) $\frac{9}{7}$

۱۲۶. در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. اگر F_3 برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 موازی خط واصل q_1 و q_2 باشد، F_3 چند نیوتون است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



- (۱) $8\sqrt{5}$
 (۲) $12\sqrt{5}$
 (۳) $16\sqrt{5}$
 (۴) $20\sqrt{5}$

۱۲۷. چهار بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر در رأس‌های یک مربع به ضلع $a\sqrt{2}$ قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در نقطه‌ای روی محوری که از مرکز مربع می‌گذرد و بر سطح آن عمود است و در فاصله‌ی a از مرکز مربع قرار دارد، کدام است؟ (ثابت کولن = k)



- (۲) $\frac{2kq}{a^2}$
 (۴) $\frac{\sqrt{2}kq}{2a^2}$

- (۱) $\frac{kq}{a^2}$
 (۳) $\frac{2\sqrt{2}kq}{a^2}$

۱۲۸. 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 سانتی متری از بار $-Q_1$ ، میدان الکتریکی حاصل از دو بار برابر باشند، نسبت اندازه‌ی دو بار الکتریکی $(\frac{Q_2}{Q_1})$ کدام است؟

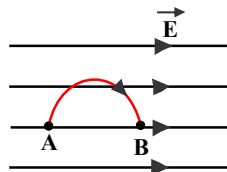
۱۲۹. بارهای الکتریکی نقطه‌ای $4\mu C$ و $-8\mu C$ روی محور x به ترتیب در مکان‌های $x = 6\text{cm}$ و $x = 12\text{cm}$ قرار دارند. بار نقطه‌ای چند میکروکولن را باید در مکان $x = 18\text{cm}$ قرار داد تا میدان الکتریکی در مبدأ محور x برابر صفر شود؟

- ۲٫۵ (۴)
- ۲٫۲۵ (۳)
- ۱٫۵ (۲)
- ۱٫۲۵ (۱)

۱۳۰. دو بار نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 4q_1$ در فاصله r از هم واقع‌اند. میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصله d_1 از بار q_1 برابر صفر است. اگر فاصله دو بار از هم ۲ برابر شود، میدان الکتریکی برآیند در فاصله d_2 از بار q_2 برابر صفر می‌شود. d_2 چند برابر d_1 است؟

- ۴ (۴)
- ۲ (۳)
- ۳/۲ (۲)
- ۴/۳ (۱)

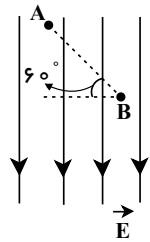
۱۳۱. مطابق شکل زیر، بار الکتریکی نقطه‌ای $q = 2\mu C$ را در یک میدان الکتریکی یک‌نواخت به بزرگی $1000 \frac{N}{C}$ بر روی



نیم‌دایره‌ای به محیط 6π متر با سرعت ثابت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌کنیم، تغییر انرژی پتانسیل بار الکتریکی چند ژول و چگونه است؟

- (۱) $10^{-3} \times 12\pi$ ، کاهش می‌یابد.
- (۲) $10^{-3} \times 12\pi$ ، افزایش می‌یابد.
- (۳) $10^{-3} \times 24$ ، کاهش می‌یابد.
- (۴) $10^{-3} \times 24$ ، افزایش می‌یابد.

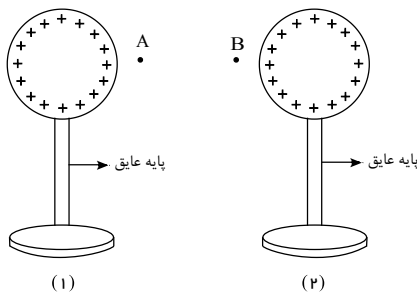
۱۳۲. در شکل مقابل، بار الکتریکی نقطه‌ای $q = -2\mu C$ در میدان الکتریکی یک‌نواختی به بزرگی $1000 \frac{N}{C}$ از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی



B جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی بار چند میکروژول تغییر می‌کند؟ ($AB = 2\text{cm}$)

- ۲۰ (۲)
- +۲۰ (۱)
- ۲۰√۳ (۴)
- +۲۰√۳ (۳)

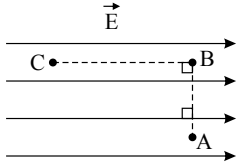
۱۳۳. در شکل زیر، یک الکترون را از نقطه‌ی A (در نزدیکی کره‌ی (۱)) تا نقطه‌ی B (در نزدیکی کره‌ی (۲)) جابه‌جا می‌کنیم. طی این جابه‌جایی، انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون چگونه تغییر می‌کند؟



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

صفحه ۲۱

۱۳۴. مطابق شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت \vec{E} ، ذره‌ای با بار الکتریکی $q > 0$ از نقطه A به نقطه B و سپس به نقطه C جابه‌جا می‌شود. کدام گزینه در مورد پتانسیل الکتریکی نقاط و انرژی پتانسیل الکتریکی بار در این جابه‌جایی درست است؟



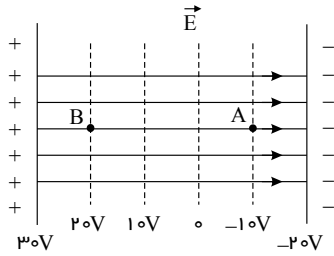
$$U_A = U_B < U_C \text{ و } V_A = V_B = V_C \quad (1)$$

$$U_A = U_B > U_C \text{ و } V_A = V_B > V_C \quad (2)$$

$$U_A = U_B < U_C \text{ و } V_A = V_B < V_C \quad (3)$$

$$U_A < U_B < U_C \text{ و } V_A > V_B > V_C \quad (4)$$

۱۳۵. ذره‌ای با بار الکتریکی $q_1 = 2\mu C$ و جرم یک میلی‌گرم از نقطه A با سرعت $1 \frac{m}{s}$ به طرف صفحه مثبت پرتاب می‌شود. کدام گزینه صحیح است؟ (فرض کنید که ذره از میدان خارج نمی‌شود و از نیروی وزن وارد بر ذره و نیروهای اتلافی صرف نظر کنید).



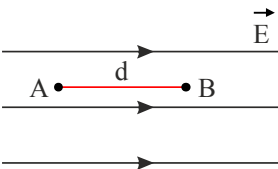
(۱) ذره در نقطه B متوقف می‌شود.

(۲) ذره با سرعت $1 \frac{m}{s}$ به نقطه B می‌رسد.

(۳) ذره قبل از رسیدن به نقطه B متوقف می‌شود.

(۴) ذره به صفحه مثبت می‌رسد.

۱۳۶. مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار الکتریکی q درون میدان الکتریکی یکنواختی از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا می‌شود. اگر فاصله A تا B برابر با d باشد و تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در این جابه‌جایی برابر با ΔU باشد، اندازه نیروی الکتریکی وارد بر این ذره کدام یک از گزینه‌های زیر است؟



$$|\Delta U| \quad (1)$$

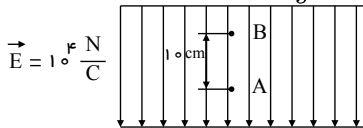
$$\frac{d}{|\Delta U|} \quad (2)$$

$$\frac{|\Delta U|}{d} \quad (3)$$

$$d|\Delta U| \quad (4)$$

۱۳۷. مطابق شکل، جسم کروی باردار 10 گرمی در یک میدان الکتریکی یکنواخت، در نقطه A در حال تعادل قرار گرفته است. اگر

این جسم را از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی‌اش چگونه تغییر می‌کند؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



(۱) 10 J افزایش می‌یابد.

(۲) 10 J کاهش می‌یابد.

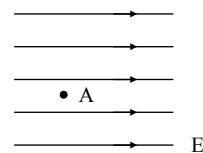
(۳) 1 J کاهش می‌یابد.

(۴) 1 J افزایش می‌یابد.

۱۳۸. مطابق شکل، یک پروتون در نقطه A با تندی 10^5 متر بر ثانیه در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی

$2000 N/C$ ، پرتاب می‌شود. پس از چند میلی‌متر جابه‌جایی این پروتون متوقف می‌شود؟

$e = 1.6 \times 10^{-19} C$ ، $m_p = 1.6 \times 10^{-27} kg$ و از نیروی وزن پروتون و مقاومت هوا چشم‌پوشی شود.)



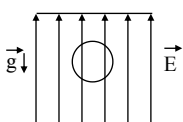
$$2.5 \quad (2)$$

$$5 \quad (4)$$

$$25 \quad (1)$$

$$50 \quad (3)$$

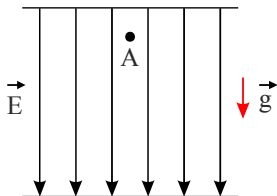
۱۳۹. روی بادکنکی کروی به جرم 8 گرم، مجموعاً $500 nC$ بار الکتریکی به صورت یکنواخت پخش کرده‌ایم و مطابق شکل آن را در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $8000 N/C$ رها می‌کنیم. پس از یک متر جابه‌جایی تندی این بادکنک به چند متر بر ثانیه



می‌رسد؟ (از نیروی شناوری وارد بر بادکنک صرف نظر نمایید و $g = 10 \frac{N}{kg}$)

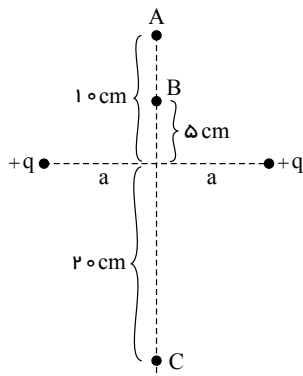
$$\begin{matrix} \sqrt{19} \text{ (۲)} & \sqrt{21} \text{ (۱)} \\ 4\sqrt{19} \text{ (۴)} & 4\sqrt{21} \text{ (۳)} \end{matrix}$$

۱۴۰. در شکل زیر ذره‌ای به جرم $1g$ دارای بار $-3,2\mu C$ ، با تندی $\sqrt{6} \frac{m}{s}$ در نقطه A و در جهت خطوط یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $\frac{N}{C}$ 5000 پرتاب می‌شود. در نقطه B در لحظه‌ای که ذره متوقف می‌شود، جهت میدان الکتریکی عوض شده و سپس ذره تا نقطه C جابه‌جا می‌شود. اگر در نقطه C تندی ذره $2\sqrt{13} \frac{m}{s}$ باشد، فاصله AC بر حسب متر کدام است؟



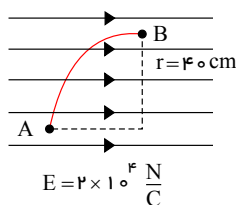
- (۱) $g = 10 \frac{N}{kg}$
- (۲) 1
- (۳) $1,5$
- (۴) 2

۱۴۱. مطابق شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌اندازه و مثبت در فاصله مشخص از یکدیگر ثابت شده‌اند. یک بار نقطه‌ای منفی روی عمود منصف خط واصل دو بار با سرعت ثابت از نقطه A تا نقطه C جابه‌جا می‌شود. کدام گزینه در مورد انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقاط A ، B و C صحیح است؟



- (۱) $U_A < U_B < U_C$
- (۲) $U_C < U_A < U_B$
- (۳) $U_B < U_C < U_A$
- (۴) $U_B < U_A < U_C$

۱۴۲. در شکل مقابل، بار الکتریکی نقطه‌ای $q = 6 \times 10^{-6} C$ روی یک مسیر ربع دایره از نقطه A تا نقطه B ، در میدان الکتریکی یکنواخت جابه‌جا می‌شود. تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند ژول است؟



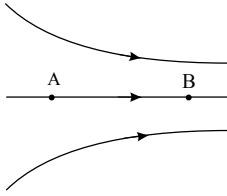
- (۱) $-4,8\sqrt{2} \times 10^{-2}$
- (۲) $-4,8 \times 10^{-2}$
- (۳) $4,8 \times 10^{-2}$
- (۴) $4,8\sqrt{2} \times 10^{-2}$

۱۴۳. یکای میدان الکتریکی در SI مطابق کدام گزینه است؟

- (۱) $\frac{N}{kg}$ فقط
- (۲) $\frac{N}{C}$
- (۳) $\frac{V}{m}, \frac{N}{C}$
- (۴) $\frac{V}{m}, \frac{N}{kg}$

صفحه ۲۳

۱۴۴. مطابق شکل زیر، در یک میدان الکتریکی، یک الکترون از نقطه A به سمت نقطه B پرتاب می‌شود. اگر تنها نیروی مؤثر بر این الکترون، نیروی میدان الکتریکی باشد، کدام عبارت نادرست است؟ (الکترون به نقطه B می‌رسد).



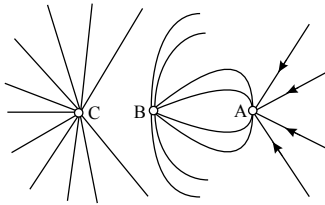
- (۱) میدان الکتریکی در نقطه B قوی‌تر از نقطه A است.
- (۲) در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی این بار افزایش می‌یابد.
- (۳) تندی الکترون در نقطه B بیشتر از نقطه A است.
- (۴) پتانسیل الکتریکی نقطه A بیشتر از پتانسیل الکتریکی نقطه B است.

۱۴۵. ذره‌ای با بار الکتریکی $+1 \mu C$ و جرم 1 گرم در یک میدان الکتریکی یکنواخت که راستای آن قائم و جهتش رو به پایین است رها می‌شود. اگر بزرگی میدان $10^3 \frac{N}{C}$ و مقاومت هوا ناچیز باشد، تندی ذره بعد از 1 متر جابه‌جایی برابر با چند متر بر ثانیه است؟

$$(g = 10 \frac{N}{kg})$$

- (۱) 10
- (۲) $2\sqrt{10}$
- (۳) 20
- (۴) $2\sqrt{5}$

۱۴۶. باتوجه به خطوط میدان الکتریکی در شکل زیر، نوع بارهای A ، B و C و مقایسه اندازه آنها به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

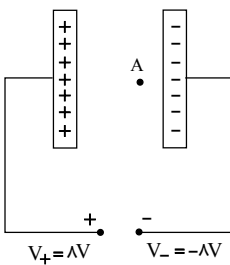


- (۱) مثبت - منفی - منفی و $|qC| > |qB| > qA$
- (۲) منفی - مثبت - مثبت و $qC > qB > |qA|$
- (۳) مثبت - منفی - مثبت و $qC > qA > |qB|$
- (۴) منفی - مثبت - منفی و $|qC| > qB > |qA|$

۱۴۷. یک ساعت مچی دیجیتالی در اختیار داریم. اگر جریانی که توسط باتری در مدار این ساعت ایجاد می‌شود برابر با $5mA$ باشد، به ترتیب از راست به چپ در مدت یک شبانه‌روز، چند میکروکولن بار از این مدار می‌گذرد و در صورتی که در طی این جابه‌جایی بار، $216J$ انرژی به ساعت منتقل شود، ولتاژ باتری این ساعت چند ولت است؟

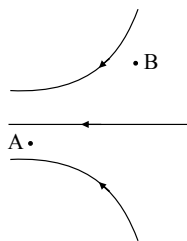
- (۱) $5,432$
- (۲) $5,432 \times 10^5$
- (۳) $3,432$
- (۴) $3,432 \times 10^5$

۱۴۸. در شکل زیر، فاصله بین دو صفحه رسانای موازی $4cm$ است. اگر پتانسیل الکتریکی نقطه A ، $4V$ - باشد، فاصله نقطه A از صفحه منفی چند سانتی‌متر است؟



- (۱) $0,5$
- (۲) 1
- (۳) 2
- (۴) 4

۱۴۹. در شکل زیر یک بار الکتریکی مثبت از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا می‌شود. کدام گزینه در مورد پتانسیل الکتریکی نقاط، میدان الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقاط A و B صحیح است؟



- (۱) $V_A > V_B, EA > EB, UA > UB$
- (۲) $V_A > V_B, EA = EB, UA > UB$
- (۳) $V_A < V_B, EA = EB, UA < UB$
- (۴) $V_A < V_B, EA > EB, UA < UB$

۱۵۰. اگر پتانسیل الکتریکی پایانه منفی یک باتری ۲۴ ولتی را ۸- ولت فرض کنیم، پتانسیل الکتریکی پایانه مثبت آن چند ولت خواهد شد؟

- ۱۶ (۱) ۳۲ (۲) -۱۶ (۳) -۳۲ (۴)

۱۵۱. در یک میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به ترتیب برابر با $۴٫۵ \times ۱۰^۳ V$ و $۲٫۷ \times ۱۰^۳ V$ می باشند. برای انتقال بار $q = ۲٫۵ \mu C$ از نقطه B به نقطه A ، چند میلی ژول کار توسط میدان انجام می گیرد؟

- ۴٫۵ (۱) ۲٫۵ (۲) -۴٫۵ (۳) -۲٫۵ (۴)

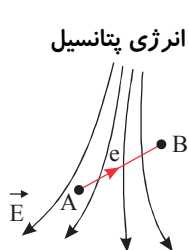
۱۵۲. از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $۱۵۰ V$ به اندازه $۲۵ cm$ در جهت خط‌های میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $\frac{N}{C} ۸۰۰$ جابه‌جا می‌شویم. پتانسیل الکتریکی در نقطه جدید چند ولت است؟

- ۵۰ (۱) ۱۵۰ (۲) -۱۵۰ (۳) -۵۰ (۴)

۱۵۳. بین دو صفحه رسانای موازی که در فاصله ۴ سانتی‌متری از هم قرار دارند، اختلاف پتانسیل الکتریکی $۵۰۰۰ V$ ایجاد کرده‌ایم. اگر یک ذره با بار الکتریکی $۵ \mu C$ و جرم $۰٫۲$ میلی‌گرم بین دو صفحه و در مجاور صفحه با پتانسیل الکتریکی بیشتر رها شود، با تندی چند $\frac{m}{s}$ به صفحه دیگر برخورد می‌کند؟ (از نیروی وزن وارد بر ذره صرف‌نظر شود.)

- ۵۰۰ (۱) ۲۵۰ (۲) ۵۰ (۳) ۲۵ (۴)

۱۵۴. در شکل مقابل یک الکترون را از نقطه A تا نقطه B داخل میدان الکتریکی \vec{E} جابه‌جا می‌کنیم. اختلاف انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون $(\Delta U = U_B - U_A)$ و کار میدان الکتریکی (WE) است.



- (۱) منفی - مثبت (۲) مثبت - منفی
(۳) منفی - منفی (۴) مثبت - مثبت

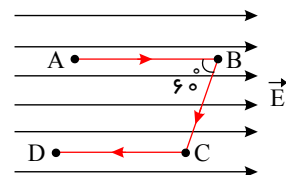
۱۵۵. ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -۲ mC$ و جرم $m = ۲ mg$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت افقی از نقطه A با پتانسیل الکتریکی $V_A = ۳۰ V$ با سرعت اولیه‌ی $V_0 = ۴۰۰ \frac{m}{s}$ در راستای خطوط میدان الکتریکی پرتاب می‌شود. اگر در نقطه B جهت حرکت ذره عوض شود، V_B برابر با چند ولت است؟ (از تأثیر نیروی گرانش بر ذره صرف‌نظر کنید.)

- ۵۰ (۱) -۸۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۱۰ (۴)

۱۵۶. بار الکتریکی $q = +۲ \mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطه ۱ تا نقطه ۲ جابه‌جا می‌شود. اگر پتانسیل الکتریکی این دو نقطه به ترتیب $V_1 = -۴۰ V$ و $V_2 = +۱۰ V$ باشد، کار انجام شده روی بار از طرف میدان چند ژول است و انرژی پتانسیل الکتریکی ذره چگونه تغییر کرده است؟

- (۱) $-۱۰^{-۴}$ و کاهش (۲) $-۱۰^{-۴}$ و افزایش
(۳) $۱۰^{-۴}$ و کاهش (۴) $۱۰^{-۴}$ و افزایش

۱۵۷. مطابق شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت \vec{E} بار الکتریکی $-۴ \mu C$ از نقطه A با پتانسیل الکتریکی $+۵ V$ ابتدا به نقطه B ، پس از آن به نقطه C و سپس به نقطه D منتقل می‌شود. اگر $AB = ۱۰ cm$ ، $BC = ۸ cm$ و $CD = ۶ cm$ و کار میدان در جابه‌جایی AB برابر $-۸۰ \mu J$ باشد، پتانسیل الکتریکی نقطه D چند ولت است؟ (CD و AB موازی خطوط میدان الکتریکی هستند.)



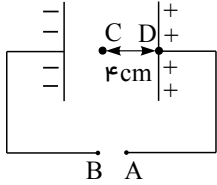
- (۱) صفر (۲) $+۵$
(۳) -۵ (۴) $+۴$

۱۵۸. پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به ترتیب از راست به چپ برابر با $۴٫۵ \times ۱۰^۳ V$ و $۲٫۷ \times ۱۰^۳ V$ می باشد. با انتقال بار $q' = ۲٫۵ \mu C$ از نقطه B به A چند میلی ژول کار توسط میدان انجام می‌گیرد؟

- ۴٫۵ (۱) ۲٫۵ (۲) -۴٫۵ (۳) -۲٫۵ (۴)

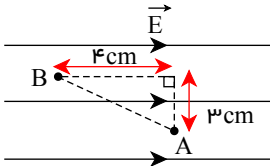
صفحه ۲۵

۱۵۹. در شکل زیر، دو صفحه‌ی رسانای موازی در فاصله‌ی 16cm از هم قرار دارند و نقطه‌ی C در فاصله‌ی بین این دو صفحه مشخص شده است. اگر پتانسیل الکتریکی نقطه‌های B و C به ترتیب از راست به چپ برابر با 60V و صفر باشد، پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A چند ولت است؟



- (۱) 120
- (۲) 80
- (۳) 48
- (۴) 15

۱۶۰. ذره‌ای با بار الکتریکی $-2\mu\text{C}$ درون میدان یکنواختی به بزرگی $5\frac{N}{C}$ از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا می‌شود. اختلاف پتانسیل بین این دو نقطه $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟



- (۱) -0.25
- (۲) 0.2
- (۳) 0.25
- (۴) -0.2

۱۶۱. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 2\mu\text{C}$ و $q_2 = -4\mu\text{C}$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌شوند. اگر کار میدان الکتریکی وارد بر بار q_1 در این جابه‌جایی 6mJ میلی ژول بیش‌تر از کار میدان الکتریکی وارد بر بار q_2 در این جابه‌جایی باشد، $V_B - V_A$ چند ولت است؟

- (۱) 100
- (۲) 50
- (۳) -100
- (۴) -50

۱۶۲. اختلاف پتانسیل 40V را بین دو الکترود به فاصله‌ی 10mm از یکدیگر برقرار می‌کنیم و میدان یکنواختی ایجاد می‌شود. الکترونی از حال سکون از کنار صفحه‌ی منفی به سمت صفحه‌ی مثبت شروع به حرکت می‌کند. انرژی جنبشی الکترون هنگام رسیدن به صفحه‌ی مثبت چند الکترون ولت است؟ (از تغییر انرژی پتانسیل گرانشی صرف‌نظر می‌شود.)

- (۱) 40
- (۲) 4
- (۳) 6.4×10^{-18}
- (۴) 6.4×10^{-19}

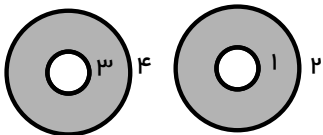
۱۶۳. در یک میدان الکتریکی، بار $q = -2\mu\text{C}$ از نقطه A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقطه‌های A و B به ترتیب 4mJ و 6mJ باشد و پتانسیل نقطه A برابر 20V باشد، پتانسیل نقطه B چند ولت است؟

- (۱) 80
- (۲) -80
- (۳) -120
- (۴) 120

۱۶۴. یک میدان الکتریکی یکنواخت، بار الکتریکی نقطه‌ای $q = -4\text{nC}$ از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقطه‌های A و B به ترتیب از راست به چپ برابر با $4 \times 10^{-6}\text{J}$ و $8 \times 10^{-6}\text{J}$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی میان دو نقطه $(V_A - V_B)$ چند ولت است؟

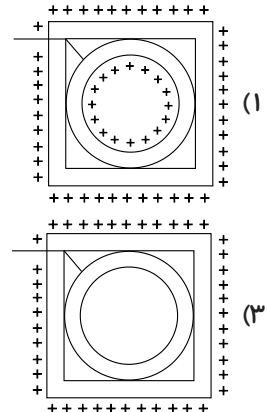
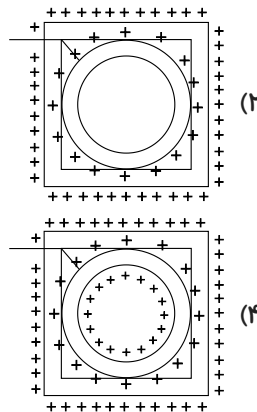
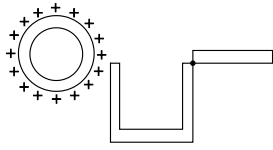
- (۱) 300
- (۲) -300
- (۳) 100
- (۴) -100

۱۶۵. مطابق شکل مقابل، دو کره‌ی فلزی مجزا و توخالی مشابه و خنثی، داریم. در مرکز کره‌ی سمت راست بار مثبت و هم‌چنین بر سطح شماره‌ی (۳) از کره‌ی سمت چپ بار مثبت قرار می‌دهیم. پس از ایجاد تعادل، بار هر یک از سطوح (۱)، (۲)، (۳) و (۴) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

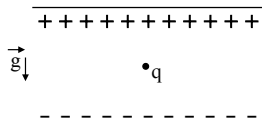


- (۱) مثبت - منفی - مثبت - مثبت
- (۲) مثبت - مثبت - خنثی - مثبت
- (۳) منفی - مثبت - خنثی - مثبت
- (۴) منفی - خنثی - مثبت - منفی

۱۶۶. مطابق شکل مقابل، پوستهٔ رسانایی با بار مثبت را طوری درون جعبه‌ای رسانا و خنثی قرار می‌دهیم که به چهار وجه آن تماس شود. بعد از ایجاد تعادل نحوهٔ توزیع بار سیستم به چه شکل می‌باشد؟



۱۶۷. مطابق شکل زیر، در فضای بین دو صفحهٔ رسانای موازی و باردار مقابل هم، با بارهای هم‌اندازه و غیر هم‌نام ذرهٔ بارداری در حال تعادل قرار دارد. اگر فاصلهٔ بین صفحات را اندکی کم کنیم، ذرهٔ باردار چگونه حرکت می‌کند؟ (صفحات به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل شده‌اند.)



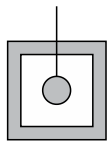
(۱) حرکت نمی‌کند.

(۲) به سمت بالا حرکت می‌کند.

(۳) به سمت پایین حرکت می‌کند.

(۴) به سمت بیرون پرتاب می‌شود.

۱۶۸. در شکل زیر، بار الکتریکی گلولهٔ فلزی متصل به نخ عایق، $-3q$ و بار الکتریکی ظرف فلزی در بستهٔ مکعب شکل، $+6q$ است. اگر با پایین آوردن نخ، گلوله را به کف داخلی ظرف تماس دهیم، پس از برقراری تعادل، به ترتیب از راست به چپ بار الکتریکی گلوله و بار الکتریکی سطح خارجی ظرف کدام می‌شود؟



(۱) صفر، $+1,5q$

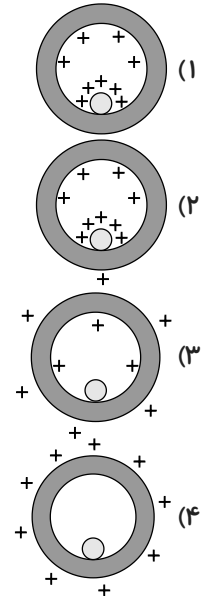
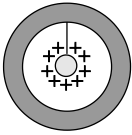
(۲) $+1,5q$ ، $+1,5q$

(۳) صفر، $+3q$

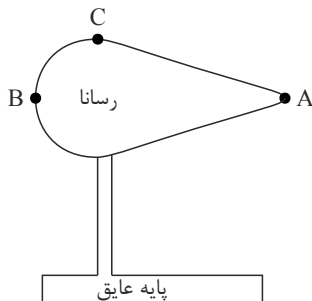
(۴) $+3q$ ، $+3q$

۱۶۹. دو سر خازن مسطحی که بین صفحات آن هوا است به دو سر یک باتری بسته شده است. اگر در این شرایط یک تیغهٔ شیشه‌ای بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت، انرژی الکتریکی و میدان الکتریکی درون آن به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟
(۱) کاهش - افزایش - کاهش (۲) افزایش - افزایش - ثابت (۳) افزایش - کاهش - ثابت (۴) کاهش - کاهش - ثابت

۱۷۰. در شکل مقابل، یک گوی رسانای باردار توسط نخ عایقی درون یک کره فلزی خنثی قرار دارد. اگر نخ را قطع کنیم تا گوی به کف کره بیفتد، کدام شکل توزیع بار را پس از افتادن به درستی نشان می‌دهد؟



۱۷۱. در شکل زیر، مقداری بار الکتریکی به جسم رسانا منتقل می‌کنیم. بعد از ایجاد تعادل، تراکم بارهای الکتریکی در کدام نقطه از سطح جسم رسانای باردار بیشتر است؟



A (۱)

B (۲)

C (۳)

در هر سه نقطه یکسان است. (۴)

۱۷۲. اگر مساحت مشترک صفحات یک خازن تخت را ۲۵ درصد افزایش دهیم، ظرفیت خازن $5\mu F$ تغییر می‌کند. ظرفیت اولیه خازن چند میکروفاراد بوده است؟

۱۵ (۴)

۲۰ (۳)

۲۵ (۲)

۳۰ (۱)

۱۷۳. خازن تختی با دی‌الکتریک هوا را پس از پر شدن از مولد جدا می‌کنیم و سپس فاصله‌ی بین دو صفحه را نصف و فاصله‌ی بین دو صفحه را با دی‌الکتریک به ثابت ۲ به طور کامل پر می‌کنیم. اندازه‌ی میدان الکتریکی بین صفحات چه تغییری می‌کند؟

(۱) ۴ برابر می‌شود (۲) $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود (۳) $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود (۴) تغییری نمی‌کند

۱۷۴. فاصله‌ی بین صفحات یک خازن تخت با دی‌الکتریک هوا را ۳ برابر کرده و یک دی‌الکتریک با ضریب $k = 5$ که تمام فضای بین صفحات را به طور کامل پر می‌کند در آن قرار می‌دهیم. ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

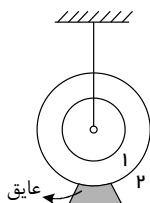
۱۵ (۴)

 $\frac{5}{3}$ (۳)

۳ (۲)

۵ (۱)

۱۷۵. مطابق شکل زیر دو پوسته‌ی فلزی کروی هم‌مرکز و خنثی را که شعاع دومی دو برابر اولی است در نظر بگیرید. توسط نخی ابریشمی، گلوله‌ای دارای بار $+5\mu C$ را بدون تماس با هر یک از دو پوسته در مرکز آن‌ها قرار می‌دهیم. در این صورت بار هر یک از پوسته‌ها کدام است؟

 $Q_2 = 1\mu C, Q_1 = 4\mu C$ (۱) $Q_1 = Q_2 = -5\mu C$ (۲) $Q_1 = Q_2 = 0$ (۳) $Q_2 = -4\mu C, Q_1 = -1\mu C$ (۴)

۱۷۶. اگر ۸ قطره‌ی کرووی رسانای باردار با بارها و شعاع‌های یکسان با هم تشکیل یک قطره‌ی کرووی بزرگ‌تر بدهند، چگالی سطحی بار الکتریکی قطره‌ی بزرگ‌تر، چند برابر قطره‌ی کوچک‌تر است؟

(۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۲ (۳) ۸ (۴) $\frac{1}{8}$

۱۷۷. بار الکتریکی q روی بادکنک کرووی به شعاع r توزیع شده است. اگر باد بادکنک را افزایش داده به طوری که حجم آن ۸ برابر شود. چگالی سطحی بار چند برابر می‌شود؟ (فرض کنید بار الکتریکی روی سطح خارجی بادکنک همواره به طور یکنواخت توزیع شود.)

(۱) $\frac{1}{2}$ (۲) $\frac{1}{4}$ (۳) $\frac{1}{16}$ (۴) $\frac{1}{64}$

۱۷۸. بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن تختی که دی‌الکتریک آن هواست و به یک مولد متصل است برابر با E است. اگر خازن را از مولد جدا کنیم و ابتدا فاصله‌ی بین صفحات آن را n برابر و سپس تمام فاصله‌ی بین صفحات را با دی‌الکتریک k پر کنیم، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات آن E' می‌شود. $\frac{E'}{E}$ کدام است؟

(۱) $\frac{k}{n}$ (۲) nk (۳) $\frac{1}{k}$ (۴) $\frac{n}{k}$

۱۷۹. خازن تختی را پس از پر شدن از مولد جدا می‌کنیم. اگر فاصله صفحات خازن را کاهش دهیم، اندازه میدان الکتریکی بین صفحات چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) ثابت می‌ماند. (۲) کاهش می‌یابد. (۳) افزایش می‌یابد. (۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۱۸۰. بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن تختی که دی‌الکتریک آن از هواست برابر با $\frac{N}{C}$ می‌باشد. با جدا شدن خازن از باتری و قرار دادن دی‌الکتریک k بین صفحات خازن، اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل در بین صفحات $\frac{N}{C}$ می‌گردد. k کدام است؟

(۱) ۲ (۲) ۱٫۵ (۳) ۲٫۵ (۴) ۳

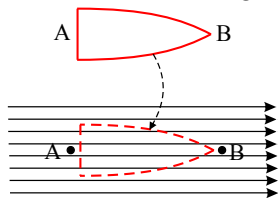
۱۸۱. فاصله‌ی میان صفحات مستطیلی شکل خازن مسطحی ۱۰ برابر شده و فضای میان صفحات آن که در ابتدا خالی بوده را به طور کامل توسط یک دی‌الکتریک با ضریب $1/6$ پر می‌کنیم. اگر طول و عرض صفحات با یک نسبت تغییر کنند، ابعاد صفحات خازن چند برابر شود تا ظرفیت آن تغییر نکند؟

(۱) $\frac{5}{2}$ (۲) $\frac{2}{5}$ (۳) $\frac{25}{4}$ (۴) $\frac{4}{25}$

۱۸۲. خازن یک دستگاه دیفیرلاتور به ظرفیت $1 \mu F$ با اختلاف پتانسیل $5 kV$ شارژ شده است. اگر مدت زمان تخلیه انرژی این خازن به بدن بیمار برابر $5 ms$ باشد، توان پالس جریان آن چند کیلو وات است؟

(۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳) ۷۵ (۴) ۱۵۰

۱۸۳. جسم فلزی مطابق شکل را در یک میدان یکنواخت الکتریکی قرار می‌دهیم. در مورد دو نقطه‌ی A و B ، نزدیک جسم در میدان، پس از برقراری تعادل الکترواستاتیکی چه می‌توان گفت؟ (E و V به ترتیب بیانگر پتانسیل و میدان الکتریکی هستند.)



- (۱) $E_A = E_B, V_A = V_B$
 (۲) $E_A < E_B, V_A = V_B$
 (۳) $E_A = E_B, V_A > V_B$
 (۴) $E_A < E_B, V_A > V_B$

۱۸۴. انرژی ذخیره شده در خازنی که به اختلاف پتانسیل $1 KV$ وصل است، برابر $10^{-6} KW \cdot h$ است. ظرفیت این خازن چند میکروفاراد است؟

(۱) ۳٫۶ (۲) ۷٫۲ (۳) ۳۶ (۴) ۷۲

صفحه ۲۹

۱۸۵. خازن مسطحی را پس از پر شدن، از باتری جدا می کنیم، اگر بدون اتصال صفحات آن، دو صفحه را از هم دور کنیم، ظرفیت و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه به ترتیب (از راست به چپ) چگونه تغییر می کنند؟
 (۱) افزایش - افزایش (۲) کاهش - کاهش (۳) کاهش - افزایش (۴) افزایش - کاهش

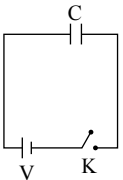
۱۸۶. خازنی با دی الکتریک هوا ($\kappa = 1$) از دو صفحه موازی هر یک به مساحت 40 cm^2 و به فاصله 1 mm از هم تشکیل شده است و اختلاف پتانسیل دوسر آن 600 V است. ظرفیت خازن بر حسب فاراد و بار ذخیره شده در آن بر حسب کولن به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ $(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2})$

- (۱) $2,16 \times 10^{-8}, 3,6 \times 10^{-11}$ (۲) $3,6 \times 10^{-11}, 2,16 \times 10^{-8}$
 (۳) $3,6 \times 10^{-11}, 2,16 \times 10^{-9}$ (۴) $3,6 \times 10^{-10}, 2,16 \times 10^{-8}$

۱۸۷. خازن تخت پُر شده را که بین صفحات آن هوا است، از باتری جدا کرده و عایقی با ثابت دی الکتریک κ ، به طور کامل وارد فضای بین صفحات خازن می کنیم. به ترتیب از راست به چپ ظرفیت خازن، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن و ولتاژ دو سر خازن چگونه تغییر می کند؟

- (۱) افزایش - ثابت - افزایش (۲) کاهش - کاهش - افزایش
 (۳) افزایش - ثابت - کاهش (۴) کاهش - ثابت - کاهش

۱۸۸. در شکل زیر، خازن بدون بار است و کلید k باز می باشد. با بستن کلید k پس از مدتی خازن شارژ (پُر) شده است. اگر در این مدت انرژی داده شده به مدار توسط باتری U_1 و U_2 انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن باشد، نسبت $\frac{U_2}{U_1}$ کدام است؟



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

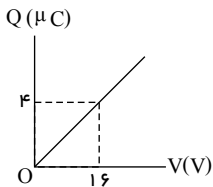
۱۸۹. خازنی تخت با دی الکتریک هوا به منبع برق 200 V ولت متصل است و در آن $1,8 \text{ J}$ انرژی الکتریکی ذخیره می شود. اگر عایقی با ثابت دی الکتریک $\kappa = 2$ را به طور کامل وارد فضای بین صفحات این خازن کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چند میلی کولن می شود؟

- (۱) ۳۶ (۲) ۷۲ (۳) ۳۶۰ (۴) ۷۲۰

۱۹۰. اختلاف پتانسیل دو سر خازنی را از $V_1 = 4 \text{ V}$ و $V_2 = 6 \text{ V}$ می رسانیم. در این صورت بار الکتریکی صفحه های خازن $10 \mu\text{C}$ افزایش می یابد. انرژی خازن در حالت جدید، چقدر است؟

- (۱) $40 \mu\text{J}$ (۲) $60 \mu\text{J}$ (۳) $75 \mu\text{J}$ (۴) $90 \mu\text{J}$

۱۹۱. در شکل زیر، نمودار بار الکتریکی ذخیره شده در یک خازن بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آن نشان داده شده است. به ازای ولتاژ 40 V چند میکروژول انرژی الکتریکی در این خازن ذخیره می شود؟ (فرض کنید پدیده فروشکست رخ نمی دهد)



- (۱) ۵ (۲) ۳۲ (۳) ۸۰ (۴) ۲۰۰

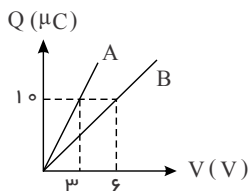
۱۹۲. یک خازن تخت که دی‌الکتریک آن هواست، به یک باتری بسته شده تا بردار شود. بدون جدا کردن خازن از باتری، فاصله بین صفحه‌های آن را سه برابر می‌کنیم. در این حالت کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

- (۱) انرژی خازن تغییر نمی‌کند.
- (۲) ظرفیت خازن سه برابر می‌شود.
- (۳) بزرگی میدان الکتریکی میان صفحه‌های خازن تغییر نمی‌کند.
- (۴) بار الکتریکی روی صفحه‌های خازن $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود.

۱۹۳. خازنی را که بین صفحه‌های آن دی‌الکتریک با ثابت ۵ قرار دارد، توسط یک باتری شارژ کرده‌ایم و سپس باتری را از آن جدا می‌کنیم. در این حالت اگر دی‌الکتریک بین صفحات این خازن را برداریم،

- (۱) میدان الکتریکی میان صفحات خازن ۵ برابر می‌شود.
- (۲) اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن $2,5$ برابر می‌شود.
- (۳) بار الکتریکی روی صفحات خازن ۸۰ درصد کاهش می‌یابد.
- (۴) ظرفیت خازن $\frac{1}{10}$ برابر می‌شود.

۱۹۴. نمودار بار الکتریکی ذخیره شده در دو خازن مجزای A و B که بین صفحات هر دوی آن‌ها هوا است، بر حسب ولتاژ اعمال شده به دو سر آن‌ها مطابق شکل زیر است. در کدام یک از گزینه‌های زیر، ظرفیت دو خازن یکسان می‌شوند؟



- (۱) دی‌الکتریک با ثابت ۲ را به‌طور کامل وارد خازن A کنیم.
- (۲) دی‌الکتریک با ثابت ۲ را به‌طور کامل وارد خازن B کنیم.
- (۳) طول هر ضلع از صفحات خازن A را دو برابر کنیم.
- (۴) طول هر ضلع از صفحات خازن B را دو برابر کنیم.

۱۹۵. تغییرات ایجاد شده در کدام گزینه، ظرفیت خازن را نصف خواهد کرد؟

- (۱) فاصله بین دو صفحه خازن را نصف کنیم.
- (۲) مساحت صفحه‌های خازن را دو برابر کنیم.
- (۳) فاصله بین صفحات را دو برابر و مساحت صفحه‌ها را چهار برابر کنیم.
- (۴) مساحت صفحه‌ها را سه برابر و فاصله صفحات را شش برابر کنیم.

۱۹۶. خازن تختی را پس از شارژ از مولد جدا می‌کنیم و فاصله بین صفحات آن را ۳ برابر می‌کنیم. با اعمال این تغییرات ...

- (۱) ظرفیت خازن و بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات خازن $\frac{2}{3}$ برابر می‌شوند.
- (۲) ظرفیت خازن و انرژی ذخیره شده در خازن $\frac{2}{3}$ برابر می‌شوند.
- (۳) انرژی ذخیره شده در خازن ۳ برابر می‌شود و بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات خازن تغییر نمی‌کند.
- (۴) بار ذخیره شده در خازن تغییر نمی‌کند و میدان الکتریکی بین صفحات خازن $\frac{2}{3}$ برابر می‌شود.

۱۹۷. در یک غشاء یک یاخته (سلول) عضلانی انسان $6,9 \times 10^5$ یون K^+ (پتاسیم) و در طرف دیگر، به همان تعداد یون Cl^- (کلر) قرار می‌گیرد. در این صورت بین دو طرف غشاء، اختلاف پتانسیل $85mV$ ایجاد می‌شود که می‌توان آن را مشابه یک خازن در نظر گرفت. اگر مساحت غشاء سلولی $6 \times 10^{-6} cm^2$ و ثابت دی‌الکتریک آن ۳ باشد، مرتبه بزرگی ضخامت این غشاء بر حسب

سانتی‌متر کدام است؟ $(e = 1,6 \times 10^{-19} C, \epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{F}{m})$

- (۱) 10^{-3}
- (۲) 10^{-6}
- (۳) 10^{-9}
- (۴) 10^{-12}

۱۹۸. ظرفیت یک خازن با دی‌الکتریک هوا برابر $4 \mu F$ است. اگر فاصله بین صفحه‌های خازن را ۲ برابر و فضای میان دو صفحه را با یک ماده عایق به طور کامل پر کنیم، ظرفیت خازن به $12 \mu F$ می‌رسد. ثابت دی‌الکتریک ماده عایق کدام است؟

- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) ۶
- (۴) ۸

صفحه ۳۱

۱۹۹. خازنی به مولدی وصل است. در این حالت دی‌الکتریک با ثابت $\kappa = 2$ را بیرون کشیده و دی‌الکتریک با ثابت $\kappa' = 3$ را قرار می‌دهیم. به ترتیب از راست به چپ انرژی الکتریکی و بار ذخیره شده در خازن چند برابر می‌شود؟

(۱) $\frac{2}{3}, \frac{3}{2}$ (۲) $\frac{3}{2}, \frac{3}{2}$ (۳) $\frac{3}{2}, \frac{2}{3}$ (۴) $\frac{2}{3}, \frac{2}{3}$

۲۰۰. به طور همزمان، اختلاف پتانسیل دو سر خازنی که ظرفیت اولیه آن $4\mu F$ است را $6V$ افزایش و فاصله بین صفحات آن را 20% درصد کاهش می‌دهیم. در این صورت، اندازه میدان الکتریکی بین صفحات خازن 50% درصد افزایش می‌یابد. بار الکتریکی نهایی خازن چند میکروکولن می‌شود؟

(۱) 120 (۲) 144 (۳) 150 (۴) 180

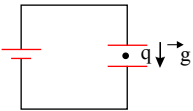
۲۰۱. فاصله بین صفحات خازن تختی را نصف و ولتاژ متصل به آن را 4 برابر می‌کنیم. بار الکتریکی روی صفحات خازن و انرژی الکتریکی ذخیره شده در آن به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

(۱) $32, 2$ (۲) $8, 2$ (۳) $32, 8$ (۴) $8, 8$

۲۰۲. خازن تختی به یک باتری با نیروی محرکه 12 ولت متصل است. در همین حالت، تمام فضای خالی بین دو صفحه خازن را با دی‌الکتریک با ثابت $3/5$ به طور کامل پر می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در خازن و بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات آن، به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

(۱) $2/5, 3/5$ (۲) $3/5, 2/7$ (۳) $1, 3/5$ (۴) $3/5, 1$

۲۰۳. در شکل زیر بار الکتریکی نقطه‌ای q بین دو صفحه‌ی خازن تخت در حال تعادل است. اگر فاصله‌ی دو صفحه‌ی خازن را افزایش دهیم، در این صورت کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد بار q صحیح است؟



- (۱) با شتاب کوچک‌تر از g به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند.
- (۲) با شتاب کوچک‌تر از g به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند.
- (۳) با شتاب بزرگ‌تر از g به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند.
- (۴) در جای خود ثابت می‌ماند.

| | | |
|----------------------|----------------------|--|
| سرتیال ۷۰۶۰۶۶ | تاریخ : | وقت : دقیقه |
| | نام و نام خانوادگی : | تعداد سوالات: ۲۰۳ |
| دبیرستان شهید شیرودی | | موضوع ۱. فیزیک ۲. فیزیک یازدهم (رشته تجربی) ۳. فیزیک یازدهم (رشته ریاضی) |

۱. **گزینه ۴** طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است، یعنی بار می تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود ولی هرگز امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد. بنابراین گزینه ۴ نادرست است.

۲. **گزینه ۲** وقتی تیغه‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش می دهیم، تیغه‌ی پلاستیکی دارای بار منفی می شود. با نزدیک نمودن تیغه‌ی پلاستیکی به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی، بارهای منفی از کلاهک دور شده و در ورقه‌های الکتروسکوپ القا می شوند. بنابراین ورقه‌ها دارای بار منفی و کلاهک دارای بار مثبت می شود.

۳. **گزینه ۳** $۳۲nC$ بار منفی از یک جسم به جسم دیگر منتقل شده بنابراین بار جسمی که $۳۲nC$ بار منفی از دست داده $+۳۲nC$ و بار جسمی که $۳۲nC$ بار منفی گرفته، $-۳۲nC$ شده است:

$$q = ne \rightarrow ۳۲ \times ۱۰^{-۹} = n \times ۱,۶ \times ۱۰^{-۱۹} \rightarrow n = ۲ \times ۱۰^{۱۱}$$

۴. **گزینه ۲** با توجه به منفی بودن بار الکتروسکوپ و ورقه‌های آن، قطعاً بار میله مثبت بوده که با جذب و کشیدن الکترون‌ها به سمت خود، تراکم الکترون روی ورقه‌ها و در نتیجه نیروی دافعه بین ورقه‌ها کم و به هم نزدیک می شوند. از طرفی در جدول سری الکتربسیته مالشی (تریبو الکتریک)، اگر دو جسم را به هم مالش دهیم، آن جسمی که در جدول بالاتر است، بارش مثبت می شود و آن که پایین تر است به خود بار منفی می گیرد که در اینجا شیشه بالاتر از پارچه پشمی است، پس میله شیشه‌ای دارای بار مثبت می شود.

۵. **گزینه ۲** ابتدا مقدار بار منفی که جسم به دلیل گرفتن ۵×۱۰^{۱۳} الکترون به دست می آورد را محاسبه می کنیم:

$$q = -ne \rightarrow q = -۵ \times ۱۰^{۱۳} \times ۱,۶ \times ۱۰^{-۱۹} = -۸ \times ۱۰^{-۶} = -۸\mu C$$

وقتی این کره با بار اولیه q ، $۸\mu C$ بار منفی را می گیرد بار آن منفی می شود و اندازه بار منفی آن $\frac{۲}{۳}$ اندازه بار اولیه اش می شود:

$$q - ۸ = -\frac{۲}{۳}q \rightarrow \frac{۵}{۳}q = ۸ \rightarrow q = ۴,۸\mu C$$

$$\text{کره} = -\frac{۲}{۳} \times q = -\frac{۲}{۳} \times ۴,۸ = -۳,۲\mu C$$

با اتصال این کره به کره سانا و مشابه، بار هر کره نصف بار کل و خالص آن‌ها می شود:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{۲} = \frac{-۳,۲ + ۱۹,۲}{۲} = ۸\mu C$$

مقدار باری که از یک به دیگری منتقل می شود برابر است با:

$$|q_1 - q'_1| = ۱۹,۲ - ۸ = ۱۱,۲\mu C$$

در واقع $۱۱,۲\mu C$ بار منفی از کره با بار $-۳,۲\mu C$ به کره با بار $۱۹,۲$ منتقل شده است.

۶. **گزینه ۳** بار هر جسم مضرب صحیحی از بار پایه است. از طرفی، باید $-۸\mu C$ بار از جسم خارج شود تا بار جسم $+۸\mu C$ شود. بنابراین:

$$q = -ne \Rightarrow -۸ \times ۱۰^{-۶} = -n \times \frac{۱,۶}{۱۰} \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۵ \times ۱۰^{۱۳} \text{ الکترون}$$

۷. **گزینه ۳** می دانیم بار الکتریکی ایجاد شده برابر است با $q = \pm ne$ که n تعداد الکترون منتقل شده است.

$$q = ne \Rightarrow ۶,۴ \times ۱۰^{-۹} = n \times ۱,۶ \times ۱۰^{-۱۹} \rightarrow n = ۴ \times ۱۰^{۱۰} \text{ الکترون}$$

از طرفی هم چون نقره در جدول تریبو الکتریک پایین تر از پارچه کتان قرار دارد پس بار آن پس از مالش منفی می شود و این یعنی نقره الکترون گرفته است.

۸. **گزینه ۲** ابتدا بار معادل ۵×۱۰^{۱۳} الکترون را حساب می کنیم:

$$q = ne = ۵ \times ۱۰^{۱۳} \times ۱,۶ \times ۱۰^{-۱۹} \rightarrow q = ۸ \times ۱۰^{-۶} C = ۸\mu C$$

خب بنابراین از جسم معادل $۸\mu C$ الکترون گرفته ایم و بار نهایی آن $۷\mu C$ شده. پس بار اولیه آن $-۱\mu C$ بوده است.

$$\text{(چون } \Delta q = q_r - q_1 \rightarrow +۸\mu C = ۷\mu C - (q_1) \Rightarrow q_1 = -۱\mu C \text{)}$$

خب حالا بار اولیه کره، یعنی $q = -۱\mu C$ معادل است با:

صفحه ۲

$$q = ne \rightarrow 10^{-6} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 6,25 \times 10^{12}$$

۶,۲۵ × ۱۰^{۱۲} الکترون!

که این بار با از دست دادن همین مقدار الکترون خنثی می‌شود.

۹. گزینه ۳ ✓ باردار بودن جسم را می‌توان به کمک الکتروسکوپ مشخص کرد به طوری که اگر جسم بارداری را به کلاهک

الکتروسکوپ خنثی نزدیک کنیم، عقربه (ورقه)های الکتروسکوپ از هم فاصله می‌گیرند.

✓ عایق یا رسانا بودن جسم را می‌توان به کمک الکتروسکوپ تعیین کرد. به طوری که اگر جسم رسانایی را به کلاهک الکتروسکوپ

خنثی تماس دهیم و سپس از آن دور کنیم ورقه‌های الکتروسکوپ باردار می‌شوند در صورتی که اگر جسم عایق باشد با تماس دادن بار به الکتروسکوپ منتقل نمی‌شود.

✓ علامت بار جسم را نیز می‌توان با نزدیک کردن جسم به کلاهک الکتروسکوپ باردار تعیین کرد. به طوری که اگر فاصله‌ی عقربه

الکتروسکوپ بیش‌تر شود بار جسم هم نام با بار الکتروسکوپ است و اگر فاصله‌ی عقربه‌ها کم‌تر شود بار جسم مخالف بار الکتروسکوپ است.

× اندازه‌ی بار جسم را نمی‌توان به طور دقیق و کمی با الکتروسکوپ تعیین کرد و فقط به طور کیفی می‌توانیم بار دو جسم را مقایسه کنیم و بگوییم بار کدام بیش‌تر است.

بنابراین تنها ۳ مورد از موارد بالا را می‌توان به کمک الکتروسکوپ تعیین کرد.

۱۰. گزینه ۱ ✓ گزینه (۱) کاملاً درست است چون انتقال الکترون بین جسم‌ها باعث باردار شدن می‌شود. ✓

گزینه (۲) در مثال میله شیشه‌ای و پارچه ابریشمی، میله شیشه‌ای بار مثبت و پارچه ابریشمی بار منفی می‌گیرد. ×

گزینه (۳) در مالش میله شیشه‌ای با پارچه ابریشمی میله بار مثبت می‌گیرد ولی در مالش میله پلاستیکی با پارچه ابریشمی میله بار

منفی می‌گیرد بنابراین میله‌های شیشه‌ای و پلاستیکی بارهای ناهم نام دارند و یکدیگر را می‌ربایند. ×

گزینه (۴) در یک دستگاه منزوی مجموع جبری بارها همواره مقداری ثابت است نه صفر! (یعنی نه باری تولید می‌شود نه از بین

می‌رود) توجه کنیم که این گزینه برای یک جسم نیز همواره درست نیست بلکه فقط برای یک جسم خنثی می‌تواند درست باشد. ×

۱۱. گزینه ۳ در انتقال بار در اثر مالش بارهای دو جسم مساوی و ناهم نام می‌شود بنابراین اگر بار میله $-Anc$ است بار پارچه برابر

$+Anc$ می‌شود. که از طرفی طبق رابطه $q = ne$ تعداد الکترون منتقل شده برابر خواهد شد با:

$$q = n \times e \rightarrow 8 \times 10^{-9} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 5 \times 10^{10}$$

۱۲. گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

در جدول مواد پایین‌تر، الکترون خواهی بیش‌تری دارند. (گزینه ۱ غلط است.)

یعنی اگر دو ماده در این جدول در تماس با یکدیگر قرار گیرند، الکترون از ماده بالاتر جدول به ماده‌ای که پایین‌تر قرار دارد، منتقل

می‌شود. (گزینه ۲ نادرست است.)

اگر ماده A را با ماده B مالش دهیم، الکترون کم‌تری نسبت به حالتی که ماده A را با ماده C مالش دهیم، منتقل می‌شود.

(ماده C الکترون خواهی بیش‌تری نسبت به B دارد) بنابراین گزینه ۳ نادرست است.

گزینه ۴ گزینه درست هست چون ماده D الکترون خواهی بیش‌تری نسبت به C دارد.

۱۳. گزینه ۴ مقدار بار الکتریکی موجود در یک جسم باید مضرب صحیحی از بار پایه باشد و باید n عدد درستی باشد که فقط در

گزینه‌ی «۴» برقرار است.

$$n = \frac{q}{e} = \frac{11,2 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}} = 7$$

برای مثال در رد گزینه ۳ داریم:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{8,2 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}} = \frac{8,2}{1,6} = 5,125 \rightarrow \text{عدد صحیح نیست}$$

۱۴. گزینه ۲ با گرفتن الکترون به اندازه‌ی Δq به بار مثبت جسم افزوده می‌شود. بنابراین می‌توان نوشت:

$$q_2 = 5q_1$$

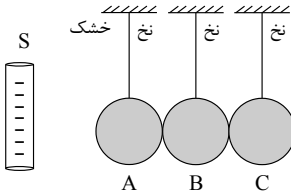
$$\Delta q = ne \Rightarrow q_2 - q_1 = ne \Rightarrow 5q_1 - q_1 = ne \Rightarrow 4q_1 = ne$$

$$\Rightarrow 4q_1 = 5 \times 10^{13} \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow q_1 = 2 \times 10^{-6} C = 2 \mu C$$

صفحه ۳

۱۵. گزینه ۴ هنگامی که گلوله به یکی از صفحه‌ها تماس داده می‌شود، مقداری از بار صفحه به گلوله منتقل شده و گلوله توسط این صفحه رانده شده و از طرف صفحه‌ی مقابل ربایش می‌شود. پس از تماس گلوله با صفحه‌ی مقابل بار گلوله خنثی شده و مقداری از بار صفحه‌ی دوم به گلوله منتقل می‌شود. در نتیجه از صفحه‌ی دوم رانده و از طرف صفحه اول ربایش می‌شود و به همین ترتیب گلوله بین دو صفحه نوسان می‌کند تا وقتی که باری روی صفحه‌ها باقی نماند؛ آن‌گاه گلوله به وضع تعادل اولیه بر می‌گردد.

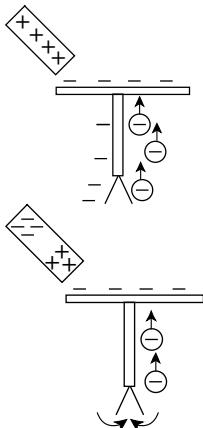
۱۶. گزینه ۱



در اثر القاء کره‌ی C دارای بار منفی و کره‌ی A دارای بار مثبت می‌شود. با جدا شدن کره‌ی C کره‌ی A دارای بار مثبت می‌ماند و سپس اگر میله را دور کنیم در اثر تماس، دو کره‌ی A و B دارای بار مثبت می‌شوند. توجه داشته باشیم که اگر در حضور میله‌ی دوکره‌ی A و B را دور کنیم، در کره‌ی B بار منفی ایجاد می‌شود.

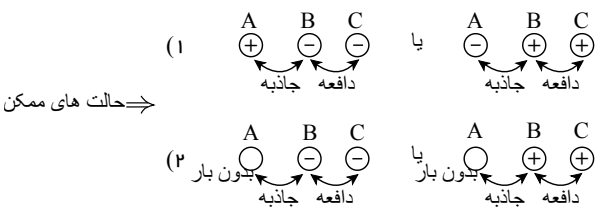
۱۷. گزینه ۲ نوع بار میله می‌تواند مثبت یا خنثی باشد زیرا:

- اگر بار میله مثبت باشد، با نزدیک کردن آن به کلاهک الکتروسکوپ قسمتی از بارهای منفی روی ورقه‌ها به طرف کلاهک مهاجرت می‌کنند. در نتیجه تراکم بار روی ورقه‌ها کاهش یافته، ورقه‌ها به هم نزدیک می‌شوند.



- اگر میله خنثی باشد با نزدیک کردن به کلاهک الکتروسکوپ بارهای میله تفکیک شده و بارهای مثبت میله در مجاور کلاهک قرار می‌گیرند که در نتیجه باز هم باعث می‌شود تا مقداری از بار ورقه‌ها به سمت کلاهک مهاجرت کنند پس در این حالت نیز با ورقه‌ها کاسته شده و ورقه‌ها به هم نزدیک می‌شوند.

۱۸. گزینه ۴ اگر B و C یکدیگر را دفع می‌کنند، قطعاً این دو گلوله باردار بوده و بار آن‌ها با یکدیگر هم نام است (رد گزینه ۲ و ۳). از طرفی گلوله‌ی B جذب گلوله‌ی A شده است. بنابراین گلوله‌ی A باردار و بار آن با B ناهمنام است و یا بدون بار می‌باشد (توجه شود که یک گلوله‌ی باردار، همواره یک گلوله‌ی فلزی بدون بار را جذب می‌کند) و گزینه‌ی ۴ می‌تواند صحیح باشد. دقت شود که در مورد مقدار بار گلوله‌ها نمی‌توان اظهار نظر کرد.



۱۹. گزینه ۲ شرط این که برآیند دو بردار صفر باشد این است که دو بردار خلاف جهت و هم اندازه باشند. همچنین وقتی نیروی برآیند صفر می‌شود میدان برآیند صفر باشد $(F = Eq)$.

بنا بر این اولاً q_1 , q_3 باید هم‌نام باشند تا میدان الکتریکی حاصل از آن‌ها در محل q_2 (بین q_1 , q_3) خلاف جهت هم باشند و میدان بتواند صفر شود.

ثانیاً q_2 باید با بارهای q_1 , q_3 ناهمنام باشد تا جهت میدان هر کدام خلاف جهت هم و میدان الکتریکی برآیند در محل q_1 , q_3 نیز صفر شود. پس q_1 , q_3 را منفی می‌گیریم چون q_2 مثبت است. از طرفی داریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{|q_1|}{(3d)^2} = \frac{|q_2|}{d^2} \Rightarrow |q_1| = 9|q_2| \Rightarrow |q_1| = 360 \mu C \Rightarrow q_1 = -360 \mu C$$

محل q_3

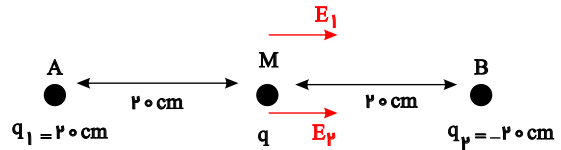
$$E_3 = E_2 \Rightarrow \frac{|q_3|}{(3d)^2} = \frac{|q_2|}{(2d)^2} \Rightarrow |q_3| = \frac{9}{4}|q_2| = 90 \mu C \Rightarrow q_3 = -90 \mu C$$

در محل q_1

صفحه ۴

۲۰. گزینه ۲ از آن جایی که $F = Eq$ ، نسبت نیروی وارد بر بار q در نقطه m همان نسبت میدان در نقطه است میدان نقطه y را در هر دو حالت حساب می کنیم. حالت اول:

$$\begin{aligned} \vec{E} &= \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad \text{هم جهت } E_2, E_1 \\ |r_1| &= |r_2|, |q_2| = |q_1| \quad E_2 = E_1 \\ \vec{E} &= 2E_1 = 2E_2 \end{aligned}$$



حالت دوم: چون بار q_2 را نزدیک کردیم، فاصله y آن تا نقطه m نصف می شود، بنابراین تعداد میدان آن ۴ برابر می شود (می دانیم که $E \propto \frac{1}{r^2}$) بنابراین داریم:

$$E_T = E'_1 + E'_2 \quad \begin{aligned} E'_2 &= 4E_2 = 4E_1 \\ E'_1 &= E_1 \end{aligned} \rightarrow E_T = 4E_1 + E_1 = 5E_1$$

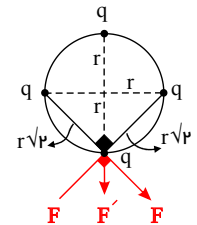
$$\frac{\text{دوم } E_T}{\text{اول } E_T} = \frac{E_1}{E_1} = \frac{5}{2}$$

۲۱. گزینه ۱ اگر شعاع دایره را r فرض کنیم، فاصله y بارهای مجاور $\sqrt{2}r$ می شود. بنابراین مقدار نیروهای وارد بر یکی از بارها (مثلاً بار پایینی) برابر خواهد شد با:

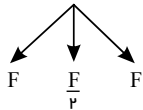
$$F = \frac{kqq}{(r\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{2r^2}$$

نیروی F' که دو بار مجاور به هم وارد می کنند

$$F' = \frac{kqq}{(2r)^2} = \frac{kq^2}{4r^2}$$

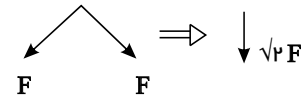


واضح است که $F' = \frac{F}{2}$ ، پس داریم:



برای برآیندگیری ابتدا برآیند دو بردار عمود برهم F را حساب می کنیم:

$$F_T = \sqrt{F^2 + F^2} = \sqrt{2}F$$



بنابراین داریم: $\frac{F}{2}$ که برآیند آن ها برابر می شود با:

$$F_T = \sqrt{2}F + \frac{F}{2} = F\left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right)$$

که این مقدار $\left(\frac{1}{2} + \sqrt{2}\right)$ برابر F است.

۲۲. گزینه ۱ از آن جایی که F بر وتر عمود است می توان زاویه های کناری F را تشخیص داد (که α و β هستند) حال اگر F را بر روی ضلع های مثلث تجزیه کنیم، هر کدام از نیروهای F_{21} و F_{31} ظاهر می شوند و داریم:

$$\text{یادآوری کنیم که } (\cos \theta = \frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}})$$

صفحه ۵

$$F \cos \beta = F_{21} \rightarrow F \times \frac{8}{10} = \frac{kq_1 q_2}{6^2} \Rightarrow q_2 = \frac{36 \times 0.8F}{kq_1}$$

$$F \cos \alpha = F_{31} \rightarrow F \times \frac{6}{10} = \frac{kq_1 q_3}{8^2} \Rightarrow q_3 = \frac{64 \times 0.6F}{kq_1}$$

$$\Rightarrow \frac{q_2}{q_3} = \frac{36 \times 0.8F}{64 \times 0.6F} = \frac{3}{4}$$

از آن جایی که q_2 و q_3 هر دو q_1 را جذب کرده اند، پس هر دو هم نام اند.

۲۳. گزینه ۲

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \rightarrow \text{یکای ثابت کولن} = \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \rightarrow \text{یکای ثابت ضریب گذردهی الکتریکی خلأ} = \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

۲۴. گزینه ۱ چون دو بار ناهم نام هستند یکدیگر را جذب می کنند. طبق رابطه قانون کولن داریم:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \rightarrow F = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{6^2} = 3 \times 10^{-3} N$$

۲۵. گزینه ۳ طبق قانون سوم نیوتون F_{12} و F_{21} • $\xrightarrow{F'_{21}}$ $\xleftarrow{F'_{12}}$ • که عمل و عکس العمل هستند خلاف جهت هم هستند بنابراین F_{12} به سمت چپ خواهد بود. در حالت دوم علامت بارها تغییر نکرده و فقط فاصله را تغییر داده ایم

بنابراین جهت نیروها تغییری نخواهد کرد بنابراین نیرویی که بار $4\mu C$ به $6\mu C$ وارد می کند به سمت چپ خواهد بود. برای محاسبه این نیرو برحسب F رابطه مقایسه ای قانون کولن را می نویسیم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1| |q'_2|}{|q_1| |q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{\sqrt{3}r}\right)^2 = \frac{1}{3}$$

$$F' = \frac{F}{3}$$

۲۶. گزینه ۱ با اتصال دو کره رسانا و مشابه، بار هر کره نصف بار کل و خالص آن ها می شود:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{3 - 8}{2} = -\frac{5}{2} \mu C$$

رابطه مقایسه ای قانون کولن را می نویسیم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1|}{|q_1|} \times \frac{|q'_2|}{|q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{5}{3} \times \frac{5}{8} \times \left(\frac{12}{10}\right)^2 \rightarrow F' = \frac{3}{8} F$$

دقت کنید در حالت اول بار یکی از کره ها مثبت و دیگری منفی بود بنابراین همدیگر را جذب می کردند ولی در حالت دوم هر دو بار منفی دارند، بنابراین نیروی الکتریکی بین آن ها دافعه خواهد بود.

۲۷. گزینه ۲ چون نیروی الکتریکی بین دو بار رانشی است، بنابراین دو بار هم نام می باشند. با توجه به رابطه قانون کولن می توان

نوشت:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \rightarrow 300 = 9 \times 10^9 \frac{|q_1| |q_2|}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

$$\rightarrow |q_1| |q_2| = 3 \times 10^{-11} C^2 = 30 \times 10^{-12} C^2 = 30 (\mu C)^2$$

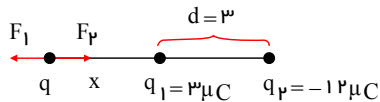
$$\begin{cases} |q_1| |q_2| = 30 (\mu C)^2 \\ |q_1| + |q_2| = 11 \mu C \end{cases} \Rightarrow |q_1| (11 - |q_1|) = 30$$

صفحه ۶

$$\rightarrow |q_1|^2 - 11|q_1| + 30 = 0 \rightarrow (|q_1| - 6)(|q_1| - 5) = 0$$

$$\rightarrow \begin{cases} |q_1| = 6\mu C \\ |q_2| = 5\mu C \end{cases} \text{ یا } \begin{cases} |q_1| = 5\mu C \\ |q_2| = 6\mu C \end{cases}$$

۲۸. گزینه ۲ بار q را باید در نزدیکی بار کوچک تر و در خارج از فاصله بین دو بار قرار دهیم.



برای این که بار خالص وارد بر q صفر شود باید $F_1 = F_2$ باشد:

$$F_1 = F_2 \rightarrow k \frac{|q_1| |q|}{x^2} = k \frac{|q_2| |q|}{(d+x)^2}$$

$$\rightarrow \left(\frac{d+x}{x}\right)^2 = \frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{12}{3} = 4 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{d+x}{x} = 2$$

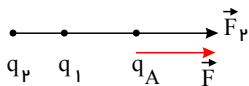
$$\xrightarrow{d=3cm} 3+x = 2x \rightarrow x = 3 \rightarrow \text{فاصله } q \text{ از } q_2 = 6cm$$

۲۹. گزینه ۳ در حالت اول داریم: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

در صورتی که بار q_2 حذف شود، تنها نیرویی که بر q_A وارد می شود \vec{F}_1 خواهد بود. بنابراین نیروی خالصی که در حالت دوم داریم $\left(\frac{\vec{F}}{4}\right)$ همان \vec{F}_1 خواهد بود. این مقدار را می توانیم در رابطه حالت اول قرار دهیم و \vec{F}_1 را به دست آوریم.

$$\vec{F} = \frac{\vec{F}_1}{4} + \vec{F}_2 \rightarrow \vec{F}_2 = \frac{3}{4} \vec{F}$$

از این رابطه متوجه می شویم که \vec{F}_1 و \vec{F}_2 هم جهت هستند:



برای تشخیص جهت \vec{F}_1 دو حالت را در نظر می گیریم:
۱) اگر F_1 و F_2 هم جهت باشند:

$$\rightarrow F_2 = \frac{3}{4} F$$

$$\rightarrow F_1 = \frac{1}{4} F$$

$$\rightarrow F_T = F \rightarrow \text{قابل قبول است.}$$

۲) اگر F_1 و F_2 در خلاف جهت هم باشند:

$$\rightarrow F_2 = \frac{3}{4} F$$

$$\leftarrow F_1 = \frac{1}{4} F \rightarrow F_T = \frac{1}{4} F \rightarrow \text{نیروی خالص برابر } F \text{ به دست نمی آید.}$$

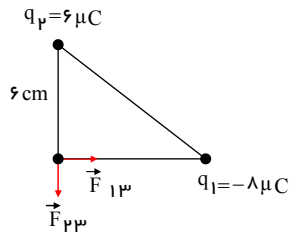
بنابراین F_1 و F_2 هم جهت هستند. بنابراین q_1 و q_2 هم نام هستند.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{|q_1| |q_A|}{|q_2| |q_A|} \times \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \rightarrow \frac{F_1}{\frac{3}{4}F} = \frac{|q_1|}{|q_2|} \times \left(\frac{2d}{d}\right)^2$$

صفحه ۷

$$\rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|} = \frac{1}{12} \rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{12}$$

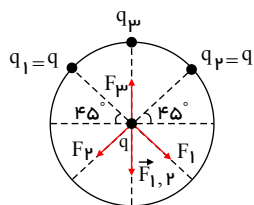
۳۰. گزینه ۱



$$F_{13} = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{13}^2} \rightarrow F_{13} = 9 \times 10^9 \frac{8 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 45 N$$

$$F_{23} = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 60 N \rightarrow \vec{F} = 45 \vec{i} - 60 \vec{j} \quad (N)$$

۳۱. گزینه ۲



نیروی وارد بر q از طرف q_3 باید به سمت بالا باشد تا بتواند برآیند F_1 و F_2 را که به سمت پایین است خنثی کند.

دو بار برابر q_1 و q_2 هر دو فاصله یکسانی تا q دارند (شعاع r) بنابراین نیروی یکسانی به q وارد می‌کنند:

$$F_1 = F_2 = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \rightarrow F_1 = F_2 = \frac{kq^2}{r^2}$$

زاویه بین F_1 و F_2 ، 90° است بنابراین طبق قضیه فیثاغورس داریم:

$$F_{1,2} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{F_1^2 + F_1^2} = \sqrt{2} F_1 = \sqrt{2} F_2 = \sqrt{2} \frac{kq^2}{r^2}$$

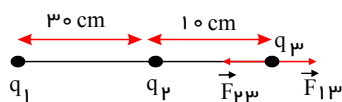
$F_3 = F_{1,2}$ برای این که نیروی خالص وارد بر q صفر شود.

$$\rightarrow k \frac{|q_3||q|}{r^2} = \sqrt{2} \frac{kq^2}{r^2} \rightarrow |q_3| = \sqrt{2} q$$

برای این که جهت F_3 به سمت بالا باشد باید بار q_3 منفی باشد.

$$\rightarrow q_3 = -\sqrt{2} q$$

۳۲. گزینه ۲



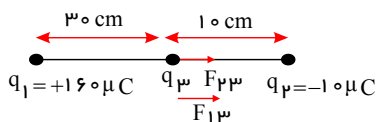
در حالت اول نیروی خالص وارد بر q_3 صفر است بنابراین F_{13} باید در خلاف جهت باشد

\vec{F}_{23} در نتیجه جهت باشد در نتیجه بار q_1 مثبت است:

$$\text{نیروی خالص} = 0 \rightarrow F_{23} = F_{13} \rightarrow k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = k \frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^2}$$

$$\rightarrow \frac{10 \times 10^{-6}}{(10 \times 10^{-2})^2} = \frac{|q_1|}{(30 \times 10^{-2})^2} \rightarrow |q_1| = 160 \mu C$$

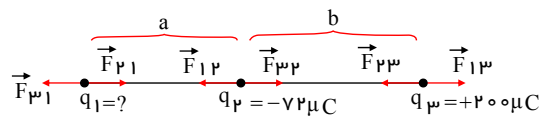
در حالت دوم داریم:



صفحه ۸

$$\left. \begin{aligned} F_{23} &= k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = 9 \times 10^9 \frac{10 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{-6}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 90 \text{ N} \\ F_{13} &= k \frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^2} = 9 \times 10^9 \frac{160 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{-6}}{(30 \times 10^{-2})^2} = 160 \text{ N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_T = 90 + 160 = 250 \text{ N}$$

گزینه ۴



برای این که برآیند نیروهای وارد بر q_2 صفر شود باید علامت بار q_1 مثبت باشد تا F_{12} خلاف جهت F_{23} شود تا آن را خنثی کند.

برایند نیروهای وارد بر q_1 باید صفر باشد:

$$\begin{aligned} F_{21} &= F_{31} \rightarrow k \frac{|q_2||q_1|}{a^2} = k \frac{|q_3||q_1|}{(a+b)^2} \\ \rightarrow \frac{72 \times 10^{-6}}{a^2} &= \frac{200 \times 10^{-6}}{(a+b)^2} \rightarrow \left(\frac{a+b}{a}\right)^2 = \frac{200}{72} = \frac{100}{36} \\ \frac{a+b}{a} &= \frac{10}{6} \rightarrow a = \frac{3}{2}b \end{aligned}$$

برایند نیروهای وارد بر q_3 نیز صفر است:

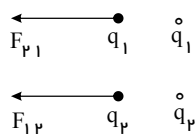
$$\begin{aligned} F_{23} &= F_{13} \rightarrow k \frac{|q_2||q_3|}{b^2} = k \frac{|q_1||q_3|}{(a+b)^2} \\ \frac{72 \times 10^{-6}}{b^2} &= \frac{|q_1|}{(a+b)^2} \rightarrow \frac{72 \times 10^{-6}}{b^2} = \frac{|q_1|}{\left(\frac{3}{2}b+b\right)^2} \end{aligned}$$

$$|q_1| = \frac{25}{4} \times 72 \times 10^{-6} = 450 \times 10^{-6} \text{ C} = 450 \mu\text{C} \rightarrow q_1 = +450 \mu\text{C}$$

گزینه ۱ طبق رابطه $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ با نصف شدن فاصله، نیرو ۴ برابر می شود ($F \times \frac{1}{r^2} \rightarrow$ نصف F)

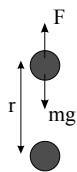
از طرفی در مورد جهت بارها با رسم یک شکل می توان گفت: (فرض کنیم بارها هم نامند)

می بینیم که جهت نیروی F_{21} و F_{12} یکسان است. پس نیرو فقط ۴ برابر شده و تغییر جهت ندارد.



گزینه ۳

می دانیم شرط تعادل صفر شدن برآیند نیروهاست. به گلوله بالایی دو نیروی وزن و نیروی الکتریکی وارد می شود که باید مساوی و خلاف جهت باشند تا یکدیگر را خنثی کنند.



$$F = mg \quad \frac{kqq}{r^2} = mg$$

$$\frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{r^2} = 20 \times 10^{-3} \times 10 \rightarrow r^2 = \frac{9 \times \frac{1}{5} \times 10^{-3}}{\frac{20}{5} \times 10^{-2}} = 1,8 \times 10^{-1} = 0,18$$

صفحه ۹

$$\sqrt{\quad} \rightarrow r = \sqrt{0,18} = 0,3\sqrt{2}m = 0,42m = 42cm$$

۳۶. گزینه ۱ طبق رابطه $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ برای مقایسه نیروی F در دو حالت داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q_1'}{q_1} \times \frac{q_2'}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

از آنجا که دو بار را $5cm$ از هم دور کردیم $r' = r + 5$ بنابراین داریم:

$$\xrightarrow{\text{ثابت } q} \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \rightarrow \frac{25\mu N}{0,1mN} = \left(\frac{r}{r+5}\right)^2 \xrightarrow{\substack{\mu=10^{-6} \\ m=10^{-3}}} \frac{25 \times 10^{-6}}{0,1 \times 10^{-3}} = \left(\frac{r}{r+5}\right)^2$$

$$\rightarrow 0,25 = \left(\frac{r}{r+5}\right)^2 \xrightarrow{\text{از طرفین } \sqrt{\quad}} 0,5 = \frac{r}{r+5} \rightarrow 0,5r + 2,5 = r \Rightarrow r = 5cm$$

تذکر: حواسمون به تبدیل واحد mN و μN باشد. از طرفی همچون در جایگذاری $r' = r + 5$ واحد را cm قرار داده‌ایم جواب هم بر حسب cm به دست آمده است.

۳۷. گزینه ۱ می‌دانیم بار نهایی کره‌های مشابه یکی خواهد شد که این مقدار برابر است با میانگین جبری بار اولیه آن‌ها. بنابراین:

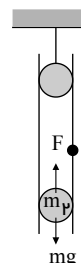
$$q'A = q'B = \frac{qA + qB}{2} = \frac{5 + 25}{2} = 15\mu C$$

از طرفی طبق رابطه $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ برای مقایسه نیروی در دو حالت داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'A}{qA} \times \frac{q'B}{qB} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \xrightarrow{\text{ثابت } r} \frac{F'}{F} = \frac{15}{5} \times \frac{15}{25} = \frac{9}{5} = 1,8$$

۳۸. گزینه ۱ می‌دانیم که شرط تعادل، صفر شدن نیروی برآیند است. از طرفی به گلوله ۲ نیروی وزن و نیروی الکتریکی وارد می‌شود که برای خنثی شدن باید مساوی و خلاف جهت هم باشند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F = m_2 g$$



$$\frac{kq_1 q_2}{r^2} = m_2 g \rightarrow \frac{9 \times 10^{-9} \times 9 \times 10^{-7} \times 10^{-7}}{(0,3)^2} = m_2 \times 10 \Rightarrow m_2 = 10^{-4} kg = 10^{-1} gr$$

۳۹. گزینه ۳ فرض کنیم مقدار x از بار q_1 برداشته و به دیگری (q_2) بدهیم، آنوقت داریم:

$$q_1 = q \rightarrow q'_1 = q - x$$

$$q_2 = q \rightarrow q'_2 = q + x$$

از طرفی هم طبق رابطه $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ برای مقایسه نیروی در دو حالت داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_2}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \xrightarrow{\text{ثابت } r} \frac{0,91F}{F} = \frac{q-x}{q} \times \frac{q+x}{q} \Rightarrow 0,91 = \frac{q^2 - x^2}{q^2}$$

$$\rightarrow 0,91q^2 = q^2 - x^2 \rightarrow 0,09q^2 = x^2 \rightarrow x = 0,3q$$

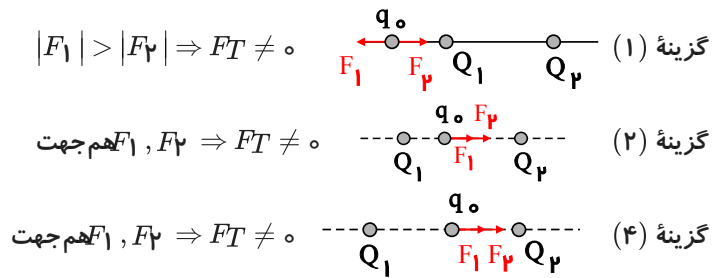
یعنی باید $0,3$ بار را برداریم که $0,3$ برابر می‌شود با 30% :

$$\frac{3}{10} = \frac{?}{100} \Rightarrow ? = 30\%$$

۴۰. گزینه ۳ اولاً همیشه برآیند نیروها در نزدیکی بار کوچک‌تر صفر می‌شود. از طرفی هم چون دو بار ناهم نام هستند پس نقطه‌ای

که نیروی برآیند صفر می‌شود خارج از فاصله دو بار است بنابراین گزینه (۳) درست است.

بررسی سایر گزینه‌ها:



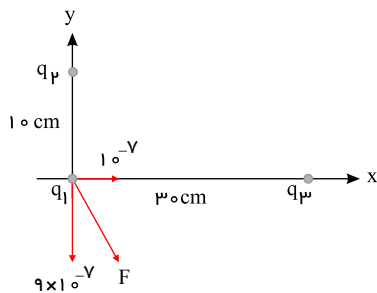
۴۱. گزینه ۱

ابتدا نیروی برآیند روی نقطه q_1 رسم کرده و تجزیه می‌کنیم.

نیروی افقی $10^{-7} N$ مربوط به بار q_3 است (چون در راستای خط واصل $q_1 q_3$ است) و نیروی

قائم 9×10^{-7} مربوط به بار q_2 است.

بنابراین داریم:



$$F_{\psi 1} = \frac{kq_3 q_1}{r_{\psi}^2} \rightarrow 10^{-7} = \frac{9 \times 10^{+9} \times q_3 \times 10^{-9}}{(0.3)^2} \Rightarrow |q_3| = 10^{-9} C = 1 nc$$

و چون q_3 بار q_1 را جذب کرده پس با آن ناهم نام است بنابراین:

$$q_3 = -1 nc$$

و همین طور برای q_2 داریم:

$$F_{\psi 1} = \frac{kq_2 q_1}{r_{\psi}^2} \rightarrow 9 \times 10^{-7} = \frac{9 \times 10^{+9} \times q_2 \times 10^{-9}}{(0.1)^2} \Rightarrow |q_2| = 1 nc$$

و چون نیروی q_2 به q_1 دافعه است پس:

$$q_2 = +1 nc$$

۴۲. گزینه ۱ ابتدا برآیند دو نیروی q_1 و q_2 را حساب می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= \frac{kq_1 q}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{1^2} = 9 \times 10^{-3} N \\ F_2 &= \frac{kq_2 q}{r^2} = 9 \times 10^{-3} N \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow F_T = \sqrt{(9 \times 10^{-3})^2 + (9 \times 10^{-3})^2}$$

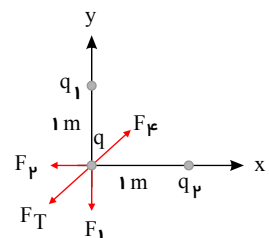
$$F_T = 9 \times 10^{-3} \sqrt{2} N$$

حالا باید نیروی بار q_4 را طوری انتخاب کنیم که F_T را خنثی کند، پس باید با آن مساوی و خلاف جهت باشد. بنابراین داریم:

$$F_4 = F_T$$

$$\frac{kq_4 q}{r^2} = 9 \times 10^{-3} \sqrt{2}$$

$$\frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times \sqrt{2} \times 10^{-6}}{r^2} = 9 \times 10^{-3} \times \sqrt{2} \rightarrow r = 1 m$$



۴۳. گزینه ۳ برای این که بار q_3 در سر جای خودش بی‌حرکت بماند باید برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد بنابراین باید جایی

قرار گیرد که F_{13} و F_{23} یکدیگر را خنثی کنند که شرط آن این است که F_{13} و F_{23} مساوی و خلاف جهت هم باشند تنها در

نقاط بین فضای دو بار q_1 و q_2 جهت نیروهای F_{13} و F_{23} می‌تواند خلاف باشد. حال اگر فاصله این نقطه را تا بار q_1 ، x فرض

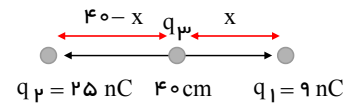
کنیم به کمک شرط تساوی نیروها داریم:

صفحه ۱۱

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

$$\frac{kq_1q_3}{x^2} = \frac{kq_2q_3}{(40-x)^2} \rightarrow \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(40-x)^2}$$

$$\rightarrow \frac{9}{x^2} = \frac{25}{(40-x)^2} \xrightarrow{\sqrt{\text{طرفین}} \frac{3}{x} = \frac{5}{40-x}} \Rightarrow 5x = 120 - 3x \Rightarrow x = 15 \text{ cm}$$

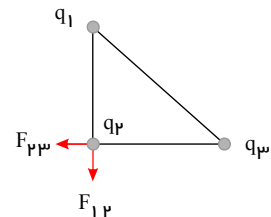


۴۴. گزینه ۳ ابتدا نیروهای وارد بر q_2 را رسم کرده، مقدار تک تک آن‌ها را حساب می‌کنیم و در نهایت برآیند را به دست می‌آوریم:

$$F_{12} = \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9} \times 2 \times 10^{-9}}{(0.1)^2} = 7.2 \times 10^{-6} \text{ (N)} \Rightarrow \vec{F}_{12} = -7.2 \times 10^{-6} \vec{j}$$

$$F_{32} = \frac{kq_3q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-9} \times 2 \times 10^{-9}}{(0.1)^2} = 9 \times 10^{-6} \text{ (N)} \Rightarrow \vec{F}_{32} = -9 \times 10^{-6} \vec{i}$$

$$\vec{F} = \vec{F}_{32} + \vec{F}_{12} = -9 \times 10^{-6} \vec{i} - 7.2 \times 10^{-6} \vec{j}$$



۴۵. گزینه ۲ با توجه به شکل سؤال و رابطه $\vec{F} = E\vec{q}$ ، چون جهت نیرو و میدان خلاف هم است، علامت بار منفی است. حال اگر بار را مثبت کنیم، نیرو هم جهت میدان می‌شود. (توجه کنیم که از ابتدا میدان وجود داشته و ثابت است. پس این نیرو است که هم جهت میدان می‌شود.)

۴۶. گزینه ۲ طبق قانون دوم نیوتن جسم در جهت برآیند نیروها شتاب می‌گیرد. بنابراین:

$$F = ma$$

از طرفی هم $F = Eq$ ، پس:

$$Eq = ma$$

$$E \times 0.4 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-3} \times 20 \Rightarrow E = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

و از آنجایی که بار الکتریکی مثبت است، نیرو و میدان هم جهت هستند. چون شتاب رو به شرق بوده پس نیرو و در نهایت میدان هم جهت شرق است.

۴۷. گزینه ۱

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{20 \times 10^{-6} \times |q_2|}{1600 \times 10^{-4}} \rightarrow |q_2| = 8 \times 10^{-5} \text{ C}$$

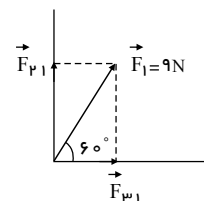
نیروی دو بار رانشی است و بار q_1 مثبت است بنابراین q_2 نیز باید مثبت باشد:

$$q_2 = +8 \times 10^{-5}$$

۴۸. گزینه ۱ نیروی \vec{F}_1 حاصل از برآیند نیروهایی است که بارهای q_2 و q_3 به q_1 وارد می‌کنند، بنابراین در ابتدا نیروی \vec{F}_1 را به دو مؤلفه عمود برهم در راستای اضلاع قائمه مثلث تجزیه می‌کنیم:

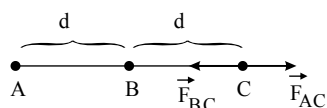
$$F_{31} = F_1 \cos 60 = 9 \times \frac{1}{2} = \frac{9}{2} \text{ N}$$

$$\rightarrow F_{31} = k \frac{|q_3||q_1|}{r_{31}^2} \rightarrow \frac{9}{2} = 9 \times 10^9 \times \frac{0.5 \times 10^{-6} \times |q_1|}{(0.1)^2} \rightarrow |q_1| = 10 \mu\text{C}$$



باتوجه به جهت نیروی \vec{F}_{31} که نیرویی ربایشی بین دو بردار است، علامت بار q_1 منفی است: $q_1 = -10 \mu\text{C}$

۴۹. گزینه ۳



برای اینکه برآیند دو نیرویی که از طرف بارهای qA و qB صفر شود. باید نیروهای این دو بار در نقطه C در خلاف جهت هم و هم اندازه باشند.

برای اینکه در خلاف جهت هم باشند باید یکی از بارهای qA و qB مثبت و دیگری منفی باشد: $qAqB < 0$. مثلاً می‌توانیم بار qA را مثبت و qB را منفی فرض کنیم.

$$F_{AC} = F_{BC} \rightarrow k \frac{|qA||qC|}{(2d)^2} = k \frac{|qB||qC|}{d^2}$$

$$\rightarrow \frac{|qA|}{4d^2} = \frac{|qB|}{d^2} \rightarrow \frac{|qA|}{|qB|} = 4 \rightarrow |qB| = \frac{1}{4}|qA|$$

۵۰. گزینه ۱ چنانچه درصد از بار $q1$ کسر شود و به بار $q2$ اضافه شود، بارهای جدید برابر خواهند بود با:

$$q'_1 = q_1 - \frac{a}{100} q_1, q'_2 = q_2 + \frac{a}{100} q_1$$

چون نیروی دو بار صفر می‌شود و $a < 100$ است، بنابراین $q'_2 = 0$ است.

$$q'_2 = 0 \Rightarrow q_2 + \frac{a}{100} q_1 = 0 \Rightarrow q_2 = -\frac{a}{100} q_1 \Rightarrow q_1 q_2 < 0$$

$$q'_2 = 0 \Rightarrow q_2 + \frac{a}{100} q_1 = 0$$

$$\Rightarrow |q_2| = \frac{a}{100} |q_1| \xrightarrow{0 < \frac{a}{100} < 1} |q_1| > |q_2|$$

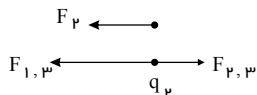
دقت کنید امکان ندارد $q'_1 = 0$ باشد. چون در این صورت $q_1 = 0$ می‌شود و نیروی بین دو بار در حالت نیز صفر می‌شود که این با فرض سؤال در تناقض است.

۵۱. گزینه ۴ نکته: اگر دو بار الکتریکی ثابت داشته باشیم و بخواهیم بار سومی را روی خط واصل بین دو بار اولیه و یا امتداد آن قرار دهیم تا نیروی خالص وارد بر آن از طرف دو بار صفر شود، در صورتی که دو بار اولیه هم‌علامت باشند، باید بار سوم را بین دو بار و نزدیک به بار با اندازه کوچکتر و اگر علامت آن‌ها مخالف هم باشد، باید خارج از دو بار و نزدیک به بار با اندازه کوچکتر قرار دهیم. در اینجا بار سوم $q3$ بین دو بار $q1$ و $q2$ قرار گرفته پس $q1$ و $q2$ هم‌علامت هستند و بنابراین $q1 < 0$ است.

برای صفر شدن برآیند نیروهای وارد بر بار $q3$ باید نیروهای وارد به آن از طرف $q1$ و $q2$ با هم برابر اما خلاف جهت یکدیگر باشد.

$$F_{13} = F_{23} \Rightarrow k = \frac{|q1||q3|}{(2 \times 10^{-2})^2} = k \frac{|q2||q3|}{(6 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow \left| \frac{q1}{q2} \right| = \frac{1}{9}$$

۵۲. گزینه ۳ مطابق شکل زیر چون بارهای $q2$ و $q3$ یکدیگر را دفع می‌کنند، بنابراین نیروی وارد از بار $q2$ بر بار $q3$ به سمت راست می‌باشد و چون برآیند نیروهای وارد بر بار $q3$ به سمت چپ است، لذا بایستی نیروی وارد بر بار $q3$ از طرف بار $q1$ به سمت چپ باشد یعنی بار $q1$ بار $q3$ را جذب کند، چون $q1 > 0$ است لذا $q3 < 0$ است و چون بارهای $q2$ و $q3$ یکدیگر را دفع می‌کنند، هم‌نام هستند و $q2 < 0$ است.



۵۳. گزینه ۳ روش اول: باتوجه به اینکه دو ذره‌ی باردار یکدیگر را دفع می‌کنند. پس بار آن‌ها همان‌نام است و می‌توان مقدار اولیه‌ی بار هر ذره را q در نظر گرفت. اگر مقدار اولیه‌ی دو بار را با q و مقدار باری که از یکی برداشته و به دیگری اضافه می‌کنیم را با q' نشان دهیم، داریم:

$$q_1 = q_2 = q$$

$$q'_1 = q - q', q'_2 = q + q'$$

$$F' = F - \frac{4}{100} F = \frac{96}{100} F$$

چون r ثابت است، پس:

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \xrightarrow{r_1=r_2} \frac{F'}{F} = \frac{q'_1 q'_2}{q_1 q_2} \Rightarrow \frac{96}{100} = \frac{(q - q')(q + q')}{q^2}$$

صفحه ۱۳

$$\frac{۲۴}{۲۵} = \frac{q^۲ - q'^۲}{q^۲} \Rightarrow ۲۵q'^۲ = q^۲ \Rightarrow q' = \frac{۱}{۵}q \Rightarrow q' = ۰,۲q$$

بنابراین بایستی ۲۰ درصد از بار یکی برداریم و به دیگری اضافه کنیم.

روش دوم: وقتی تغییرات پارامتری درصدی بیان میشود می توانیم مقدار اولیه را ۱۰۰ فرض کنیم و به اندازه ی تغییرات آن به ۱۰۰

$$q_1 = ۱۰۰, \quad q'_1 = ۱۰۰ - x$$

اضافه یا کم کنیم. مثلاً در این تست $q'_۲ = ۱۰۰ + x$, $q_۲ = ۱۰۰$

$$F_1 = ۱۰۰, \quad F' = ۹۶$$

طبق رابطه ی کولن می توان نوشت:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_۲}{q_۲} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^۲ \xrightarrow{\text{ثابت } r} \frac{۹۶}{۱۰۰} = \frac{(۱۰۰ - x)}{۱۰۰} \times \frac{۱۰۰ + x}{۱۰۰}$$

یعنی ۲۰٪ باید از ۱گم کنیم $x = ۲۰ \rightarrow x^۲ = ۴۰۰ \rightarrow ۱۰۰۰ - x^۲ = ۹۶۰۰$

۵۴.گزینه ۱ از اینکه نیروی بین بارها جاذبه بوده است، معلوم می شود که بارها ناهم نام بوده اند. پس اگر نصف بار یکی را به دیگری بدهیم، بار دیگری به اندازه ی نصف خنثی می شود.

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^۲}$$

$$\begin{cases} q'_1 = \frac{۱}{۲}q \\ q'_۲ = -q + \frac{۱}{۲}q = -\frac{۱}{۲}q \end{cases} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left| \frac{q'_1 q'_۲}{q_1 q_2} \right| \times \left(\frac{r}{r'}\right)^۲ = \left| \frac{\frac{۱}{۲}q \times \frac{-۱}{۲}q}{q \times q} \right| \times ۱ = \frac{۱}{۴}$$

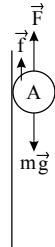
۵۵.گزینه ۳ به گلوله سه نیروی گرانشی (mg) به سمت پایین، الکتریکی (F) به سمت بالا (به دلیل دافعه) و نیروی اصطکاک (f)

به سمت بالا (خلاف جهت میل به سقوط جسم) وارد می شود.

ابتدا نیروی وزن گلوله ی A و سپس نیروی الکتریکی رانشی وارد بر آن از طرف گلوله ی B را محاسبه می کنیم.

$$W = mg = ۰,۱ \times ۱۰ = ۱N$$

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^۲} = \frac{۹ \times ۱۰^{+۹} \times ۴ \times ۱۰^{-۶} \times ۴ \times ۱۰^{-۶}}{(۴۰ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۰,۹N$$



باتوجه به آن که گلوله ی A در حال تعادل است با نوشتن قانون دوم نیوتون داریم:

$$\sum F_y = ۰ \Rightarrow +f + F - mg = ۰ \Rightarrow f = mg - F = ۱ - ۰,۹ = ۰,۱N$$

۵۶.گزینه ۳

نکته: بنابر اصل بقای بار الکتریکی، اگر دو کره ی باردار را به هم تماس داده جدا جدا کنیم، مجموع جبری بار کره ها قبل و بعد از

تماس برابر است. یعنی:

صفحه ۱۴

$$\underbrace{q_1 + q_2}_{\text{قبل از تماس}} = \underbrace{q'_1 + q'_2}_{\text{بعد از تماس}} \xrightarrow{\text{برای گلوله های مشابه}} 2q'_1 = q_1 + q_2 \Rightarrow q'_1 = \frac{q_1 + q_2}{2} = q'_2$$

بنابراین در این سوال داریم:

$$F = K \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow 1,2 \times 10^{-6} = 9 \times 10^9 \times \frac{q_1 q_2}{9 \times 10^{-2}}$$

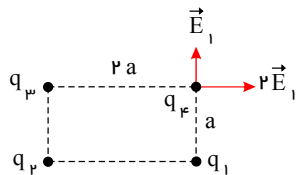
$$q_1 q_2 = 1,2 \times 10^{-17} = 12 \times 10^{-18} C^2 = 12 nC^2 \quad (1)$$

(همینجا می توان فهمید که فقط گزینه ۳ است که ضریب q_1 و q_2 برابر ۲ می شود.)

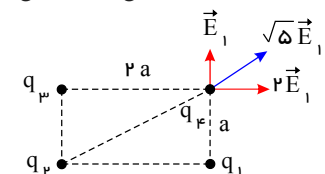
$$\text{از طرفی با توجه به این که میدان ناشی از بار } q_2 \text{ در راستای قطر مستطیل است، می بایست برآیند میدان بارهای } q_1 \text{ و } q_3 \text{ نیز در}$$

$$\Rightarrow q_1 + q_2 = 8 \times 10^{-9} = 8 nC \quad (2)$$

$$(2), (1) \Rightarrow q_1 (8 - q_1) = 12 \Rightarrow q_1^2 - 8q_1 + 12 = 0 \Rightarrow q_1 = 2 nC \quad \text{یا} \quad q_1 = 6 nC$$

در نتیجه بار اولیه ی گلوله ها برابر با $\begin{cases} q_1 = 2 nC \\ q_2 = 6 nC \end{cases}$ یا $\begin{cases} q_1 = 6 nC \\ q_2 = 2 nC \end{cases}$ می تواند باشد.۵۷. گزینه ۲ برای آنکه برآیند نیروهای وارد بر q_4 صفر شود، لازم است میدان در این نقطه صفر باشد.از طرفی با توجه به این که میدان ناشی از بار q_2 در راستای قطر مستطیل است، می بایست برآیند میدان بارهای q_1 و q_3 نیز در راستای قطر باشد. به همین دلیل باید q_3 و q_1 هم نام و با q_2 ناهم نام باشند (چرا؟)اگر میدان q_1 در نقطه ی q_4 ، E_1 باشد، میدان q_3 باید در این نقطه $2E_1$ باشد تا برآیند آن ها بر قطر مستطیل منطبق باشد و بتواند توسط میدان q_2 خنثی شود؛ یعنی:

$$E_2 = \sqrt{5} E_1 \Rightarrow k \frac{|q_2|}{(\sqrt{5})^2} = \sqrt{5} k \frac{|q_1|}{1^2} \Rightarrow \left| \frac{q_2}{q_1} \right| = 5\sqrt{5}$$



باید بارها نیز ناهم نام باشند. پس:

$$\frac{q_2}{q_1} = -5\sqrt{5}$$

۵۸. گزینه ۳

$$\left. \begin{array}{l} q_1 = -4 \mu C \quad q_2 = 10 \mu C \\ q'_1 = q'_2 = \frac{10 - 4}{2} = 3 \mu C \end{array} \right\} \text{ بار نهایی پس از اتصال کره ها برابر میانگین جبری بارهای اولیه است}$$

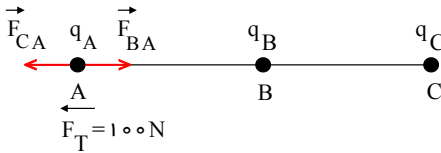
$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{|q'_1||q'_2|}{|q_1||q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{3 \times 3}{10 \times 4} \times 4 = 0,9$$

۵۹. گزینه ۱ ابتدا نیروهای وارد بر بار qA از طرف دو بار qC ، qB را رسم کرده سپس با استفاده از قانون کولن اندازه آنها را

بدست می آوریم:

صفحه ۱۵



$$F_{BA} = K \frac{q_A q_B}{r^2} \Rightarrow F_{BA} = \frac{9 \times 10^9 \times (4 \times 10^{-6})(10 \times 10^{-6})}{(3 \times 10^{-2})^2} = 400 N$$

$$F_{CA} = K \frac{q_C q_A}{r^2} \Rightarrow F_{CA} = \frac{9 \times 10^9 \times (20 \times 10^{-6})(10 \times 10^{-6})}{(6 \times 10^{-2})^2} = 500 N$$

$$F_T = F_{CA} - F_{BA} = 500 - 400 = 100 N$$

باتوجه به اینکه $|F_{CA}| > |F_{BA}|$ است. در نتیجه برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A به سمت چپ است.

۶۰. گزینه ۴ باتوجه به اینکه $F_{12} = F_{21} \propto q_1 q_2$ است و همچنین نیروهای کولنی عمل و عکس العمل یکدیگرند در نتیجه همواره $\left| \frac{F_{12}}{F_{21}} \right| = 1$ است.

توجه کنیم که F_{12} و F_{21} هر دو نسبت به حالت قبل تغییر می کنند ولی نسبت آن ها به هم همیشه برابر ۱ است

۶۱. گزینه ۴ پس از تماس دو کره ی فلزی هم اندازه و مشابه ، بارهای آن ها با هم برابر می شوند. پس:

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{15 + 5}{2} = 10 \mu C$$

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{q_1' q_2'}{q_1 q_2} \times \left(\frac{r}{r'} \right)^2 \xrightarrow{r=r'} \frac{F'}{F} = \frac{10 \times 10}{5 \times 15} = \frac{4}{3}$$

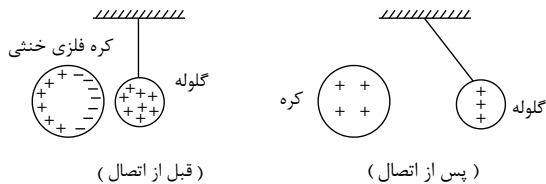
$$\Rightarrow \Delta F = F' - F = \frac{4}{3} F - F \Rightarrow \Delta F = \frac{1}{3} F \times \%100 \Rightarrow \Delta F = \%33 F$$

۶۲. گزینه ۴ اندازه ی نیروی بین بارهای الکتریکی هم نام q_1 و $q_2 = 5q_1$ از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}, k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m}{C^2}, r = 3m, F = 0.2N$$

$$0.2 = \frac{9 \times 10^9 \times 5q_1^2}{3^2} \Rightarrow q_1^2 = 4 \times 10^{-12} \Rightarrow q_1 = 2 \times 10^{-6} C = 2 \mu C$$

۶۳. گزینه ۱ اگر کره ی فلزی به گلوله فلزی نزدیک شود بارهای کره ی فلزی به صورت تصویر زیر توضیح می شود و پس از آن بین بارهای مثبت گلوله آویزان و بارهای منفی القا شده در سمت راست کره نیروی جاذبه و بین بارهای مثبت گلوله و بارهای مثبت القا شده در سمت چپ کره نیروی دافعه به وجود می آید چون فاصله ی بین بارهای مثبت و منفی کمتر است پس نیروی جاذبه قوی تر می باشد. بنابراین گلوله جذب کره می شود. بعد از تماس بار مثبت گلوله بین کره و گلوله تقسیم شده و هر دو مثبت می شوند بنابراین بارهای هم نام به وجود آمده در کره فلزی و گلوله فلزی یکدیگر را دفع می نمایند.



۶۴. گزینه ۴

می دانیم بار گلوله های یکسان پس از تماس با هم مساوی شده و برابر با میانگین جبری بارهای اولیه می شود حال طبق قانون کولن برای مقایسه ی نیروها داریم:

$$q' = \frac{2q + (-5q)}{2} = \frac{3}{2} q$$

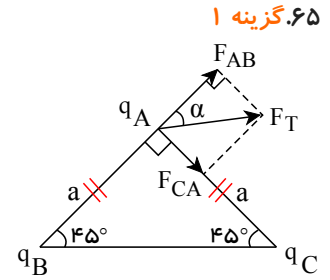
$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{\left| \frac{3}{2} q \cdot \frac{3}{2} q \right|}{\left| 2q \times (-5q) \right|} \times \left(\frac{r}{\frac{r}{2}} \right)^2 = \frac{\frac{9}{4} q^2}{10 q^2} \times 4 = \frac{9}{10}$$

صفحه ۱۶

$$F_{CA} = \frac{\kappa q_A q_C}{r^2} = \frac{\kappa \times q \times q}{a^2} = \kappa \frac{q^2}{a^2} = F$$

$$F_{BA} = \kappa \frac{q_B q_A}{r^2} = \frac{\kappa \times \sqrt{3}q \times q}{a^2} = \sqrt{3} \times \kappa \frac{q^2}{a^2} = \sqrt{3}F$$

$$\tan \alpha = \frac{F}{F\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$



گزینه ۳

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

$$F' = k \frac{(q - 0.25q)(q + 0.25q)}{r^2} = k \frac{(q^2 - \frac{1}{16}q^2)}{r^2} = \frac{15}{16} \frac{kq^2}{r^2} \Rightarrow F' = \frac{15}{16}F$$

راه حل دوم:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F' = \left(\frac{3}{4} \times \frac{5}{4}\right)F = \frac{15}{16}F$$

$$q_1 \Rightarrow \text{برابر } \frac{3}{4} \quad q_2 \Rightarrow \text{برابر } \frac{5}{4}$$

گزینه ۴

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} \Rightarrow \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{F}{2F} = \left(\frac{r_2}{r}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{r_2}{r}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{r_2}{r}$$

$$r_2 = \frac{r}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}r$$

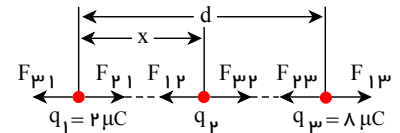
گزینه ۳ با توجه به این که برابند نیروهای الکترواستاتیکی وارد بر هر یک از بارها برابر صفر است پس علامت بار q_2 منفی می باشد.

$$F_{12} = F_{32} \Rightarrow k \frac{2 \times q_2}{x^2} = k \frac{8 \times q_2}{(d-x)^2} \Rightarrow 4x^2 = (d-x)^2 \quad (1)$$

$$F_{21} = F_{31} \Rightarrow k \frac{2 \times q_2}{x^2} = k \frac{2 \times 8}{d^2} \Rightarrow q_2 = 8 \frac{x^2}{d^2} \quad (2)$$

$$(1) \text{ رابطه ی } \Rightarrow 2x = d - x \Rightarrow 3x = d \Rightarrow x = \frac{d}{3}$$

$$(2) \text{ رابطه ی } \Rightarrow q_2 = 8 \frac{x^2}{d^2} = 8 \frac{\frac{d^2}{9}}{d^2} = \frac{8}{9} \mu C$$



چون بار q_2 منفی است پس $q_2 = -\frac{8}{9} \mu C$ است.

گزینه ۲ اگر مثلاً بار q_1 را به اندازه $2 \mu C$ اضافه کنیم، تبدیل به $q_1' = q_2 + 2$ می شود حال برای مقایسه ی نیروی بین

دو حالت داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q_1'}{q_1} \times \frac{q_2'}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \xrightarrow{r=r', q_2'=q_2} \frac{q_1 + 2}{q_1} = \frac{q_1 + 2}{q_1} \rightarrow \frac{3}{2} = \frac{q_1 + 2}{q_1}$$

طرفین وسطین

$$\rightarrow 3q_1 = 2q_1 + 4 \rightarrow q_1 = 4 \mu C$$

گزینه ۲ * نکته: چنانچه دو کره ی فلزی مشابه باردار را با هم تماس دهیم، بار الکتریکی دو کره پس از تماس با هم برابر می شوند و مطابق قانون پایستگی بار الکتریکی، مجموع بار دو کره قبل از تماس برابر با مجموع بار الکتریکی دو کره بعد از تماس است. یعنی:

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2 \xrightarrow{q'_1 = q'_2} q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

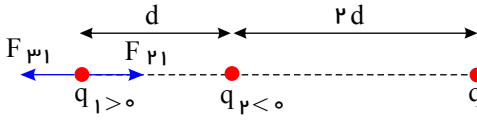
بنابراین در این سؤال بار دو کره پس از تماس برابر با:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{q_1 - 2q_1}{2} = -\frac{q_1}{2} \rightarrow |q'_1| = |q'_2| = \frac{q_1}{2}$$

اکنون با استفاده از قانون کولن داریم:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{q'_1 q'_2}{q_1 q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{\frac{q_1}{2} \times \frac{q_1}{2}}{q_1 \times 2q_1} \times \left(\frac{r}{2r}\right)^2 = \frac{1}{32}$$

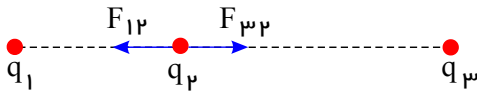
۷۱. گزینه ۴ اندازه برآیند نیروهای وارد بر q_1 برابر است با:



$$F_{21} = \frac{kq_1 q_2}{d^2} = \frac{kq_1 q_1}{d^2}$$

$$F_{31} = \frac{kq_1 q_3}{(3d)^2} = \frac{kq_1 q_3}{9d^2} \Rightarrow \Sigma F_1 = \frac{kq_1}{d^2} \left(q_1 - \frac{q_3}{9} \right)$$

برآیند نیروهای وارد بر q_2 برابر است با:



$$F_{12} = \frac{kq_1 q_2}{d^2} = \frac{kq_1 q_1}{d^2}$$

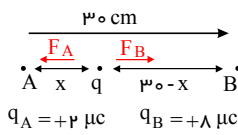
$$F_{32} = \frac{kq_1 q_3}{(2d)^2} = \frac{kq_1 q_3}{4d^2} \Rightarrow \Sigma F_2 = \frac{kq_1}{d^2} \left(\frac{q_3}{4} - q_1 \right)$$

اندازه این نیروهای برآیند با یکدیگر برابر است، بنابراین داریم:

$$\left| \Sigma F_2 \right| = \left| \Sigma F_1 \right| \Rightarrow \frac{kq_1}{d^2} \left(q_1 - \frac{q_3}{9} \right) = \frac{kq_1}{d^2} \left(\frac{q_3}{4} - q_1 \right)$$

$$\Rightarrow q_1 = \frac{q_3}{9} = \frac{q_3}{4} - q_1 \Rightarrow 2q_1 = \frac{q_3}{4} + \frac{q_3}{9} \Rightarrow 2q_1 = \frac{13q_3}{36} \Rightarrow \frac{q_3}{q_1} = \frac{72}{13}$$

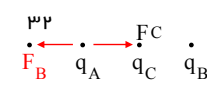
۷۲. گزینه ۱ ابتدا بار q را در نقطه ای قرار می دهیم که در حال تعادل باشد. (می دانیم که باید بین دو بار نزدیک بار کوچکتر باشد تا نیروها یکدیگر را خنثی کنند)

$$FA = FB \Rightarrow \frac{k \times q \times 2}{x^2} = \frac{k \times q \times 8}{(30 - x)^2} \rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{4}{(30 - x)^2}$$


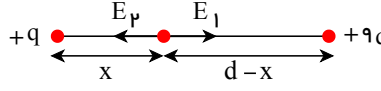
$$\sqrt{\frac{1}{x}} = \frac{2}{30 - x} \Rightarrow x = 10$$

$q_A = +2 \mu C$ $q_B = +8 \mu C$

حالا که عمل q_C معلوم شد شرط تعادل q_A یا q_B را هم چک می کنیم: (FC) باید جاذبه باشد تا FB را خنثی کند پس q منفی است)

$$FB = FC \Rightarrow \frac{k \times 8 \times 2}{30^2} = \frac{k \times 2 \times q}{10^2} \Rightarrow q = \frac{8}{9} \text{ منفی} \rightarrow q = -\frac{8}{9}$$


۷۳. گزینه ۱ شرط صفر شدن میدان برآیند این که میدان ها یکدیگر را خنثی کنند که در این صورت باید میدان ها خلاف جهت و مساوی باشند بنابراین:

$$E = \frac{kq}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \frac{kq}{x^2} \\ E_2 = \frac{K(9q)}{(d-x)^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{kq}{x^2} = \frac{k(9q)}{(d-x)^2}$$


$$9x^2 = (d-x)^2 \Rightarrow 3x = d-x \Rightarrow 4x = d \Rightarrow x = \frac{d}{4}$$

نکته: می توانیم از فرمول زیر هم کمک بگیریم

$$x = \frac{d}{\sqrt{\frac{q_2}{q_1} \pm 1}} \xrightarrow{\text{بار هم نام } q \text{ بزرگ}} x = \frac{d}{\sqrt{\frac{9q}{q} + 1}} = \frac{d}{4}$$

فاصله محلی که میدان صفر می شود از بار کوچکتر

گزینه ۱. ۷۴

$$E = \frac{kq}{r^2} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{18}{8} = \left(\frac{r_2}{20}\right)^2 \Rightarrow \frac{9}{4} = \left(\frac{r_2}{20}\right)^2 \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{r_2}{20} \Rightarrow r_2 = 30 \text{ cm}$$

$$\Delta r = r_2 - r_1 = 30 - 20 = 10 \text{ cm}$$

توجه کنیم که سؤال گفته چند سانتی متر دور شویم

گزینه ۲. ۷۵ با توجه به این که برای به دست آوردن اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی r از آن از رابطه‌ی

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

استفاده می‌کنیم، ابتدا باید فاصله‌ی نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B را به دست آوریم:

$$r_{AB} = \sqrt{(6 - (-3))^2 + (5 - (-4))^2} = 9\sqrt{2} \text{ cm}$$

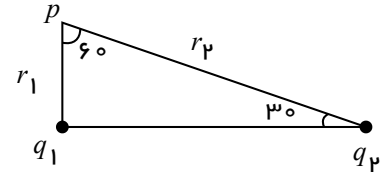
$$E = k \frac{q}{r_{AB}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{9 \times 10^{-9}}{(9\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} = 50000 \frac{N}{C}$$

اکنون بزرگی میدان الکتریکی را محاسبه می‌کنیم:

گزینه ۴. ۷۶

$$\sin 30^\circ = \frac{r_1}{r_2} \Rightarrow r_2 = \frac{r_1}{\sin 30^\circ} = 2r_1$$

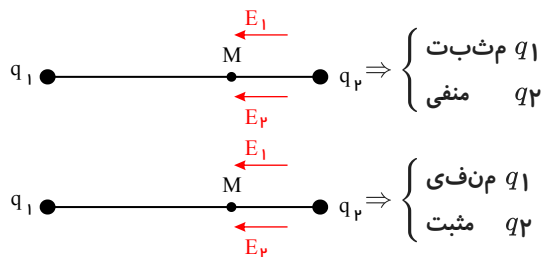
$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq_2}{r_2^2} \Rightarrow \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{(2r_1)^2} \Rightarrow q_2 = 4q_1$$

گزینه ۱. ۷۷ برای حالت اول داریم: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ (برآیند).وقتی بار q_2 دوبرابر می‌شود، مقدار میدان آن هم دوبرابر می‌شود بنابراین در حالت دوم داریم:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + 2\vec{E}_2 = \frac{3\vec{E}}{2}$$

به کمک معادله اول و دوم نسبت E_2 و E_1 به دست می‌آید:

$$\begin{cases} \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E} \\ \vec{E}_1 + 2\vec{E}_2 = \frac{3}{2}\vec{E} \Rightarrow \vec{E}_1 = \vec{E}_2 \end{cases}$$

نتیجه این است که میدان E_2 و E_1 مساوی و هم جهت هستند، از هم جت بودن آنها در نقطه‌ی M معلوم می‌شود که بارهای q_1 و q_2 ناهم نام هستند، چون که:

(بنابراین گزینه‌های ۳ و ۴ حذف هستند)

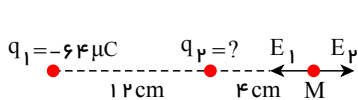
از مساوی بودن میدان‌های E_1 و E_2 می‌توان نسبت q_2 و q_1 را به دست آورد. از آن جایی که می‌دانیم:

$$E = \frac{k|q|}{r^2} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \left|\frac{q_2}{q_1}\right| \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow 1 = \left|\frac{q_2}{q_1}\right| \times \left(\frac{20}{10}\right)^2 \Rightarrow \left|\frac{q_2}{q_1}\right| = \frac{1}{4} \xrightarrow{\text{بارهای ناهم نام}} \frac{q_2}{q_1} = -\frac{1}{4}$$

گزینه ۴. ۷۸ چون در نقطه‌ی M میدان الکتریکی برآیند صفر است، باید در این نقطه $E_1 = E_2$ و خلاف جهت باشد. بنابراین

می‌توان نوشت:

صفحه ۱۹

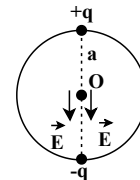
$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{|q_1|}{r_1^2} = k \frac{|q_2|}{r_2^2} \xrightarrow{r_1 = 16 \text{ cm}, r_2 = 4 \text{ cm}} \frac{64}{16^2} = \frac{|q_2|}{4^2} \Rightarrow |q_2| = 64 \mu\text{C}$$


$$= 4 \mu\text{C}$$

چون E_2 باید خلاف E_1 باشد پس q_2 مثبت است.

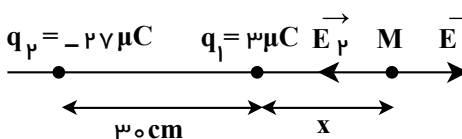
۷۹. گزینه ۴. برآیند میدان‌های الکتریکی هر یک از دو بار مشابه که مقابل یکدیگر قرار دارند، در مرکز دایره برابر با صفر است (چون میدان‌ها مساوی هستند و خلاف جهت) و برآیند میدان الکتریکی حاصل از بارهای $+q$ ، $-q$ که در بالا و پایین دایره قرار دارند، یکدیگر را خنثی نمی‌کنند بنابراین میدان برآیند برابر است با:

$$|\vec{E}_T| = 2|\vec{E}| = 2k \frac{q}{a^2}$$



با توجه به علامت بارهای بالا و پایین میدان برآیند در مرکز دایره روبرو پایین است.

۸۰. گزینه ۴. باید نقطه‌ای را انتخاب کنیم تا در آن نقطه میدان برآیند صفر باشد (میدان صفر باشد نیروی برآیند هم صفر می‌شود) شرط صفر شدن برآیند دو میدان هم این که میدان‌ها خلاف جهت و هم اندازه باشند، پس اولاً چون دو بار غیر هم‌نام هستند، نقطه‌ی مورد نظر (M) را خارج از فاصله‌ی بین دو بار انتخاب می‌کنیم تا میدان هر دو بار خلاف جهت هم باشند، از طرفی هم نقطه‌ی m نزدیک به بار با اندازه‌ی کوچکتر ($3 \mu\text{C}$) باشد تا دو میدان مساوی باشند. دوماً باید اندازه‌ی میدان‌ها هم با هم برابر باشند پس:



$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(r+x)^2} \Rightarrow \frac{3}{x^2} = \frac{27}{(30+x)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{3}{30+x} \Rightarrow x = 15 \text{ cm}$$

این تست فاصله از بار $-27 \mu\text{C}$ را خواسته، پس:

$$r_2 = 15 + 30 = 45 \text{ cm}$$

نکته: فاصله‌ی نقطه‌ای که میدان برآیند دو بار روی خط واصل آن‌ها، صفر میشود از بار کمتر برابر است با:

$$x = \frac{\overbrace{d}^{\text{فاصله ی دو بار}}}{\sqrt{\left| \frac{q_B}{q_A} \right| \pm 1}}$$

$q =$ بار بزرگتر و $q =$ بار کوچکتر

+ دولا هم نام باشند و نقطه‌ی مورد نظر بین دولا است.

- دولا ناهم نام باشند و نقطه‌ی مورد نظر خارج از فاصله‌ی دو بار است.

مثلا در این تست

$$x = \frac{30}{\sqrt{\frac{27}{3} - 1}} = \frac{30}{\sqrt{9 - 1}} = 15 \text{ cm}$$

چون ناهم نام اند می‌شود خارج از فاصله‌ی دولا.

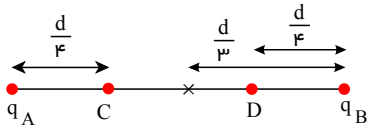
۸۱. گزینه ۱. ابتدا نقطه‌ای روی خط واصل دو بار را که میدان الکتریکی برآیند صفر می‌شود. تعیین می‌کنیم. چون دو بار هم‌نام هستند، میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ای بین دو بار برابر با صفر می‌شود. شرط صفر شدن میدان برآیند تساوی میدان‌هاست، پس یعنی جایی که $r_A = 2r_B$ باشد $E = 0$ می‌باشد پس:

صفحه ۲۰

$$EA = EB \Rightarrow \frac{kq_A}{r_A^2} = \frac{kq_B}{r_B^2} \Rightarrow \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 = \frac{q_A}{q_B} \Rightarrow \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 = 4 \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = 2$$

از طرفی: $r_A + r_B = d \xrightarrow{r_A = 2r_B} r_A = \frac{2d}{3}, r_B = \frac{d}{3}$

با حرکت از نقطه‌ی C تا نقطه‌ی D، EA کاهش و EB افزایش می‌یابد. بنابراین میدان برایند (ET = EA - EB) کاهش می‌یابد تا این که در فاصله‌ی $\frac{d}{3}$ از بار qB میدان برایند صفر می‌شود، پس از این نقطه با حرکت به سمت نقطه‌ی D جهت میدان برایند عوض می‌شود و مقدار آن نیز افزایش می‌یابد.



۸۲. گزینه ۳ ابتدا اندازه میدان را محاسبه می‌کنیم (می‌دانیم وقتی $\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j}$ ، اندازه میدان برابر می‌شود با

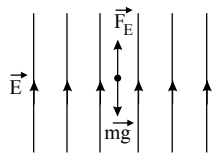
$$|\vec{E}| = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

$$E = (3\vec{i} + 4\vec{j}) \times 10^5 \Rightarrow |\vec{E}| = \sqrt{(3 \times 10^5)^2 + (4 \times 10^5)^2} = 5 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

$$F = Eq = 5 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-6} = 1(N)$$

حال طبق رابطه $F = Eq$ داریم:

۸۳. گزینه ۱



چون ذره به صورت معلق قرار دارد، در نتیجه می‌بایست نیروی الکتریکی رو به بالا به آن وارد شود تا نیروی وزن آن را خنثی کند. چون علامت بار مثبت است، پس جهت میدان الکتریکی هم باید رو به بالا باشد.

$$FE = mg \Rightarrow |q|E = mg \Rightarrow E = \frac{mg}{|q|}$$

$$m = 6,8 \times 10^{-18} (mg) = 6,8 \times 10^{-24} kg \quad g = 10 \frac{N}{kg}, q = 3,2 \times 10^{-19} C$$

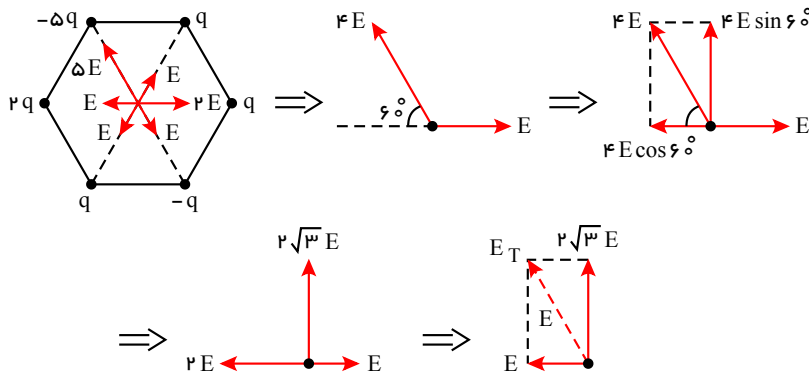
$$E = \frac{6,8 \times 10^{-24} \times 10}{3,2 \times 10^{-19}} = 2,125 \times 10^{-4} \frac{N}{C}$$

۸۴. گزینه ۴ با توجه به شکل و اینکه فاصله تمام بارها از مرکز شش ضلعی یکسان است، و اینکه میدان هر بار با اندازه بار نسبت

مستقیم دارد، داریم:

$$E = Eq = k \frac{|q|}{r^2}, \quad E_2q = k \frac{2|q|}{r^2} = 2E$$

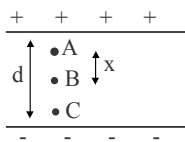
$$E - 5q = k \frac{5|q|}{r^2} = 5E$$



$$E_T = \sqrt{E^2 + (2\sqrt{3}E)^2} = \sqrt{13}E$$

۸۵. گزینه ۱

با توجه به شکل غبار از نقطه A رها شده و به نقطه B می‌رسد. برای این که غبار هنگامی که به نقطه C می‌رسد، سرعتش صفر شود و در مسیر برگشت قرار گیرد باید در نقطه B جهت میدان برعکس شود.



قضیه کار و انرژی را در مسیر AB می‌نویسیم:

$$W_{\text{میدان}} + W_{mg} = \Delta K_{AB}$$

$$Eqx + mgx = K_B - K_A \xrightarrow{K_A=0} K_B = Eqx + mgx \quad (1)$$

از طرفی در مسیر BC نیز انرژی مکانیکی پایسته است. با شرط این که جهت میدان برعکس می‌شود، داریم:

$$W_{\text{میدان}} + W_{mg} = \Delta K_{BC}$$

$$-Eq(d-x) + mg(d-x) = K_C - K_B \xrightarrow{K_C=0} K_B = (Eq - mg)(d-x)$$

$$\xrightarrow{(1)} Eqx + mgx = (Eq - mg)(d-x)$$

$$\Rightarrow (Eq + mg)x = (Eq - mg)d - (Eq - mg)x \Rightarrow x = \frac{(Eq - mg)d}{2Eq}$$

۸۶. گزینه ۲ - گزینه دو درست است - برای رد سایر گزینه‌ها می‌توان گفت:

گزینه ۱ میدان به بار آزمون وابسته نیست.

گزینه ۲ خطوط میدان هیچ‌گاه یکدیگر را قطع نمی‌کنند زیرا اگر یکدیگر را قطع کنند در محل تلاقی دو بردار میدان وجود دارد که غیر ممکن است.

گزینه ۴ میدان یکنواخت دارای خطوط موازی، هم‌جهت و هم‌فاصله است.

۸۷. گزینه ۳

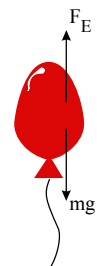
$$F_E = |q|E = 200 \times 10^{-9} \times 6 \times 10^5 = 0,12N$$

چون q منفی است، جهت نیرو خلاف جهت میدان است، پس رو به بالاست.

نیروی دیگر وارد بر بادکنک وزن آن و به سمت پایین است.

$$mg = 10 \times 10^{-3} \times 10 = 10^{-1} = 0,1N$$

$$F_T = F_E - mg = 0,12 - 0,1 = 0,02N$$



۸۸. گزینه ۲ ابتدا محلی که میدان برآیند صفر است را معین می‌کنیم. از آنجایی که بارها هم‌نامند این نقطه بین دو بار است.

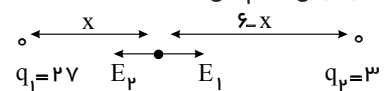
اگر فرض کنیم این نقطه در فاصله x از بار q_1 باشد، داریم:

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kq_1}{r^2} = \frac{kq_2}{r^2}$$

$$\frac{9}{x^2} = \frac{1}{(6-x)^2} \xrightarrow{\sqrt{\quad}} \frac{3}{x} = \frac{1}{6-x}$$

$$\rightarrow 18 - 3x = x \rightarrow x = 4,5$$



یعنی در ۴,۵ سانتی‌متری از بار q_1 میدان صفر است. بنابراین نقطه A باید $2,5cm$ به طرف بار q_2 برود.

۸۹. گزینه ۳: خط میدان از بار منفی نباید خارج شود.

گزینه ۲: خط میدان از طرف چپ به بار مثبت وارد شده است.

گزینه ۴: دو خط میدان در نزدیکی بار منفی یکدیگر را قطع نموده‌اند که امکان پذیر نیست.

۹۰. گزینه ۱: طبق رابطه $\vec{F} = \vec{E}q$ داریم:

$$\vec{F} = \vec{E}q \Rightarrow 8 \times 10^{-3} \vec{i} - 6 \times 10^{-3} \vec{j} = \vec{E} \times 2,5 \times 10^{-8}$$

$$\vec{E} = \left(\frac{8 \times 10^{-3}}{2,5 \times 10^{-8}} \right) \vec{i} - \left(\frac{6 \times 10^{-3}}{2,5 \times 10^{-8}} \right) \vec{j} \Rightarrow \vec{E} = 3,2 \times 10^5 \vec{i} - 2,4 \times 10^5 \vec{j}$$

$$|\vec{E}| = \sqrt{(3,2 \times 10^5)^2 + (2,4 \times 10^5)^2} = 4 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

می‌توانستیم ابتدا اندازه نیرو را به دست آورده و سپس در رابطه $F = Eq$ قرار دهیم:

$$|F| = \sqrt{(8 \times 10^{-3})^2 + (6 \times 10^{-3})^2} = 20 \times 10^{-3} = 10^{-2} N \Rightarrow F = Eq$$

$$\Rightarrow 10^{-3} = E \times 2,5 \times 10^{-8} \rightarrow E = 4 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

۹۱. گزینه ۴

$$E = \frac{F}{|q|} = \frac{2}{2 \times 10^{-6}} = 10^6 \frac{N}{C}$$

۹۲. گزینه ۲

برای اینکه بار معلق بماند باید نیروی وزن که به سمت پایین است را با نیروی الکتریکی به سمت بالا خنثی کنیم. نیروی الکتریکی به سمت بالا و بار منفی است پس میدان باید به سمت پایین باشد.



$$FE = mg \xrightarrow{FE=|q|E} |q|E = mg \rightarrow 4 \times 10^{-6} \times E = 0,002 \times 10 \rightarrow E = 5 \times 10^3 \frac{N}{C}$$

۹۳. گزینه ۱: رابطه مقایسه‌ای میدان الکتریکی را می‌نویسیم:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{|Q|}{|Q|} \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \rightarrow \frac{27}{12} = \left(\frac{36}{r_2} \right)^2$$

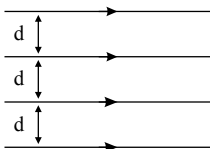
$$\rightarrow \frac{9}{4} = \left(\frac{36}{r_2} \right)^2 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{3}{2} = \frac{36}{r_2} \rightarrow r_2 = 24 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \Delta r = r_2 - r_1 = 24 - 36 = -12 \text{ cm}$$

پس باید به اندازه ۱۲cm به بار نزدیک شویم. توجه کنید چون از رابطه مقایسه‌ای استفاده کردیم یکای r کفایت در صورت و مخرج یکسان باشد. (هر ??? سانتی‌متر گرفتیم.)

۹۴. گزینه ۴

خطوط میدان الکتریکی یکنواخت به صورت خطهایی موازی هستند که در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند.

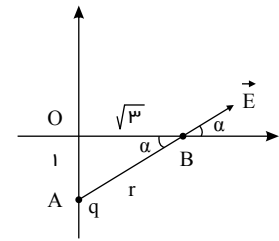


صفحه ۲۳

۹۵. گزینه ۲

$$r = AB = \sqrt{1^2 + (\sqrt{3})^2} = 2m$$

$$E = k \frac{|q|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-9}}{4} = 18 \frac{N}{C}$$



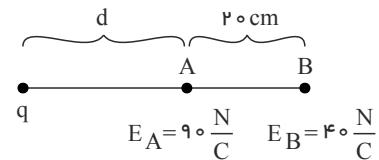
$$\rightarrow \text{در مثلث } AOB, \sin \alpha \text{ و } \cos \alpha \text{ را به دست می آوریم} \begin{cases} E_x = E \cos \alpha = 18 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 9\sqrt{3} \frac{N}{C} \\ E_y = E \sin \alpha = 18 \times \frac{1}{2} = 9 \frac{N}{C} \end{cases}$$

$$\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} = 9\sqrt{3} \vec{i} + 9 \vec{j} \left(\frac{N}{C} \right)$$

۹۶. گزینه ۱ با توجه به رابطه بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار $E = \frac{k|q|}{r^2}$ ، اندازه میدان در یک نقطه معین با

مجذور فاصله آن نقطه تا بار رابطه عکس دارد، بنابراین داریم:

$$\frac{EA}{EB} = \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 \Rightarrow \frac{90}{40} = \left(\frac{20+d}{d} \right)^2 \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{20+d}{d} \Rightarrow d = 40 \text{ cm}$$



با توجه به رابطه بزرگی میدان الکتریکی در نقطه A داریم:

$$EA = k \frac{|q|}{d^2} \Rightarrow 90 = 9 \times 10^9 \times \frac{|q|}{(40 \times 10^{-2})^2} \\ \Rightarrow |q| = 16 \times 10^{-10} C = 1.6 \times 10^{-9} C = 1.6 nC$$

۹۷. گزینه ۲ بردار میدان الکتریکی در هر نقطه، در جهت خط مماس بر خطوط میدان در آن نقطه است. (در گزینه‌های ۱ و ۲ خطوط مطابق جهت بردارهای A و B رسم شده‌اند.) چون طول بردار A بزرگ‌تر است بنابراین میدان در نقطه A بیش‌تر است و خطوط در نزدیکی نقطه A باید فشرده‌تر باشد. (در گزینه ۲ رعایت شده است.)

۹۸. گزینه ۱ همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود تفاضل بزرگی میدان الکتریکی در فواصل ۲ و ۵ متری از بار، برابر $420 \frac{N}{C}$

است. لذا داریم:

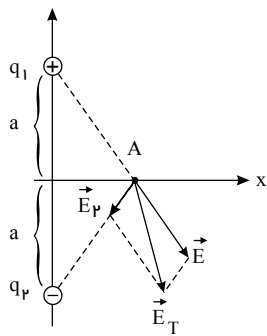
$$E = k \frac{|q|}{r^2} \rightarrow E_2 - E_5 = 420 \rightarrow k \frac{|q|}{4} - k \frac{|q|}{25} = 420$$

$$21k|q| = 420 \times 10^3 \rightarrow k|q| = 2 \times 10^3 \frac{N \cdot m^2}{C}$$

اندازه میدان در فاصله ۴ متری از بار برابر است با:

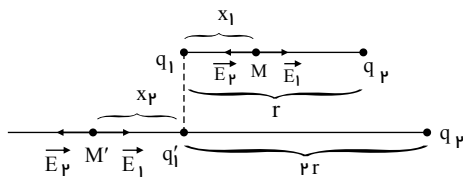
$$E_4 = k \frac{|q|}{16} \rightarrow E_4 = \frac{2000}{16} = 125 \frac{N}{C}$$

۹۹. گزینه ۳



فاصله هر دو بار از نقطه A یکسان است باتوجه به اینکه $|q_1| > |q_2|$ است بنابراین باتوجه به رابطه میدان الکتریکی $(E = k \frac{|q|}{r^2})$ ، $E_1 > E_2$ خواهد بود. بنابراین باید طول بردار E_1 را بلندتر رسم کنیم.

۱۰۰. گزینه ۱



در حالت اول چون دو بار مثبت هستند نقطه M که برآیند میدانها در آن صفر است باید بین دو بار و نزدیک بار کوچک تر یعنی q_1 باشد.

$$\text{حالت اول: } E_1 = E_2 \rightarrow k \frac{|q_1|}{x_1^2} = k \frac{|q_2|}{(r-x_1)^2} \rightarrow \frac{2 \times 10^{-6}}{x_1^2} = \frac{32 \times 10^{-6}}{(r-x_1)^2}$$

$$\frac{1}{x_1^2} = \frac{16}{(r-x_1)^2} \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{1}{x_1} = \frac{4}{r-x_1} \rightarrow r-x_1 = 4x_1 \rightarrow x_1 = \frac{1}{5}r$$

در حالت دوم چون علامت بارها مختلف است، نقطه M' که برآیند میدانها در آن صفر است باید خارج دو بار کوچک تر یعنی q_1' باشد.

$$\text{حالت دوم: } E_1 = E_2 \rightarrow k \frac{|q_1|}{x_2^2} = k \frac{|q_2|}{(2r+x_2)^2}$$

$$\rightarrow \frac{2 \times 10^{-6}}{x_2^2} = \frac{32 \times 10^{-6}}{(2r+x_2)^2} \rightarrow \frac{1}{x_2^2} = \frac{16}{(2r+x_2)^2}$$

$$\xrightarrow{\text{جذر}} \frac{1}{x_2} = \frac{4}{2r+x_2} \rightarrow 2r+x_2 = 4x_2 \rightarrow x_2 = \frac{2}{3}r$$

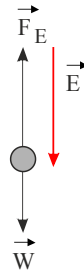
باتوجه به شکل فاصله M تا M' برابر $\frac{13}{15}r$ است. $x_1 + x_2 = \frac{1}{5}r + \frac{2}{3}r = \frac{13}{15}r$

۱۰۱. گزینه ۲ ذره دارای جرم و بار الکتریکی می باشد، در نتیجه به آن دو نیروی وزن و الکتریکی وارد می شود. ذره دارای تندی ثابت است، بنابراین طبق قضیه کار-انرژی جنبشی کار برایند نیروهای وارد بر آن صفر است. بنابراین دو نیروی وزن و الکتریکی یکدیگر را خنثی کرده اند. در نتیجه، نیروی الکتریکی باید رو به بالا باشد و از آنجایی که جهت میدان خلاف جهت نیروی وارد بر ذره با بار منفی است، جهت میدان به سمت پایین می باشد.

صفحه ۲۵

$$FE = W \Rightarrow |q| E = mg$$

$$\Rightarrow E = \frac{mg}{|q|} = \frac{144 \times 10^{-3} \times 10}{3.2 \times 10^{-6}} = 450 \times 10^3 \frac{V}{m} = 450 \frac{kV}{m}$$



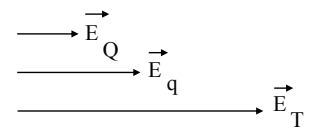
۱۰۲. گزینه ۳ با حذف بار q ، در نقطه O تنها میدان حاصل از بار Q را داریم بنابراین میدان برآیند همان میدان حاصل از Q است:

$$EQ = 50 \frac{N}{C}$$

دو حالت وجود دارد:

(۱) اگر \vec{E}_Q و \vec{E}_q هم جهت باشند: (در این صورت یکی از بارها مثبت و دیگری منفی است.)

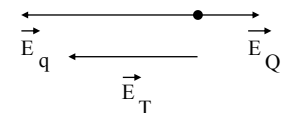
$$ET = EQ + Eq \rightarrow 200 = 50 + Eq \rightarrow Eq = 150 \frac{N}{C}$$



چون $Eq > EQ$ است با توجه به فاصله یکسان هر دو بار از نقطه O ، نتیجه می‌گیریم: $|q| > |Q|$

(۲) اگر \vec{E}_Q و \vec{E}_q در خلاف جهت هم باشند. (در این صورت علامت دو بار یکسان است.)

$$ET = Eq - EQ \rightarrow 200 = Eq - 50 \rightarrow Eq = 250 \frac{N}{C}$$

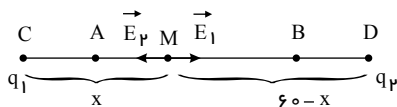


باز هم $Eq > EQ$ شد بنابراین $|q| > |Q|$

چون هر دو حالت امکان‌پذیر است در مورد هم نام یا ناهم نام بودن بارها نمی‌توانیم با قطعیت صحبت کنیم ولی در هر دو حالت نتیجه گرفتیم $|q|$ از $|Q|$ بزرگ‌تر است.

۱۰۳. گزینه ۳ در ابتدا نقطه‌ای که در آن جا میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارها صفر می‌شود را می‌یابیم. شرط صفر شدن برآیند

$$E_1 = E_2$$



فرض می‌کنیم در نقطه M که از q_1 به اندازه x فاصله دارد میدان برآیند صفر شود.

$$E_1 = E_2 \rightarrow k \frac{|q_1|}{x^2} = k \frac{|q_2|}{(60-x)^2}$$

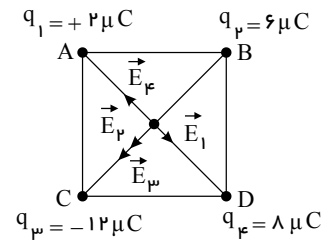
$$\rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{4}{(60-x)^2} \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{1}{x} = \frac{2}{60-x} \rightarrow 60-x = 2x \rightarrow x = 20 \text{ cm}$$

(توجه کنید چون رابطه مقایسه‌ای است یكاهای q ها و همچنین r ها کافیت یکسان باشد.)

بنابراین میدان از A تا M کاهش می‌یابد و به صفر می‌رسد و از M تا B می‌یابد.

۱۰۴. گزینه ۴ ابتدا فاصله هر بار را از مرکز مربع به دست می‌آوریم:

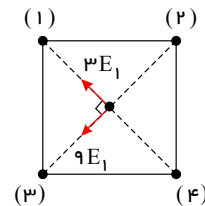
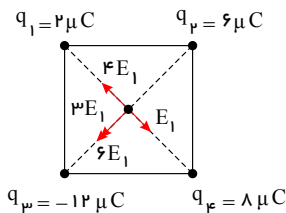
$$\begin{cases} \Delta ABC : \overline{BC}^2 = \overline{AB}^2 + \overline{AC}^2 \Rightarrow \overline{BC} = \sqrt{(\sqrt{18})^2 + (\sqrt{18})^2} = 6\text{cm} \\ \overline{OA} = \overline{OB} = \overline{OC} = \overline{OD} = \frac{\text{قطر}}{2} = \frac{\overline{BC}}{2} = \frac{6}{2} = 3\text{cm} \end{cases}$$



بزرگی میدانی را که بار نقطه‌ای q_1 در مرکز مربع ایجاد می‌کند E می‌نامیم و اندازه میدان‌های ناشی از بارهای دیگر را برحسب آن به دست می‌آوریم. پس داریم:

$$\begin{cases} \Rightarrow E_1 = E \\ \Rightarrow \frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{6}{2} = 3 \Rightarrow E_2 = 3E_1 = 3E \\ \Rightarrow \frac{|q_3|}{|q_1|} = \frac{12}{2} = 6 \Rightarrow E_3 = 6E_1 = 6E \\ \Rightarrow \frac{|q_4|}{|q_1|} = \frac{8}{2} = 4 \Rightarrow E_4 = 4E_1 = 4E \end{cases}$$

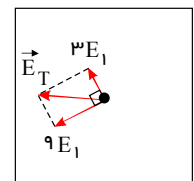
باتوجه به شکل ابتدا برابند دو بردار \vec{E}_1 و \vec{E}_4 و همچنین دو بردار \vec{E}_2 و \vec{E}_3 را به دست می‌آوریم:



$$\begin{cases} 4\vec{E}_1, \vec{E}_1 \text{ برابند} = 4E_1 - E_1 = 3E_1 \\ 6\vec{E}_1, 3\vec{E}_1 \text{ برابند} = 6E_1 + 3E_1 = 9E_1 \end{cases}$$

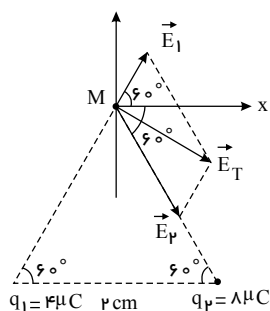
حال E_T را به دست می‌آوریم:

$$\begin{aligned} \Rightarrow E_T^2 &= (9E_1)^2 + (3E_1)^2 \\ \Rightarrow E_T &= \sqrt{81E_1^2 + 9E_1^2} = \sqrt{90E_1^2} \end{aligned}$$



$$\Rightarrow E_T = 3E_1 \sqrt{10} \xrightarrow{E_1 = \frac{k|q_1|}{r^2}} E_T = 3 \times \sqrt{10} \times \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} \Rightarrow E_T = 6\sqrt{10} \times 10^9 \frac{N}{C}$$

گزینه ۲. ۱۰۵



ابتدا اندازه میدان الکتریکی ناشی از بارهای q_1 و q_2 را در نقطه M می‌یابیم:

صفحه ۲۷

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6}}{2^2} = 9 \times 10^3 \frac{N}{C}$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \frac{8 \times 10^{-6}}{2^2} = 18 \times 10^3 \frac{N}{C}$$

حال میدان‌های \vec{E}_1 و \vec{E}_2 را به صورت برداری می‌نویسیم:

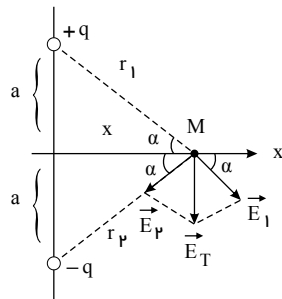
$$\vec{E}_1 = E_1 \cos 60^\circ \vec{i} + E_1 \sin 60^\circ \vec{j} = 9 \times 10^3 \times \frac{1}{2} \vec{i} + 9 \times 10^3 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \vec{j} \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_2 = E_2 \cos 60^\circ \vec{i} - E_2 \sin 60^\circ \vec{j} = 18 \times 10^3 \times \frac{1}{2} \vec{i} - 18 \times 10^3 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \vec{j} \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = (13,5 \vec{i} - 4,5\sqrt{3} \vec{j}) \times 10^3 \frac{N}{C}$$

۱۰۶. گزینه ۱

مطابق شکل، میدان برآیند در نقطه دلخواه M برآیند میدان‌های \vec{E}_1 و \vec{E}_2 است.



$$r_1 = r_2 = \sqrt{a^2 + x^2} \rightarrow \begin{cases} E_1 = k \frac{|q|}{r_1^2} = \frac{k|q|}{a^2 + x^2} \\ E_2 = k \frac{|q|}{r_2^2} = \frac{k|q|}{a^2 + x^2} \end{cases}$$

هریک از بردارهای \vec{E}_1 و \vec{E}_2 را به صورت برداری می‌نویسیم:

$$\begin{cases} \vec{E}_1 = E_1 \cos \alpha \vec{i} - E_1 \sin \alpha \vec{j} \\ \vec{E}_2 = -E_2 \cos \alpha \vec{i} - E_2 \sin \alpha \vec{j} \end{cases}$$

برای به دست آوردن $\sin \alpha$ و $\cos \alpha$ از مثلث بالایی استفاده می‌کنیم.

$$\sin \alpha = \frac{a}{r_1} = \frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}} \quad \text{و} \quad \cos \alpha = \frac{x}{r_1} = \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$$

بردار برآیند از جمع دو بردار \vec{E}_1 و \vec{E}_2 به دست می‌آید. چون $E_1 = E_2$ است اندازه مؤلفه افقی هر بردار باهم برابر می‌شود و

چون این دو مؤلفه قرینه هستند یکدیگر را خنثی می‌کنند. بنابراین \vec{E}_T فقط مؤلفه قائم دارد:

$$\vec{E}_T = (-E_1 \sin \alpha - E_2 \sin \alpha) \vec{j} = -2 \times E_1 \sin \alpha \vec{j}$$

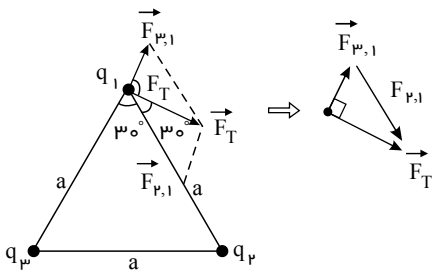
$$= -2 \times \frac{k|q|}{a^2 + x^2} \times \frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}} \vec{j} = \frac{-2k|q|a}{(a^2 + x^2)^{3/2}} \vec{j}$$

صفحه ۲۸

۱۰۷. گزینه ۳ خطوط میدان الکتریکی همواره از بار مثبت خارج به بار منفی وارد می‌شوند: در این شکل چون خطوط میدان الکتریکی از D خارج شده‌اند، پس D بار مثبت دارد، از طرفی خطوط میدان الکتریکی C و D از یکدیگر دور شده‌اند یعنی C و D یکدیگر را می‌رانند، پس C و D با یکدیگر همنام و دارای بار مثبت‌اند. و همچنین چون C و B تشکیل دو قطبی داده‌اند یعنی یکدیگر را می‌ربایند پس دارای بارهای ناهم‌نامند یعنی B بار منفی دارد و از آنجا که خطوط میدان A و B از یکدیگر دور می‌شوند پس A با B نیز دارای بار منفی است.

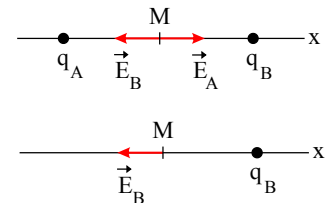
۱۰۸. گزینه ۳ باتوجه به این ک مثلث مورد متساوی‌الاضلاع است، مطابق شکل زیر \vec{F}_T و $\vec{F}_{۳,۱}$ بر هم عمودند، داریم:

$$\sin 30^\circ = \frac{|\vec{F}_{۳,۱}|}{|\vec{F}_{۲,۱}|} = \frac{k \frac{q_1 q_3}{r_{۳,۱}^2}}{k \frac{q_1 q_2}{r_{۲,۱}^2}} \xrightarrow{r_{۳,۱} = r_{۲,۱} = a} \frac{1}{2} = \frac{|q_3|}{|q_2|} \Rightarrow \frac{|q_2|}{|q_3|} = 2$$



۱۰۹. گزینه ۳ بعد از خنثی شدن بار q_A جهت میدان الکتریکی در فاصله‌ی بین دو بار تغییر می‌کند، پس دو بار هم نام هستند. فرض می‌کنیم دو بار مثبت باشند.

حالت اول: $\vec{E}_T = \vec{E}_A + \vec{E}_B = 2\vec{E} \quad (I)$



حالت دوم: $\vec{E}_T = \vec{E}_B = -3\vec{E} \quad (II)$

$(I), (II) \Rightarrow \vec{E}_A - 3\vec{E} = 2\vec{E} \Rightarrow \vec{E}_A = 5\vec{E}$

$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow \frac{EB}{EA} = \frac{|qB|}{|qA|} \left(\frac{rA}{rB}\right)^2 \Rightarrow \frac{3E}{5E} = \frac{|qB|}{|qA|} \times 1 \Rightarrow \frac{|qB|}{|qA|} = \frac{3}{5}$

چون $\vec{E}_A = 5\vec{E}$ و $\vec{E}_B = -3\vec{E}$ ، بنابراین میدان حاصل از هر بار، در بین دو بار، خلاف جهت هم شده است، پس باید دو بار هم نام باشند. بنابراین:

$\frac{qB}{qA} = \frac{3}{5}$

۱۱۰. گزینه ۱ ابتدا برابری میدان الکتریکی را در نقطه‌ی مورد نظر به دست می‌آوریم:

$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow \vec{E} = 8\vec{i} + 7\vec{j} + 4\vec{i} + 9\vec{j} = 12\vec{i} + 16\vec{j}$

حال بنا به رابطه‌ی $\vec{F} = \vec{E}q$ می‌توان نوشت:

$\vec{F} = (12\vec{i} + 16\vec{j}) \times 2 = 24\vec{i} + 32\vec{j}$

۱۱۱. گزینه ۲ میدان الکتریکی حاصل از بارهای q_1 و q_2 در نقطه‌ی O هم‌اندازه و مخالف جهت یکدیگرند. بنابراین یکدیگر را خنثی می‌کنند.

حال باید میدان‌های حاصل از بارهای q_3 و q_4 نیز یکدیگر را خنثی کنند، پس باید مساوی و خلاف جهت باشند:

صفحه ۲۹

$$E_3 = E_4$$

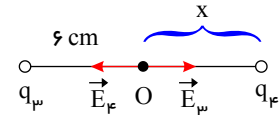
$$\frac{kq_3}{r_3^2} = \frac{kq_4}{r_4^2}$$

$$\frac{32}{6^2} = \frac{2}{x^2}$$

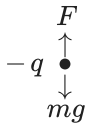
$$\frac{16}{36} = \frac{1}{x^2} \Rightarrow x = \frac{6}{4} = 1.5 \text{ cm}$$

برای این که فاصله ی q_4 از نقطه ی O به 1.5 cm کاهش یابد، باید به اندازه ی 2.5 سانتی متر به سمت چپ جابه جا شود.

گزینه ۳



مطابق شکل مقابل، بار ذره باید منفی باشد تا نیرویی که از طرف میدان الکتریکی به آن اثر می کند به سمت بالا بوده و نیروی وزن ذره را خنثی کند، شرط خنثی شدن نیروها هم خلاف جهت بودن و تساوی آن ها است، پس داریم:



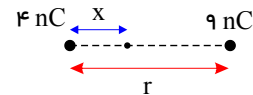
$$F = mg \Rightarrow E|q| = mg \Rightarrow 500|q| = 10^{-3} \times 10$$

$$\Rightarrow |q| = \frac{10^{-2}}{5 \times 10^2} = \frac{10^{-4}}{5} = 2 \times 10^{-5} \text{ C} \Rightarrow q = -20 \mu\text{C}$$

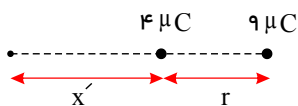
گزینه ۴ در سؤال بیان شده است که میدان الکتریکی ناشی از آن ها برابر باشد و نگفته است صفر شود، یعنی باید $E_1 = E_2$ باشد. بنابراین این نقطه هم می تواند بین دو بار و هم خارج از دو بار و نزدیک تر به بار کوچک تر باشد.

اگر فاصله ی دو بار از هم را r و نقطه ی مورد نظر را در فاصله ی x از بار ضعیف تر فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$\frac{4}{x^2} = \frac{9}{(r-x)^2} \Rightarrow \frac{2}{x} = \frac{3}{20-x} \Rightarrow x = 1 \text{ cm}$$



و برای نقطه ای خارج از دو بار خواهیم داشت:



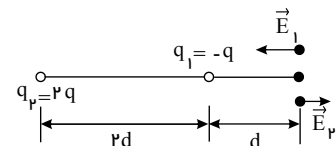
$$\frac{4}{x'^2} = \frac{9}{(r+x')^2} \Rightarrow \frac{2}{x'} = \frac{3}{20+x'} \Rightarrow x' = 40 \text{ cm} \Rightarrow \text{در فاصله ی } 60 \text{ cm} \text{ از بار } 9 \text{ nC} \text{ خواهد شد}$$

گزینه ۱ اندازه ی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه ای q در فاصله ی d از آن طبق رابطه ی $E = \frac{kq}{d^2}$ به دست می آید،

بنابراین برای محاسبه ی میدان برآیند در نقطه ی M داریم:

$$ET = |E_1 - E_2|$$

$$\left. \begin{aligned} E_1 &= k \frac{q_1}{d_1^2} = \frac{kq}{d^2} \Rightarrow E_1 = E \\ E_2 &= \frac{kq_2}{d_2^2} = k \frac{2q}{(3d)^2} = \frac{2}{9} k \frac{q}{d^2} = \frac{2}{9} E \end{aligned} \right\} \Rightarrow ET = E - \frac{2}{9} E = \frac{7}{9} E$$



گزینه ۴ ابتدا مطابق شکل بردار میدان های حاصل از بارهای q_1 و q_2 را در مبدأ مختصات رسم کرده و اندازه و جهت برآیند حاصل از آنها را به دست می آوریم و سپس میدان بار q_3 را طوری مشخص می کنیم که میدان برآیند q_1 و q_2 را خنثی کند، بنابراین:

صفحه ۳۰

$$E_1 = K \frac{q_1}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6}}{9} = 10^3 \frac{N}{C}$$

$$E_2 = K \frac{q_2}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6}}{36} = 1,25 \times 10^3 \frac{N}{C}$$

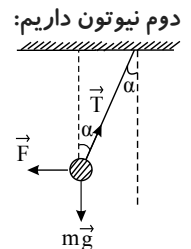
$$E' = E_2 - E_1 = 1,25 \times 10^3 - 10^3 = 0,25 \times 10^3 = 250 \frac{N}{C}$$

می دانیم شرط خنثی شدن دو بردار متساوی و خلاف جهت بودن آن ها است پس با توجه به جهت \vec{E}' باید جهت \vec{E}_3 به سمت چپ باشد تا با خنثی کردن E' برآیند میدان ها در مبدأ مختصات صفر شود. بنابراین باید بار q_3 مثبت باشد و اندازه ی میدان آن برابر با E' باشد یعنی:

$$E' = E_3 \Rightarrow 250 = K \frac{q_3}{r_3^2} \Rightarrow 250 = 9 \times 10^9 \times \frac{q_3}{144} \Rightarrow q_3 = 4 \times 10^{-6} C = 4 \mu C$$

۱۱۶. گزینه ۳ در مسائلی که آونگی مطابق شکل زیر به اندازه ی α منحرف شده است با استفاده از رسم و تجزیه ی نیروها و قانون

$$\left. \begin{array}{l} T \sin \alpha = F \\ T \cos \alpha = mg \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{تقسیم دو} \\ \text{رابطه بر هم} \end{array} \rightarrow \tan \alpha = \frac{F}{mg}$$



از طرفی می دانیم نیروی وارد از طرف میدان الکتریکی (E) بر بار الکتریکی (q) از رابطه ی $F = Eq$ به دست می آید، بنابراین داریم $\tan \alpha = \frac{Eq}{mg}$ حال این رابطه را برای دو حالت سؤال می نویسیم و برهم تقسیم می کنیم:

$$\left. \begin{array}{l} \tan \alpha_1 = \frac{E|q_1|}{mg} \\ \tan \alpha_2 = \frac{E|q_2|}{mg} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\tan \alpha_2}{\tan \alpha_1} = \frac{q_2}{q_1} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{q_2}{q_1} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

۱۱۷. گزینه ۴ برای محاسبه ی بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک ذره در نقطه ای به فاصله ی r از آن از رابطه ی $E = k \frac{q}{r^2}$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \quad \text{استفاده می کنیم، پس برای مقایسه داریم:}$$

از آن جا که در دو حالت بار تغییر نکرده، فقط به محاسبه ی فاصله ها و مقایسه ی آن ها می پردازیم:

$$\left. \begin{array}{l} \vec{r}_{AO} = (0-2)\vec{i} + (0-2)\vec{j} = -2\vec{i} - 2\vec{j} \\ \Rightarrow |\vec{r}_{AO}| = \sqrt{(0-2)^2 + (0-2)^2} = 2\sqrt{2}m \\ \vec{r}_{AB} = (8-2)\vec{i} + (-6-2)\vec{j} \Rightarrow \vec{r}_{AB} = 6\vec{i} - 8\vec{j} \Rightarrow |\vec{r}_{AB}| = 10m \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{EO}{EB} = \left(\frac{r_{AB}}{r_{AO}} \right)^2$$

$$= \left(\frac{10}{2\sqrt{2}} \right)^2 = \frac{100}{8} = 12,5$$

۱۱۸. گزینه ۴ باتوجه به شکل از آنجایی که بردار میدان برآیند در راستای محور y است (سوال گفته میدان برآیند عمود بر خط واصل است یعنی قائم است). بنابراین برآیند میدان های الکتریکی در راستای محور x برابر صفر است، در نتیجه داریم:

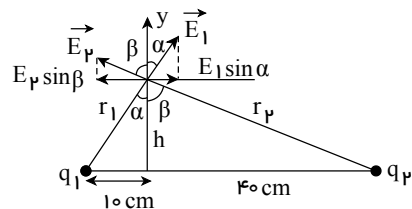
صفحه ۳۱

$$E_1 \sin \alpha = E_2 \sin \beta \xrightarrow{\text{مقابل}} \frac{kq_1}{r_1^2} \times \frac{10}{r_1} = \frac{kq_2}{r_2^2} \times \frac{40}{r_2}$$

$$\frac{q_2 = 2q_1}{r_1^3} = \frac{2q_1}{r_2^3} \times 4 \rightarrow \frac{r_2}{r_1} = 2 \rightarrow r_2 = 2r_1$$

$$\text{رابطه ی فیثاغورث} \begin{cases} h^2 + 10^2 = r_1^2 \\ h^2 + 40^2 = r_2^2 \end{cases} \rightarrow h^2 = h^2 \rightarrow r_1^2 - 10^2 = r_2^2 - 40^2 \rightarrow r_2^2 - r_1^2 = 1500$$

$$\frac{r_2 = 2r_1}{\rightarrow 3r_1^2 = 1500} \Rightarrow r_1 = 10\sqrt{5} \text{ cm}$$



۱۱۹. گزینه ۱ نکته: خطوط میدان الکتریکی یکنواخت موازی، مستقیم و با فاصله ی یکسان از یکدیگر هستند.

نکته: در یک میدان الکتریکی یکنواخت یا غیریکنواخت اگر در جهت خطوط میدان پیش روی کنیم، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می یابد.

با توجه به نکات بالا گزینه ۱ درست است.

۱۲۰. گزینه ۴

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q'} = \frac{(\lambda \vec{i} - 6 \vec{j}) \times 10^{-6}}{-2 \times 10^{-9}} = (-4 \vec{i} + 3 \vec{j}) \times 10^3 \frac{N}{C}$$

نکته: هرگاه مسائل را برداری حل می کنیم باید بار الکتریکی را با رعایت علامت آن در رابطه جای گذاری کنیم، چون بار منفی جهت بردار را قرینه می کند.

۱۲۱. گزینه ۱ میدان الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی هم نام روی خط واصل دو بار و در فاصله ی بین دو بار در خلاف جهت

یکدیگر می باشد، در این سوال چون با خنثی شدن بار q_1 جهت میدان در نقطه ی O عوض می شود بنابراین جهت میدان حاصل از دو

بار در نقطه ی O در خلاف جهت یکدیگر است لذا دو بار هم نام هستند و $\frac{q_1}{q_2} > 0$ است. از طرفی باتوجه به هم نام بودن بارها و عوض

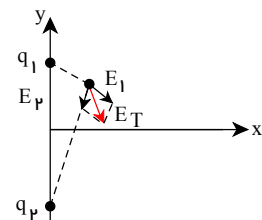
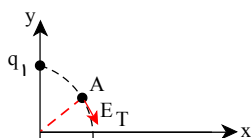
شدن جهت میدان الکتریکی در اثر خنثی شدن بار q_1 ، میدان برآیند و میدان حاصل از بار q_1 با یکدیگر هم جهت است (یعنی میدان E_1 بزرگ تر از E_2 بوده که با حذف E_1 ، میدان کل تغییر جهت داده). بنابراین $E_1 > E_2$.

$$E = \frac{kq}{r^2} \xrightarrow{r_1 = r_2} |q_1| > |q_2|$$

۱۲۲. گزینه ۱

روش اول: بردار میدان در هر نقطه مماس بر خطوط میدان و هم جهت با خطوط میدان است، پس خطوط میدان بین

q_1 و q_2 را رسم کرده و مماس بر آن در نقطه ی A را می کشیم:



روش دوم: با استفاده از قاعده برداری می توان نوشت:

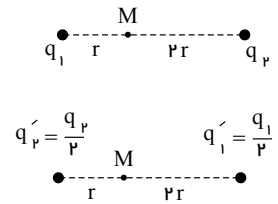
۱۲۳. گزینه ۲ بزرگی میدان الکتریکی برآیند روی خط واصل دوبار نقطه ای هم نام و در نقطه ای در نزدیکی بار کوچک تر که میدان

آن ها برابر و خلاف جهت یکدیگر است، صفر خواهد شد. بنابراین باتوجه به این که به سمت بار با مقدار کم تر حرکت کرده ایم، ابتدا به نقطه ای که میدان صفر است نزدیک و سپس از آن دور می شویم؛ پس میدان الکتریکی ابتدا کم می شود و سپس افزایش می یابد.

۱۲۴. گزینه ۴ ابتدا میدان برآیند در هر حالت را حساب می کنیم و از رابطه های به دست آمده می توانیم E_1 و E_2 را حساب

کنیم.

$$\text{حالت اول: } \left\{ \begin{array}{l} E_1 = \frac{kq_1}{r^2} \\ E_2 = \frac{kq_2}{r^2} \end{array} \right\} \Rightarrow \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E} \quad (I)$$



$$\text{حالت دوم: } \left\{ \begin{array}{l} \vec{E}'_1 = \frac{kq'_1}{r_1'^2} = \frac{k(\frac{q_1}{2})}{(2r)^2} = \frac{kq_1}{8r^2} = -\frac{1}{8} \vec{E}_1 \\ \vec{E}'_2 = \frac{kq'_2}{r_2'^2} = \frac{k(\frac{q_2}{2})}{r^2} = \frac{kq_2}{2r^2} \xrightarrow{E_2 = \frac{kq_2}{4r^2}} \vec{E}'_2 = -2 \vec{E}_2 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \text{میدان برآیند} \Rightarrow \frac{E}{2} = E'_1 + E'_2 = -\frac{1}{8} \vec{E}_1 - 2 \vec{E}_2 \quad (II)$$

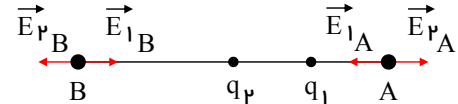
$$\xrightarrow{(II), (I)} \left\{ \begin{array}{l} -\frac{1}{8} \vec{E}_1 - 2 \vec{E}_2 = \frac{\vec{E}}{2} \\ \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E} \end{array} \right\} \Rightarrow \vec{E}_1 = \frac{4}{3} \vec{E}, \quad \vec{E}_2 = -\frac{1}{3} \vec{E}$$

حال از نسبت میدان ها نسبت بارها را به دست می آوریم:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{4}{3}E}{-\frac{1}{3}E} = 4 \Rightarrow \frac{k \frac{|q_1|}{r^2}}{k \frac{|q_2|}{4r^2}} = 4 \Rightarrow \frac{4|q_1|}{|q_2|} = 4 \Rightarrow \left| \frac{q_1}{q_2} \right| = 1 \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = 1$$

چون E_1 و E_2 در فاصله ی بین دو بار خلاف جهت هم هستند پس q_1 و q_2 هم نامند.
۱۲۵. گزینه ۴ ابتدا میدان های ناشی از دو بار را در نقاط A , B به دست می آوریم:

$$\begin{aligned} E_{1A} &= \frac{kq}{r^2} \\ E_{1B} &= \frac{kq}{9r^2} \\ E_{2A} &= \frac{k2q}{4r^2} = \frac{kq}{2r^2} \\ E_{2B} &= \frac{k2q}{4r^2} = \frac{kq}{2r^2} \end{aligned}$$



اکنون با توجه به جهت میدان ها در هر نقطه میدان را محاسبه می کنیم:

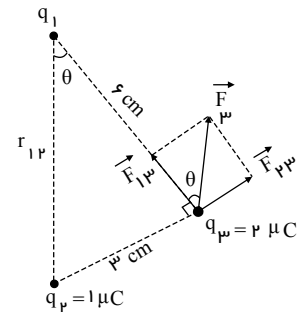
$$\begin{aligned} EA &= |E_{1A} - E_{2A}| = \left| \frac{kq}{r^2} - \frac{kq}{2r^2} \right| = \frac{kq}{2r^2} \\ EB &= |E_{1B} - E_{2B}| = \left| \frac{kq}{9r^2} - \frac{kq}{2r^2} \right| = \frac{7kq}{18r^2} \end{aligned}$$

بنابراین می توان گفت:

$$\frac{EB}{EA} = \frac{\frac{7kq}{18r^2}}{\frac{kq}{2r^2}} = \frac{14}{18} = \frac{7}{9}$$

۱۲۶. گزینه ۴ اگر نیروی \vec{F}_3 (برایند نیروهای وارد بر بار q_3) را مطابق شکل تجزیه کنیم، می توان نتیجه گرفت که بارهای q_1 و q_2 ناهم نامند (چون هردو q_3 را دفع کرده اند) و از قاعده جمع برداری می توان نوشت:

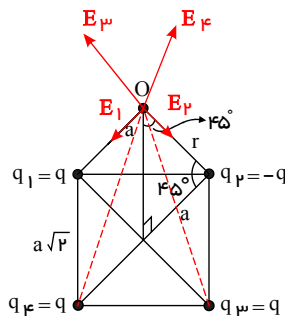
$$\left. \begin{aligned} F_{۲۳} &= F_{۳} \sin \theta \\ F_{۲۳} &= \frac{kq_۲q_۳}{r_{۲۳}^۲} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{kq_۲q_۳}{r_{۲۳}^۲} = F_{۳} \sin \theta \quad (1)$$



با محاسبه $r_{۱۲}$ داریم: $r_{۱۲} = \sqrt{۳^۲ + ۶^۲} = \sqrt{۴۵} = ۳\sqrt{۵}$

$$(1) \rightarrow \frac{۹ \times ۱۰^{-۹} \times ۱ \times ۲ \times ۱۰^{-۱۲}}{(۳ \times ۱۰^{-۲})^۲} = F_{۳} \times \frac{۳}{۳\sqrt{۵}} \Rightarrow ۲۰ = F_{۳} \times \frac{۱}{\sqrt{۵}} \Rightarrow F_{۳} = ۲۰\sqrt{۵} N$$

۱۲۷. **گزینه ۱** با توجه به علامت بارها ابتدا میدان الکتریکی حاصل از هر یک بارها را در نقطه O مطابق شکل‌های زیر رسم کرده، دو به دو برانید و در نهایت با توجه به هندسه موجود بزرگی میدان الکتریکی حاصل از چهار بار را در نقطه O حساب می‌کنیم.

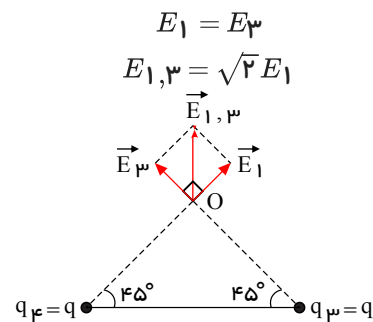


طول قطر مربع $= a\sqrt{۲} \times \sqrt{۲} = ۲a$

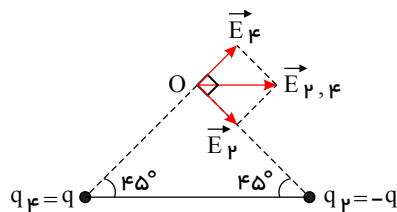
نصف قطر مربع $= \frac{۲a}{۲} = a$

فاصله O از چهار رأس مربع $\Rightarrow r = \sqrt{a^۲ + a^۲} = a\sqrt{۲}$

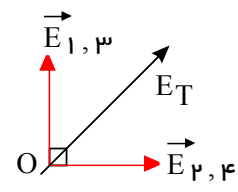
اکنون با رسم بردار میدان هر یک از بارها در نقطه O داریم:



$E_۴ = E_۲$
 $E_{۲,۴} = \sqrt{۲} E_۲$



$E_T = \sqrt{E_{۱,۳}^۲ + E_{۲,۴}^۲}$



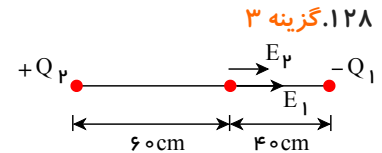
با توجه به این که $E_1 = E_۲ = E_۳ = E_۴ = \frac{kq}{r^۲} = \frac{kq}{(a\sqrt{۲})^۲} = \frac{kq}{۲a^۲}$ می‌باشد، داریم:

$$E_T = \sqrt{E_{۱,۳}^۲ + E_{۲,۴}^۲} = \sqrt{(\sqrt{۲} E_1)^۲ + (\sqrt{۲} E_1)^۲} = ۲E_1 = \frac{kq}{a^۲}$$

صفحه ۳۴

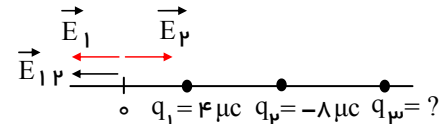
$$E = k \frac{q}{r^2} \rightarrow \begin{cases} E_1 = k \frac{Q_1}{(0,4)^2} \\ E_2 = k \frac{Q_2}{(0,6)^2} \end{cases} \rightarrow k \frac{Q_1}{(0,4)^2} = k \frac{Q_2}{(0,6)^2}$$

$$\rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \left(\frac{0,6}{0,4}\right)^2 = \frac{9}{4} = 2,25$$



گزینه ۲ ابتدا برآیند دو میدان E_1 و E_2 را حساب میکنیم و سپس میدان را طوری مشخص می کنیم که برآیند E_1 و E_2 را خنثی کند.

$$E = \frac{kq_1}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}} = 10^7 \frac{N}{C} \\ E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-6}}{144 \times 10^{-4}} = \frac{1}{2} \times 10^7 \frac{N}{C} \end{cases}$$



$$\Rightarrow E_{12} = E_1 - E_2 = \frac{1}{2} \times 10^7$$

بنابراین اگر بخواهیم میدان برآیند در نقطه $(x = 0)$ ، صفر شود باید E_3 خلاف جهت و برآیند برابر E_1 و E_2 باشد، پس q_3 نیز منفی است و اندازه‌ی آن از رابطه‌ی زیر بدست می آید:

$$E_{12} = E_3 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 10^7 = \frac{kq}{r^2} = \frac{1}{2} \times 10^7 = \frac{9 \times 10^9 \times q}{324 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow q = 18 \times 10^{-6} = 18 \mu C \xrightarrow{\text{با توجه به توضیحات بالا}} q = -18 \mu C$$

گزینه ۴ چون دو بار q_1 و q_2 هم علامت‌اند، نقطه‌ای که میدان الکتریکی ناشی از دو بار در آن صفر است، روی خط و اصل دو بار و بین دو بار قرار دارد:

در حالت اول، باتوجه به شکل، داریم:

$$E_1 = E_2 \rightarrow \frac{kq_1}{d_1^2} = \frac{kq_2}{(r-d_1)^2}$$

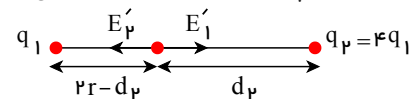
$$\rightarrow \frac{kq_1}{d_1^2} = \frac{k(4q_1)}{(r-d_1)^2} \rightarrow \frac{1}{d_1} = \frac{2}{r-d_1} \rightarrow 2d_1 = r-d_1$$

$$\rightarrow d_1 = \frac{r}{3}$$

در حالت دوم که فاصله‌ی بارها ۲ برابر می شود، می توان نوشت:

$$E'_1 = E'_2 \rightarrow \frac{kq_1}{(2r-d_2)^2} = \frac{kq_2}{d_2^2} \rightarrow \frac{kq_1}{(2r-d_2)^2} = \frac{k(4q_1)}{d_2^2}$$

$$\rightarrow d_2 = 4r - 2d_2 \rightarrow d_2 = \frac{4r}{3}$$



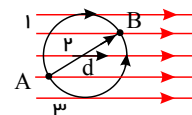
سؤال نسبت این دو مقدار را خواسته است، پس داریم:

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{\frac{4r}{3}}{\frac{r}{3}} \rightarrow \frac{d_2}{d_1} = 4$$

۱۳۱. گزینه ۳

نکته: تغییر انرژی پتانسیل مستقل از نوع مسیر است و فقط به بردار جابه‌جایی ربط دارد. یعنی در تمام حالات زیر داریم:

$$\Delta u_{AB} = -Edq \cos \theta$$



پس ابتدا با استفاده از محیط نیم دایره فاصله AB را بدست می‌آوریم:

$$\text{محیط نیم دایره} = \frac{1}{2}(2\pi r) = \pi r = 6\pi \Rightarrow r = 6m$$

$$AB = 2r = 2 \times 6 = 12m$$

$$\Delta U = -Edq \cos \theta = -Edq \cos 0^\circ = -2 \times 10^{-6} \times 1000 \times 12 \Rightarrow \Delta U = -24 \times 10^{-3} J$$

علامت منفی نشان دهنده ی این است که انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش یافته است، دقت کنید اگر بار الکتریکی مثبت در جهت خط های میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

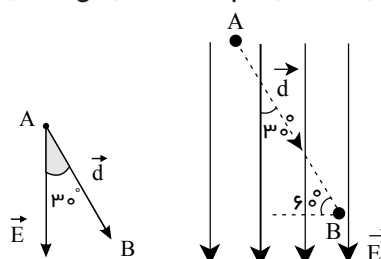
۱۳۲. گزینه ۳ با توجه به این که بار منفی در جهت خط‌های میدان الکتریکی حرکت کرده است (حرکت اجباری) می‌توان نتیجه

گرفت که انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش یافته است (رد گزینه های ۲ و ۴). برای محاسبه اندازه‌ی آن داریم:

$$\Delta u = -Eqd \cos \alpha$$

$$\Delta u = -10^{-3} \times (-2 \times 10^{-6}) \times 0.2 \times \cos 30^\circ$$

$$\Delta u = 20 \sqrt{3} \times 10^{-6} J = 20 \sqrt{3} \mu J$$

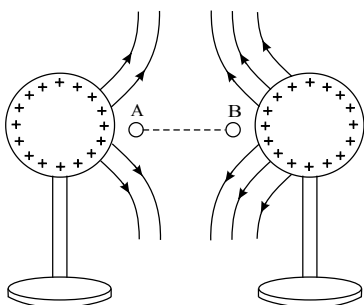


۱۳۳. گزینه ۴ (روش اول) خطوط میدان الکتریکی بین دو کره تقریباً به صورت زیر است.

باتوجه به شکل، با حرکت از A تا B ابتدا در جهت خطوط میدان حرکت کرده‌ایم، بنابراین طبق رابطه

$$\Delta UE = -|q| Ed \cos \theta$$

انرژی پتانسیل الکتریکی ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.



روش دوم) می‌دانیم اگر حرکت خودبخودی باشد $\Delta U < 0$ و اگر اجباری باشد $\Delta U > 0$ است. دور کردن الکترون از کره A ، اجباری است، پس انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد و در ادامه نزدیک کردن الکترون به کره B ، خودبخودی است، پس انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد.

۱۳۴. گزینه ۳ همواره با حرکت در جهت خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی نقاط میدان کاهش می‌یابد. در نتیجه:

$$VC > VB = VA$$

اگر ذره باردار عمود بر خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن تغییر نمی‌کند.

ذره باردار مثبت اگر خلاف جهت خطوط میدان جابه‌جا شود، یعنی خلاف جهت نیروی میدان جابه‌جا شده و انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد. بنابراین:

$$UC > UB = UA$$

۱۳۵. گزینه ۲ همان‌طور که می‌دانیم کار میدان از رابطه $WE = -\Delta U = -q\Delta V$ به دست می‌آید و همچنین طبق قضیه کار و

انرژی جنبشی می‌توان گفت:

صفحه ۳۶

$$W_E = \Delta K$$

$$W_E = -q\Delta V = \Delta K = \frac{1}{2}m(V_2^2 - V_1^2)$$

با ترکیب این دو رابطه:

اگر نقطه A را شروع حرکت در نظر بگیریم، سرعت آن در نقطه B برابر است با:

$$-q\Delta V = \frac{1}{2}m(V_B^2 - V_A^2) \xrightarrow{q=2 \times 10^{-6} C, m=1 mg=10^{-6} kg} -2 \times 10^{-6} \times 30 = \frac{1}{2} \times 10^{-6} \times (V_B^2 - 121)$$

$$\Rightarrow -120 = V_B^2 - 121 \Rightarrow |V_B| = 1 \frac{m}{s}$$

دقت کنید ذره به صفحه مثبت نمی‌رسد و به عنوان تمرین بیشتر خودتان بررسی کنید.

۱۳۶. گزینه ۳ تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی قرینه کار انجام شده توسط میدان الکتریکی بر ذره است.

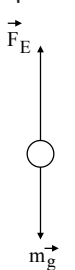
$$\Delta U = -W_E \xrightarrow{W_E = FEd \cos(\theta)} \Delta U = -FEd \cos(\theta) \xrightarrow{\cos(\theta) = \pm 1} FE = \frac{|\Delta U|}{d}$$

۱۳۷. گزینه ۲ در ابتدا ذره باردار را می‌یابیم. شرط تعادل این است که نیروی میدان الکتریکی وزن جسم را خنثی کند، بنابراین

$$FE = mg \xrightarrow{FE = E|q|} E|q| = mg$$

$$\rightarrow 10^4 \times |q| = 10 \times 10^{-3} \times 10 \rightarrow |q| = 10^{-5} C$$

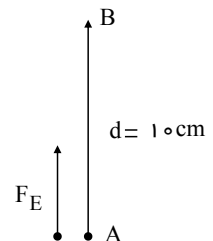
داریم:



نیروی میدان برای اینکه وزن را خنثی کند باید در جهت بالا باشد بنابراین چون در خلاف جهت میدان است بار باید منفی باشد.

$$\Delta U = -W_E = -|q|Ed \cos \theta$$

$$= -10^{-5} \times 10^4 \times 10 \times 10^{-2} \times \cos 0 = -0.1 J$$

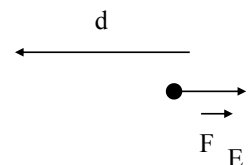


۱۳۸. گزینه ۱ از آنجایی که پروتون پرتاب می‌شود. تنها نیروی مؤثر وارد بر آن در مسیر حرکت، نیرویی است که از سوی میدان الکتریکی بکنواخت بر آن وارد می‌شود. قضیه کار-انرژی را از نقطه A تا توقف می‌نویسیم:

$$W_t = \Delta K \rightarrow W_E = 0 - \frac{1}{2}mV^2 \rightarrow |q|Ed \cos \theta = -\frac{1}{2}mV^2$$

$$\rightarrow 1.6 \times 10^{-19} \times 2000 \times d \times \cos 180^\circ = -\frac{1}{2} \times 1.6 \times 10^{-27} \times (10^5)^2$$

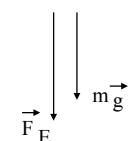
$$\rightarrow d = 0.25 m = 25 mm$$



۱۳۹. گزینه ۱

نیروی الکتریکی وارد بر بار منفی، خلاف جهت میدان الکتریکی (در این شکل رو به پایین) است.

در این شکل نیروی وزن نیز رو به پایین است. بنابر قضیه کار-انرژی جنبشی داریم:



$$W_t = \Delta K \rightarrow W_{mg} + W_E = K_2 - K_1$$

باتوجه به اینکه بادکنک از حال سکون رها شده است. انرژی جنبشی اولیه آن صفر است.

صفحه ۳۷

$$\rightarrow W_{mg} + W_E = K_2 - 0 \rightarrow mgd + E|q|d = \frac{1}{2}mV^2$$

$$0,008 \times 10 \times 1 + 8000 \times 500 \times 10^{-9} \times 1 = \frac{1}{2} \times 0,008 V^2 \rightarrow V = \sqrt{21} \frac{m}{s}$$

۱۴۰. گزینه ۳ نیروی وارد بر بار منفی، در خلاف جهت میدان الکتریکی در ابتدا (رو به بالا) و نیروی وزن نیز رو به پایین است. در نقطه B ذره متوقف می‌شود (انرژی جنبشی آن صفر است) فاصله AB را با استفاده از قضیه کار-انرژی جنبشی به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_E = K_2 - K_1$$

$$\Rightarrow W_{mg} + W_E = -K_1 \Rightarrow mgd \cos \alpha + E|q|d \cos \beta = -\frac{1}{2}mV_1^2$$

$$\Rightarrow 10^{-3} \times 10 \times d \times 1 + 5000 \times 3,2 \times 10^{-6} \times d \times (-1) = -\frac{1}{2} \times 10^{-3} \times 6$$

$$\Rightarrow 10^{-2}d - 1,6 \times 10^{-2}d = -\frac{1}{2} \times 10^{-3} \times 6 \Rightarrow d = 0,5m \Rightarrow \overline{AB} = 0,5m$$



در فاصله میان نقاط B و C که جهت میدان عوض می‌شود، بنا بر قضیه کار-انرژی جنبشی داریم:

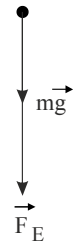
$$W_{mg} + W_E = K_2 - K_1 \Rightarrow mgd' \cos \alpha + E|q|d' \cos \alpha = \frac{1}{2}mV_2^2 - 0$$

$$\Rightarrow 10^{-3} \times 10 \times d' \times 1 + 5000 \times 3,2 \times 10^{-6} \times d' \times 1 = \frac{1}{2} \times 10^{-3} \times 52$$

$$10^{-2}d' + 1,6 \times 10^{-2}d' = \frac{1}{2} \times 10^{-3} \times 52 \Rightarrow d' = 1m \Rightarrow \overline{BC} = 1m$$

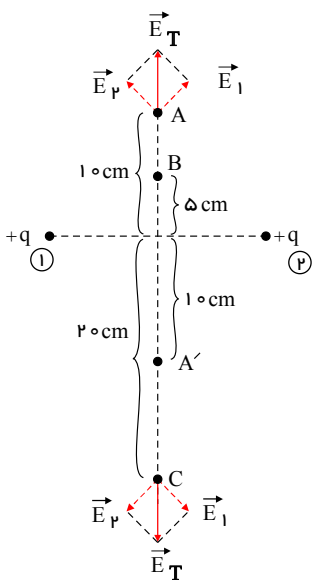
در نتیجه فاصله نقاط A و C برابر ۱,۵ متر می‌شود.

$$\overline{AC} = \overline{AB} + \overline{BC} = d + d' = 0,5 + 1 = 1,5m$$



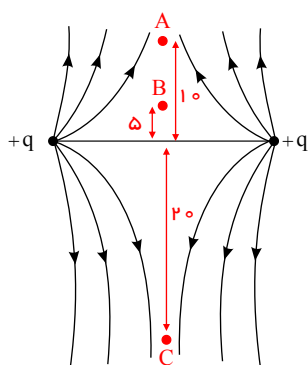
۱۴۱. گزینه ۴

روش اول: مطابق شکل، میدان الکتریکی برآیند روی عمود منصف خط واصل دو بار و بالای خط واصل دو بار به سمت بالا می‌باشد و میدان الکتریکی روی عمود منصف خط واصل دو بار و در پایین خط واصل دو بار به سمت پایین می‌باشد. در حرکت بار منفی از نقطه A تا نقطه B، در خلاف جهت خطوط میدان حرکت می‌کنیم و لذا انرژی پتانسیل الکتریکی بار منفی کاهش می‌یابد (حرکت خود به خودی) پس $UA > UB$. نقطه A و A' که به فاصله یکسانی از وسط خط واصل دو بار و در دو طرف آن قرار دارند هم پتانسیل می‌باشند (در واقع میدان دو نقطه A و A' به یک مقدار است ولی جهت آن‌ها فرق میکند).



یعنی $U_A = U_{A'}$ با حرکت از نقطه‌ی A' تا نقطه‌ی C بار منفی در جهت خطوط میدان حرکت می‌کند و لذا انرژی پتانسیل الکتریکی بار افزایش می‌یابد. ($U_A < U_C$)

روش دوم: اگر خطوط میدان اطراف دو ذره باردار مثبت و هم‌اندازه را رسم کنیم مطابق شکل زیر خواهد شد:



با حرکت از A تا B چون حرکت خودبه‌خودی است انرژی پتانسیل کاهش یافته و $u_B < u_A$ می‌شود. از طرفی در نقطه‌ی O چون میدان صفر است انرژی پتانسیل هم صفر است. و طبق رابطه $\Delta u = 0$ حال با حرکت از نقطه‌ی O به C چون بار منفی هم‌جهت میدان حرکت کرده حرکت اجباری بوده و پتانسیل زیاد می‌شود. بنابراین می‌شه نتیجه گرفت:

$$u_B, u_A < 0, u_C > 0 \Rightarrow u_B < u_A < u_C$$

۱۴۲. گزینه ۲ نکته: قضیه انرژی پتانسیل مستقل از نوع مسیر است مثلا برای جابه‌جایی از A به B و سپس به C می‌توان نوشت:

$$\Delta u_{A \rightarrow C} = \Delta u_{A \rightarrow B} + \Delta u_{B \rightarrow C}$$

نکته: می‌دانیم در هنگام جابه‌جایی بار الکتریکی q در یک میدان الکتریکی یکنواخت E تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی از رابطه

$$\Delta u = -Edq \cos \theta$$

(θ زاویه بین برداری \vec{E} و \vec{d} بار q با علامتش است)

اثبات:

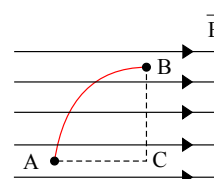
$$\Delta u = -w_{\text{میدان}} = -F_{\text{میدان}} d \cos \theta = -Eqd \cos \theta$$

حال برای جابه‌جایی از A به B مسیر را به دو قسمت A تا C و C تا B تقسیم می‌کنیم و داریم:

$$\Delta U_{AB} = \Delta U_{AC} + \Delta U_{BC}$$

$$\Delta U_{AB} = -Eqd \cos 0^\circ + (-Eqd \cos 90^\circ) = -Eqd$$

$$\Delta U_{AB} = -2 \times 10^4 \times 6 \times 10^{-6} \times 0.4 = -4.8 \times 10^{-2} \text{ J}$$



۱۴۳. گزینه ۳ واحد میدان الکتریکی طبق رابطه $E = \frac{E}{q}$ برابر است با: ($\frac{N}{C}$) و طبق رابطه $E = \frac{\Delta V}{d}$ برابر است با: ($\frac{V}{m}$)

۱۴۴. گزینه ۳ فشردگی خطوط میدان در نقطه‌ی B بیشتر از نقطه‌ی A است، در نتیجه میدان الکتریکی در نقطه‌ی B قوی‌تر از نقطه‌ی A است. از آنجایی که بار الکتریکی منفی در جهت خطوط میدان جابه‌جا شده است، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش یافته و در نتیجه کار میدان مقداری منفی است پس طبق قضیه کار - انرژی جنبشی و با توجه به اینکه فقط نیروی الکتریکی بر الکترون مؤثر است، تندی الکترون کاهش می‌یابد. با حرکت در جهت خطوط میدان پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد که در نتیجه پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A بیشتر از پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B است.

۱۴۵. گزینه ۲

چون هر دو نیروی وزن و الکتریکی رو به پایین به ذره وارد می‌شوند، پس ذره رو به پایین حرکت خواهد کرد. بنابر قضیه کار - انرژی جنبشی داریم:

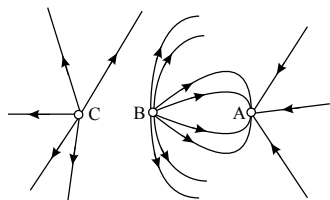
$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_E = K_2 - K_1$$

$$mgd \cos \alpha + E|q|d \cos \alpha = \frac{1}{2} mV^2 - 0$$

$$\Rightarrow 10^{-3} \times 10 \times 1 \times \cos 0^\circ + 10^3 \times (10 \times 10^{-6}) \times 1 \times \cos 0^\circ = \frac{1}{2} \times 10^{-3} \times V^2$$

$$V^2 = 40 \Rightarrow |V| = 2\sqrt{10} \frac{m}{s}$$

۱۴۶. گزینه ۲ باتوجه به شکل چون خطوط میدان الکتریکی به بار A وارد می‌شوند، پس بار A منفی است و چون خطوط میدان از بار B به بار A وارد می‌شود، بار B مثبت است. از طرفی با توجه بیشتر بودن تراکم خطوط میدان در اطراف بار B ، نتیجه می‌گیریم $|q_B| > |q_A|$ و باتوجه به انحراف خطوط میدان در اطراف بار B نتیجه می‌گیریم بار C نیز مثبت است و اندازه آن نیز از بار B بیشتر است. ($q_C > q_B$)



۱۴۷. گزینه ۳ طبق رابطه جریان متوسط داریم:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow 0,5 \times 10^{-3} = \frac{\Delta q}{24 \times 3600 s} \Rightarrow \Delta q = 432 \times 10^{-1} C$$

$$\Delta q = 432 \times 10^{-5} \mu C$$

از طرفی طبق رابطه $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{216}{432 \times 10^{-1}} = 5V$$

۱۴۸. گزینه ۲ روش اول) ابتدا بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه رسانا را محاسبه می‌کنیم:

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{V_+ - V_-}{d} = \frac{8 - (-8)}{4 \times 10^{-2}} = 400 \frac{V}{m}$$

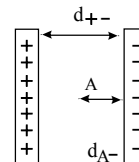
اکنون فاصله نقطه A از صفحه منفی را می‌توانیم حساب کنیم، برای این کار یک بار دیگر از رابطه $E = \frac{\Delta V}{d}$ استفاده می‌کنیم:

$$E = \frac{\Delta V'}{d'} = \frac{V_A - V_-}{d'} \Rightarrow 400 = \frac{-4 - (-8)}{d'}$$

$$\Rightarrow d' = 0,01 m = 1 cm$$

روش دوم) طبق رابطه $\Delta V = Ed$ ، تغییر اختلاف پتانسیل با فاصله دو نقطه رابطه مستقیم دارد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{+\Delta V_-}{A \Delta V_-} = \frac{d_{+-}}{d_{A-}} \Rightarrow \frac{-8 - (8)}{-8 - (-4)} = \frac{4 cm}{d} \Rightarrow d = 1 cm$$



۱۴۹. گزینه ۴ می‌دانیم با حرکت در جهت میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد، بنابراین $V_A < V_B$ است. از

طرفی هر جا تراکم (فشرده‌گی) خطوط میدان الکتریکی بیش‌تر باشد، اندازه‌ی میدان نیز بیش‌تر است. ($E_A > E_B$)

اگر بار مثبت را در خلاف جهت خط‌های میدان جابه‌جا کنیم، روی آن کار انجام داده و انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد

(حرکت اجباری) پس: $U_A < U_B$

۱۵۰. گزینه ۱ بنابر قرارداد، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری برابر با پتانسیل پایانه مثبت منهای پتانسیل پایانه منفی است.

اگر پتانسیل پایانه منفی را با V_- و پتانسیل پایانه مثبت را با V_+ نشان دهیم، داریم:

$$\Delta V = V_+ - V_- \Rightarrow 24 = V_+ - (-8) \Rightarrow V_+ = 16V$$

۱۵۱. گزینه ۳ باتوجه به رابطه‌ی تغییرات پتانسیل الکتریکی و تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار q داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

$$\Delta U = \Delta V \cdot q \xrightarrow{B \rightarrow A} \Delta U = (V_A - V_B) \cdot q$$

$$\Rightarrow \Delta U = (4,5 \times 10^3 - 2,7 \times 10^3) \times 2,5 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow \Delta U = 4,5 \times 10^{-3} J$$

یادمون باشد که کار میدان منفی تغییر انرژی پتانسیل، پس:

$$W_{\text{میدان}} = -\Delta U = -4,5 \times 10^{-3} J = -4,5 mJ$$

صفحه ۴۰

۱۵۲. گزینه ۴ اندازه اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه از میدان الکتریکی یکنواختی که خط واصل آن‌ها هم‌راستا با خط‌های میدان الکتریکی است، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = 800 \frac{N}{C} \rightarrow |\Delta V| = Ed \rightarrow |\Delta V| = 800 \times 25 \times 10^{-2} = 200V$$

$$d = 25cm = 25 \times 10^{-2}m$$

چون در جهت خطوط میدان جابه‌جا می‌شویم، لذا پتانسیل الکتریکی نقاط میدان کاهش می‌یابد، در نتیجه داریم:

$$V_1 = 150V$$

$$V_2 - V_1 = -200V \rightarrow V_2 - 150 = -200 \Rightarrow V_2 = -50V$$

۱۵۳. گزینه ۱

$$\left. \begin{aligned} \Delta U + \Delta K = 0 \rightarrow \Delta U = -\Delta K \\ \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow \Delta U = q\Delta V \end{aligned} \right\} \Rightarrow -\Delta U = q\Delta V$$

$$\rightarrow -\left(\frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2\right) = q\Delta V$$

$$\rightarrow -\left(\frac{1}{2} \times 0.2 \times 10^{-6} V^2 - 0\right) = 5 \times 10^{-6} \times (-5000) \rightarrow V^2 = 25000 \rightarrow |V| = 500 \frac{m}{s}$$

۱۵۴. گزینه ۱ خب از همون اول می‌دونیم که $\Delta U = -WE$ ، پس فقط گزینه ۱ یا ۲ می‌تونن درست باشن از طرفی هم با حرکت در جهت خط‌های میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد و با حرکت در خلاف جهت خط‌های میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی نقاط افزایش می‌یابد. چون الکترون از A تا نقطه‌ی B و در خلاف جهت خط‌های میدان الکتریکی جابجا شده است، پس پتانسیل الکتریکی نقاط افزایش یافته، یعنی $\Delta V > 0$ است. در نتیجه طبق رابطه‌ی $\Delta U = q\Delta V$ داریم:

$$\Delta U = q\Delta V \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} q < 0 \\ \Delta V > 0 \end{aligned} \right. \Rightarrow \Delta U < 0 \text{ یابد بار کاهش می‌یابد}$$

همانطور که در ابتدا گفتیم با توجه به رابطه‌ی $\Delta U = -WE$ می‌توان گفت:

$$\Delta U < 0 \rightarrow \Delta U = -WE \rightarrow WE > 0$$

یعنی کار میدان الکتریکی مثبت است.

۱۵۵. گزینه ۱ می‌دانیم وقتی حرکت تغییر جهت می‌دهد سرعت آن صفر می‌شود بنابراین v_B (سرعت)

طبق قضیه کار و انرژی تغییر جنبشی برابر است با منفی تغییر انرژی پتانسیل:

$$\Delta k = -\Delta u$$

$$\text{از طرفی هم طبق رابطه } \Delta V = \frac{\Delta u}{q} \text{ داریم}$$

$$\Delta k = -\Delta u = -q\Delta V$$

$$\text{انرژی جنبشی هم که برابر بود با } k = \frac{1}{2}mv^2 \text{، پس:}$$

$$\frac{1}{2}m v_B^2 - \frac{1}{2}m v_A^2 = -(-q)(\Delta V)$$

$$-\frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times 400^2 = -(-2 \times 10^{-3}) \times (V_B - 30)$$

$$-80 = V_A - 30 \rightarrow V_B = -50V$$

۱۵۶. گزینه ۲

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_2 - V_1 = \frac{\Delta U}{q}$$

$$10 - (-40) = \frac{\Delta U}{2 \times 10^{-6}} \Rightarrow \Delta U = 10^{-4} J$$

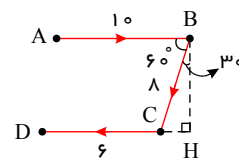
($\Delta u > 0$ است پس انرژی پتانسیل افزایش یافته) می‌دانیم که کار انجام شده روی بار الکتریکی از طرف میدان قرینه‌ی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن است. بنابراین:

$$W_E = -\Delta U = -10^{-4} J$$

صفحه ۴۱

گزینه ۲ ۱۵۷

$$CH = BC \sin 30^\circ = 8 \times \frac{1}{2} = 4 \text{ cm} \Rightarrow CH + CD = 4 + 6 = 10 \text{ cm} \Rightarrow AB = HD$$



از تساوی بالا نتیجه می شود که AD عمود بر خطوط میدان الکتریکی بوده پس نقاط A و D روی خط عمود بر میدان واقع اند بنابراین هم پتانسیل هستند.

$$V_A = V_D = 5V$$

۱۵۸. گزینه ۳ می دانیم تغییرات انرژی پتانسیل برابر منفی کار میدان است. پس ابتدا تغییرات پتانسیل الکتریکی را بدست می آوریم:

$$\begin{aligned} \Delta V &= \frac{\Delta U}{q} \\ \Rightarrow \Delta U &= \Delta V \cdot q \xrightarrow{B \rightarrow A} \Delta U_{AB} = (V_A - V_B)q \\ \Rightarrow \Delta U &= (4,5 \times 10^{-3} - 2,7 \times 10^{-3}) \times 2,5 \times 10^{-6} \\ \Rightarrow \Delta U &= 4,5 \times 10^{-3} \text{ J} = 4,5 \text{ mJ} \end{aligned}$$

بنابراین کار میدان برابر می شود با :

$$W_{\text{میدان}} = -\Delta u = -4,5 \text{ mJ}$$

۱۵۹. گزینه ۲ نکته: در یک میدان یکنواخت اختلاف پتانسیل از رابطه زیر بدست می آید:

$$\Delta V = -Ed \cos \theta$$

اگر جابه جایی در راستای میدان باشد ($\theta = 0^\circ$ یا $\theta = 180^\circ$) اندازه اختلاف پتانسیل از رابطه ساده شده زیر حساب می شود:

$$|\Delta V| = Ed$$

و همین طور برای میدان داریم:

$$E = \frac{|\Delta V|}{d}$$

مطابق شکل، نقطه های A و D هم پتانسیل اند. از طرف دیگر چون بین دو صفحه موازی باردار میدان الکتریکی یکنواخت تشکیل می شود. با استفاده از رابطه $E = \frac{\Delta V}{d}$ می توان نوشت:

$$E = \frac{V_A - V_B}{d} = \frac{V_D - V_C}{d} \quad \begin{matrix} V_B = 0, d = 16 \text{ cm}, V_D = V_A \\ V_A = 0, d_{DC} = 4 \text{ cm}, V_C = 60 \text{ V} \end{matrix} \rightarrow \frac{V_A - 0}{16} = \frac{V_A - 60}{4}$$

$$\Rightarrow 4V_A - 240 = V_A \Rightarrow 3V_A = 240 \Rightarrow V_A = 80 \text{ V}$$

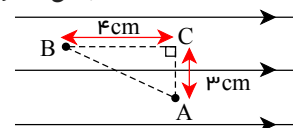
۱۶۰. گزینه ۲ روش اول: ابتدا ΔV را برای A تا C و سپس C تا B بدست آورده و با هم جمع می کنیم. اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از یک میدان الکتریکی یکنواخت، مستقل از بار الکتریکی جابجا شده است و از رابطه $\Delta V = -Ed \cos \alpha$ بدست می آید.

$$\text{در فاصله عمودی: } \Delta V_{AC} = -Ed \cos 90^\circ = 0$$

$$\text{در فاصله افقی: } \Delta V_{CB} = -Ed \cos 180^\circ = 5 \times 0,4 = 0,2 \text{ V}$$

$$\Delta V_{AB} = \Delta V_{AC} + \Delta V_{CB} = 0,2 \Rightarrow \Delta V_{AB} = 0,2$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = 0,2$$



روش دوم: این روش صرفاً جهت بکارگیری اضافه مغز شما نوشته شده و ارزش مطالعه ای زیادی ندارد!!

می توانیم بردار جابجایی از A تا B را رسم کنیم و ΔV را مستقیماً از A تا B حساب کنیم البته محاسبه $\cos \alpha$ کمی پیچیده می شد. دقت کن :

$$\Delta V = -Ed \cos \alpha$$

$$\left[\cos \alpha = \cos(\pi - \theta) = -\cos \theta = -\frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}} = -\frac{4}{5} \right]$$

$$\Delta V = -5 \times 0,5 \times \left(\frac{-4}{5} \right) = +0,2 \text{ V}$$

صفحه ۴۲

۱.۶۱. گزینه ۳ می دانیم رابطه ی تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار برابر با منفی کار میدان الکتریکی مطابق رابطه زیر است:
 $\Delta U = -W$ (۱)

مطابق رابطه ی تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \Delta V = \frac{-W}{q} \Rightarrow \begin{cases} \Delta V = \frac{-W_1}{2 \times 10^{-6}} \\ \Delta V = \frac{-W_2}{(-4) \times 10^{-6}} \end{cases} \Rightarrow \frac{-W_1}{2 \times 10^{-6}} = \frac{-W_2}{(-4) \times 10^{-6}} \rightarrow W_2 = -2W_1$$

از طرفی طبق گفته سوال $W_1 = W_2 + 0.6mJ$ ، بنابراین:

$$W_1 = -2W_2 + 0.6mJ \rightarrow 3W_2 = 0.6mJ \rightarrow W_2 = 0.2mJ, \quad W_1 = -0.4mJ$$

کافیست W_1 یا W_2 را در رابطه $\Delta V = \frac{W}{q}$ قرار دهیم:

$$\Delta V = \frac{-W_2}{q_2} = \frac{-0.4 \times 10^{-3}}{-4 \times 10^{-6}} \Rightarrow \Delta V = -100V$$

۱.۶۲. گزینه ۱

ابتدا طبق رابطه $\Delta V = \frac{\Delta u}{q}$ ، تغییر انرژی پتانسیل را بدست می آوریم: (راستی یادت باشه وقتی بخوای واحد انرژی الکترون ولت

(eV) باشه باید به جای q تعداد الکترون رو (با علامت) بزاری)

$$\Delta U = q\Delta V = 40 \times (-e) = -40eV$$

از طرفی طبق قضیه کار و انرژی تغییرات انرژی جنبشی برابر است با منفی تغییرات انرژی پتانسیل، پس:

$$\Delta k = -\Delta u \rightarrow \Delta k = +40eV \rightarrow k_2 - k_1 = +40eV \xrightarrow{k_1 = 0 \text{ ساکن}} k_2 = 40eV$$

۱.۶۳. گزینه ۲ با توجه به رابطه $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ ، می توان نوشت:

$$V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q} \Rightarrow V_B - 20 = \frac{(0.6 - 0.4) \times 10^{-3}}{-2 \times 10^{-6}} = -100 \Rightarrow V_B = -80V$$

تذکر: انرژی پتانسیل الکتریکی بار منفی q با حرکت از نقطه ی A تا B افزایش یافته است. بنابراین حرکت آن در جهت خطوط میدان بوده (چرا؟) و از طرفی با حرکت در جهت خطوط میدان پتانسیل کم میشود در نتیجه $V_B < V_A$ می باشد، پس گزینه های ۱ و ۴ نادرست هستند.

تذکر: یادت باشه در رابطه پتانسیل علامت بار q رو بزاری!!

۱.۶۴. گزینه ۱

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q}$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = \frac{8 \times 10^{-6} - (-4 \times 10^{-6})}{-40 \times 10^{-9}} = \frac{12 \times 10^{-6}}{-4 \times 10^{-8}} = -300$$

$$\Rightarrow V_A - V_B = 300V$$

تذکر: یادت باشه در رابطه پتانسیل علامت بار q رو بزاری!!

۱.۶۵. گزینه ۳ با قرار دادن بار مثبت در مرکز کره ی سمت راست، بارهای منفی به سمت آن حرکت می کنند (جذب می شوند) و بر

روی سطح (۱) تجمع می کنند، سطح (۲) نیز که الکترون از دست داده دارای بار مثبت می شود.

وقتی روی سطح (۳) بار مثبت قرار می گیرد، بار روی سطح خارجی (یعنی سطح (۴)) می رود و سطح (۳) بدون بار می ماند.

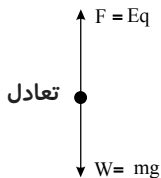
توجه کنیم که در کره ی سمت راست چون داخل اون بار قرار داده بودیم بار فقط در سطح خارجی نیست و بار به سطح داخلی بخاطر بار قرار گرفته در مرکز جذب پوسته داخلی شدند.

۱.۶۶. گزینه ۳ می دانیم که بار روی سطح خارجی رسانا (بیرونی ترین سطح) قرار می گیرد. حال با قرار گرفتن کره داخل جعبه همگی

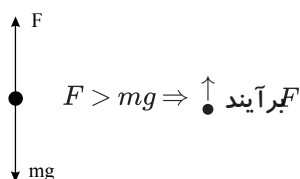
نقش یک جسم را دارند که بار فقط روی سطح خارجی توزیع می شود.

صفحه ۴۳

۱۶۷. گزینه ۲ می‌دانیم شرط تعادل صفر بودن نیروی برآیند است، در این سؤال به ذرهٔ باردار دو نیروی وزن (mg) و نیروی الکتریکی ($F = Eq$) خلاف جهت هم وارد می‌شود. و اندازهٔ این دو نیرو برای ایجاد تعادل با هم برابر است.



حال اگر فاصلهٔ دو صفحه کم شود، طبق رابطهٔ $\Delta V = Ed \rightarrow E = \frac{\Delta V}{d}$ ، از آنجا که اختلاف پتانسیل (ΔV) ثابت است با کاهش d ، مقدار E زیاد می‌شود. در نتیجه نیروی $F = Eq$ افزایش می‌یابد بنابراین دیگر نیروی وزن نیروی F را خنثی نکرده و برآیند نیروها رو به بالاست



در این صورت بار به سمت بالا حرکت می‌کند.

۱۶۸. گزینه ۳ وقتی گلوله با سطح مکعب تماس داده شود، هر دو (گلوله و مکعب) یک جسم رسانا خواهند شد؛ و با آن‌ها برابر مجموع جبری بارهای اولیهٔ آن‌ها است از طرفی می‌دانیم که بار تنها در سطح خارجی رسانا پخش می‌شود بنابراین بار گلوله که در داخل رسانا واقع است صفر خواهد شد و گلوله تمام بار خود را به سطح خارجی مکعب می‌دهد. بنابراین بار سطح خارجی مکعب برابر بار مجموع بار اولیهٔ خودش و بار گلوله خواهد شد. یعنی:

$$q = +6q + (-3q) = +3q$$

۱۶۹. گزینه ۲ چون خازن به مولد متصل است، پس اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت است.

با قرار دادن دی‌الکتریک بین صفحات خازن، ظرفیت آن افزایش می‌یابد، در نتیجه با توجه به رابطه‌های $Q = CV$ و $U = \frac{1}{2} CV^2$

، بار و انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن هر دو افزایش می‌یابد.

از طرفی چون فاصلهٔ دو صفحهٔ خازن ثابت است طبق رابطهٔ $E = \frac{V}{d}$ ، اندازهٔ میدان الکتریکی بین صفحات خازن ثابت می‌ماند.

۱۷۰. گزینه ۴ وقتی گلوله با سطح کره تماس می‌گیرد هر دو یک جسم می‌شوند و بار در جسم رسانا در بیرونی‌ترین سطح قرار می‌گیرد.

۱۷۱. گزینه ۱ در الکتریسیتهٔ ساکن، تراکم بارهای الکتریکی در نقاط تیز سطح جسم رسانای باردار از نقاط دیگر آن بیشتر است.

طبق شکل، نقطهٔ A در تیزترین قسمت سطح جسم رسانا قرار دارد.

۱۷۲. گزینه ۳ طبق رابطهٔ $C = \frac{\epsilon_0 kA}{d}$ با افزایش مساحت به اندازهٔ (یعنی اگر $A_1 = 100$ ، $A_2 = 125$ باشد)

$$C_2 = C_1 + 5 \quad \text{ظرفیت خازن افزایش می‌یابد پس:}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{A_2}{A_1} \rightarrow \frac{C_1 + 5}{C_1} = \frac{125}{100} = \frac{5}{4} \rightarrow 5C_1 = 4C_1 + 20 \rightarrow C_1 = 20$$

حال برای مقایسهٔ ظرفیت در دو حالت داریم.

۱۷۳. گزینه ۳

ابتدا نسبت ظرفیت را به دست می‌آوریم.

$$C = K\epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{d}{d'} \times \frac{K'}{K} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{d}{\frac{1}{3}d} \times \frac{2}{1} \Rightarrow C' = 4C$$

چون خازن از مولد جدا شده است مقدار q ثابت است و با ۴ برابر شدن ظرفیت ولتاژ $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود، دقت کنید:

صفحه ۴۴

$$q = q' \Rightarrow CV = C'V' \Rightarrow CV = 4CV' \Rightarrow V' = \frac{1}{4}V$$

حال طبق رابطه $E = \frac{V}{d}$ داریم:

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow \frac{E}{E'} = \frac{V}{V'} \times \frac{d'}{d} \Rightarrow \frac{E}{E'} = \frac{V}{\frac{1}{4}V} \times \frac{\frac{1}{2}d}{d} \Rightarrow E' = \frac{1}{2}E$$

۱۷۴. گزینه ۳ با توجه به رابطه‌ی ظرفیت خازن تخت، می‌توان نوشت:

$$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow[k_1=1, k_2=5]{d_2=3d_1} \frac{C_2}{C_1} = \frac{5}{1} \times \frac{d_1}{3d_1} = \frac{5}{3}$$

۱۷۵. گزینه ۳ در این حالت وقتی تماسی بین گلوله و پوسته‌ها وجود ندارد، بار هر یک از پوسته‌ها هم‌چنان صفر باقی می‌ماند. توجه کنیم به دلیل وجود گلوله بار در هر یک از پوسته‌ها $+5\mu C$ در سطح خارجی و بار $-5\mu C$ در سطح داخلی القا می‌شود اما در کل بار الکتریکی پوسته خنثی و صفر است.

۱۷۶. گزینه ۲ چون قطره بزرگ‌تر از به هم پیوستن ۸ قطره کوچک‌تر تشکیل شده است، پس حجم قطره بزرگ‌تر ۸ برابر حجم قطره کوچک‌تر است. و بار قطره بزرگ‌تر نیز ۸ برابر بار قطره کوچک‌تر است. ابتدا به کمک رابطه‌ی حجم کره نسبت به شعاع آن‌ها را حساب می‌کنیم:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{4}{3}\pi r_2^3}{\frac{4}{3}\pi r_1^3} \Rightarrow 8 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3 \Rightarrow 2 = \frac{r_2}{r_1} \Rightarrow r_2 = 2r_1$$

طبق تعریف چگالی سطح بار الکتریکی $\delta = \frac{q}{A}$ می‌توان نوشت:

$$\frac{\delta_2}{\delta_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{\delta_2}{\delta_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \frac{4\pi r_1^2}{4\pi r_2^2} \Rightarrow \frac{\delta_2}{\delta_1} = \frac{8q}{q} \times \left(\frac{r_1}{2r_1}\right)^2 = 2$$

۱۷۷. گزینه ۲

می‌بینیم که چون حجم ۸ برابر شده، شعاع ۲ برابر می‌شود و داریم:

$$V_2 = 8V_1 \Rightarrow \frac{4}{3}\pi r_2^3 = 8 \times \frac{4}{3}\pi r_1^3 \Rightarrow r_2 = 2r_1$$

$$\sigma = \frac{q}{4\pi r^2} \Rightarrow \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \left(\frac{r_1}{2r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1}{4}$$

۱۷۸. گزینه ۳ اگر در ابتدا فاصله‌ی بین صفحات خازن را d در نظر بگیریم داریم:

$$V = Ed \Rightarrow E = \frac{V}{d}$$

با جدا کردن خازن از مولد بار الکتریکی ذخیره شده در آن ثابت می‌ماند، مطابق رابطه‌ی ظرفیت خازن داریم:

$$q = q' = CV \quad (1)$$

$$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{k'}{k} \times \frac{d}{d'} \xrightarrow[k_1=1, d'=nd]{k'=k} \frac{C'}{C} = \frac{k}{n} \quad (2)$$

$$q = CV \Rightarrow \frac{q'}{q} = \frac{C'V'}{CV} \xrightarrow{(1),(2)} \frac{V'}{V} = \frac{n}{k}$$

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow \frac{E'}{E} = \frac{V'}{V} \times \frac{d}{d'} = \frac{n}{k} \times \frac{1}{n} = \frac{1}{k}$$

۱۷۹. گزینه ۱ اگر خازن تختی را پس از پر شدن از مولد جدا کنیم، با تغییر فاصله صفحات، بار الکتریکی خازن تغییر نمی‌کند و ثابت می‌ماند. با توجه به رابطه میدان الکتریکی بین صفحات خازن داریم:

صفحه ۴۵

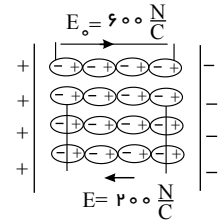
$$\begin{cases} E = \frac{V}{d} \\ V = \frac{q}{c} \end{cases} \Rightarrow E = \frac{q}{cd} \xrightarrow{c=k\epsilon_0 \frac{A}{d}} E = \frac{q}{k\epsilon_0 A}$$

رابطه فوق مستقیماً به فاصله صفحات (d) بستگی ندارد و از طرفی چون خازن پر شده از مولد جدا شده است و با تغییر فاصله صفحات، بار خازن تغییر نمی‌کند، پس میدان الکتریکی بین صفحات ثابت خواهد ماند.

۱۸۰. گزینه ۲ با جدا شدن خازن از باتری، بار q روی صفحات آن ثابت می‌ماند لذا داریم:

$$q_1 = q_2 \xrightarrow{q=CV} k_0 \epsilon_0 \frac{A}{d} \times (E_0 d) = k\epsilon_0 \frac{A}{d} \times (Ed)$$

$$k_0 E_0 = kE \Rightarrow 1 \times 600 = k \times (400) \Rightarrow k = 1.5$$



۱۸۱. گزینه ۱ با توجه به تغییر مشخصات ساختمانی خازن و با استفاده از رابطه $C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$ ، داریم:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow 1 = \frac{1.6}{1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{1.0 d_1} \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{1.0}{1.6}$$

چون صفحه‌ی خازن مستطیلی است، مساحت صفحات خازن با توان دوم ابعاد صفحات متناسب است. پس وقتی مساحت صفحات

$\frac{1.0}{1.6}$ برابر می‌شود که ابعاد صفحات آن $\frac{1.0}{4}$ یا $\frac{5}{2}$ برابر شود.

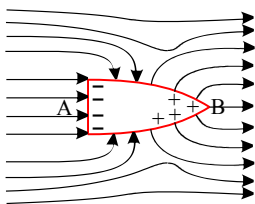
۱۸۲. گزینه ۲ ابتدا انرژی ذخیره شده در خازن را از رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ به دست می‌آوریم:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times (5 \times 10^3)^2 = 125 J$$

توان پالس جریان از رابطه $P = \frac{u}{t}$ به دست می‌آید.

$$P = \frac{u}{t} = \frac{125}{5 \times 10^{-3}} = 25000 W = 25 KW$$

۱۸۳. گزینه ۴



می‌دانیم در شرایطی تعادل الکتروستاتیک خطوط، میدان الکتریکی بر سطح رسانا عمود هستند. بنابراین خطوط میدان الکتریکی مطابق شکل تغییر می‌کنند. ضمناً چگالی بار الکتریکی در نقاط نوک تیز بیشتر است. بنابراین خطوط میدان در قسمت نوک تیز تراکم بیشتری دارند؛ پس میدان الکتریکی در نقطه‌ی B بیشتر از A است. از آنجایی که پتانسیل الکتریکی همواره در جهت میدان کاهش می‌یابد، پتانسیل A بیشتر از B خواهد بود.

۱۸۴. گزینه ۲

ابتدا واحد انرژی را از KWh به J تبدیل می‌کنیم.

$$U = 10^{-6} KW \cdot h = 10^{-6} \times 10^3 \times 3600 J = 3.6 J$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 3.6 = \frac{1}{2} C \times 10^6 \Rightarrow C = 7.2 \times 10^{-6} F = 7.2 \mu F$$

۱۸۵. گزینه ۳

نکته: اگر خازن از باتری جدا شود بار ذخیره شده در آن ثابت می‌ماند و هر تغییری از ظرفیت خازن باعث ایجاد همان تغییر بطور معکوس در ولتاژ خازن می‌شود.

در این قسمت با افزایش d طبق رابطه $\downarrow C = k\epsilon_0 \frac{A}{d \uparrow}$ ، C کم می‌شود و همین‌طور با ثابت بودن q در رابطه $C = \frac{q}{V}$ ، با کاهش

C ، ولتاژ زیاد می‌شود. ($\downarrow C = \frac{q}{V \uparrow}$)

۱۸۶. گزینه ۱ ابتدا طبق رابطه ظرفیت خازن با توجه به عوامل ساختمانی آن، داریم:

صفحه ۴۶

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad \kappa=1, \epsilon_0=9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

$$A=40 \text{ cm}^2=40 \times 10^{-4} \text{ m}^2, \quad d=1 \text{ mm}=10^{-3} \text{ m}$$

$$C = \frac{1 \times 9 \times 10^{-12} \times 40 \times 10^{-4}}{10^{-3}} = 36 \times 10^{-12} = 3,6 \times 10^{-11} \text{ F}$$

حال بار ذخیره شده در خازن برابر است با:

$$Q = CV \xrightarrow{C=3,6 \times 10^{-11} \text{ F}} Q = 3,6 \times 10^{-11} \times 600 = 2,16 \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$V=600 \text{ V}$$

۱۸۷. گزینه ۳ ظرفیت خازن از رابطه $c = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$ محاسبه می شود و طبق این رابطه ظرفیت خازن با ثابت دی الکتریک رابطه مستقیم دارد ($C \propto \kappa$). ثابت دی الکتریک هوا برابر یک و ثابت سایر دی الکتریک ها بیشتر از یک است، بنابراین با وارد کردن عایق دی الکتریک بین صفحات خازن، ظرفیت آن افزایش خواهد یافت. وقتی خازن پُر شده را از مولد جدا می کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در آن ثابت می ماند و برای ولتاژ خازن می توان نوشت:

$$V = \frac{Q}{C} \quad \begin{matrix} \text{ثابت } Q \\ \text{کاهش می یابد } V \\ \text{افزایش } C \end{matrix}$$

۱۸۸. گزینه ۳ در صورتی که باری که از باتری می گذرد و در خازن ذخیره می شود q_0 باشد، داریم:

$$\left. \begin{matrix} U_1 = q_0 V \\ U_2 = \frac{1}{2} q_0 V \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{2}$$

۱۸۹. گزینه ۱ ظرفیت اولیه این خازن برابر است با:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 1,8 = \frac{1}{2} C(4 \times 10^4) \Rightarrow C = \frac{1,8}{2 \times 10^4} = 9 \times 10^{-5} \text{ F} = 90 \mu\text{F}$$

اگر دی الکتریکی با ثابت $\kappa = 2$ را بین صفحات این خازن وارد کنیم، ظرفیت خازن ۲ برابر می شود و با توجه به این که ولتاژ دو سر خازن ثابت و برابر با 200 V است، بار جدید ذخیره شده در خازن برابر است با:

$$Q' = C'V \Rightarrow Q' = (2 \times 90) \times 200 = 36000 \mu\text{C} = 36 \text{ mC}$$

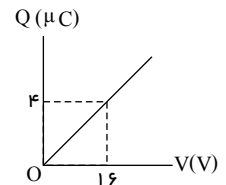
۱۹۰. گزینه ۴

$$\begin{cases} Q_1 = CV_1 \\ Q_2 = CV_2 \end{cases} \Rightarrow Q_2 - Q_1 = C(V_2 - V_1) \Rightarrow \Delta Q = C \Delta V \Rightarrow 10 = C \times (6 - 4) \Rightarrow C = 5 \mu\text{F}$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 6^2 = 90 \mu\text{J}$$

۱۹۱. گزینه ۴ می دانیم طبق رابطه $Q = CV$ ، شیب نمودار Q بر حسب V برابر با ظرفیت خازن است. بنابراین ابتدا با محاسبه شیب خط، ظرفیت خازن را به دست می آوریم:

$$C = \text{شیب خط} = \frac{\Delta Q}{\Delta V} = \frac{4-0}{16-0} \Rightarrow C = \frac{1}{4} \mu\text{F}$$



اکنون با استفاده از رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ ، انرژی ذخیره شده در خازن را حساب می کنیم:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \xrightarrow{C=\frac{1}{4} \mu\text{F}} U = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 1600 \Rightarrow U = 200 \mu\text{J}$$

$$V=40 \text{ V}$$

۱۹۲. گزینه ۴ وقتی خازن به باتری وصل باشد، اختلاف پتانسیل میان صفحه های آن ثابت می ماند، اما وقتی فاصله بین دو صفحه خازن

سه برابر شود، طبق رابطه $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ، ظرفیت خازن، $\frac{1}{3}$ برابر خواهد شد. بنابراین با دانستن تغییرات V و C به بررسی گزینه ها می پردازیم:

گزینه ۱: نادرست - چون V ثابت و C برابر شده است، طبق رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ ، انرژی خازن نیز، $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود.
گزینه ۲: نادرست - ظرفیت $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود.

گزینه ۳: نادرست - طبق رابطه $E = \frac{V}{d}$ ، چون V ثابت و d سه برابر شده است، بزرگی میدان الکتریکی، $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود.
گزینه ۴: درست - چون V ثابت و C برابر شده است، طبق رابطه $Q = CV$ ، بار الکتریکی نیز $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود.

۱۹۳. گزینه ۱ وقتی دی‌الکتریک بین صفحات خازن را برمی‌داریم، طبق رابطه $C = \kappa C_0$ ، ظرفیت آن $\frac{1}{5}$ حالت قبل می‌شود.

$$C_2 = \frac{1}{5} C_1 \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{1}{5} \frac{Q_1}{V_1} \xrightarrow{Q_1=Q_2} V_2 = 5V_1$$

$$E_1 = \frac{V}{d_1} \xrightarrow{d_2=d_1} E_2 = \frac{5V_1}{d_1} = 5E_1$$

۱۹۴. گزینه ۲ طبق نمودار داریم:

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow \begin{cases} CA = \frac{10}{3} \\ CB = \frac{10}{6} \end{cases} \Rightarrow CA = 2CB$$

یعنی ظرفیت خازن A ، ۲ برابر خازن B است.

برای یکسان شدن ظرفیت‌ها باید ظرفیت خازن $2B$ افزایش یابد (۲ برابر شود) یا باید ظرفیت خازن A کاهش یابد (نصف شود) که طبق رابطه $C = \frac{\epsilon_0 \kappa A}{d}$ ، تنها گزینه ۲ درست است

۱۹۵. گزینه ۴ طبق رابطه $C = \frac{\epsilon_0 \kappa A}{d}$ ، ظرفیت خازن با فاصله صفحات رابطه عکس ($C \propto \frac{1}{d}$) و با مساحت صفحات رابطه مستقیم دارد. ($C \propto A$)

با این توصیف تنها گزینه ۴ باعث می‌شد که ظرفیت خازن دو برابر بشه.

۱۹۶. گزینه ۳ وقتی خازنی از مولد جدا شود. بار صفحات آن ثابت خواهد ماند. از طرفی طبق رابطه $C = \frac{\epsilon_0 \kappa A}{d}$ با ۳ برابر کردن

$$\text{فاصله صفحات } (d_2 = 3d_1) \text{ ظرفیت خازن } \frac{1}{3} \text{ برابر می‌شه } (C_2 = \frac{1}{3} C_1)$$

حالا بریم سراغ گزینه‌ها:

گزینه ۱: ظرفیت $\frac{1}{3}$ می‌شه، اما میدان تغییر نمی‌کنه (چون: $E = \frac{V}{d}$) با $\frac{1}{3}$ شدن ظرفیت طبق رابطه ($C = \frac{q}{V}$)، ولتاژ $3(V)$ برابر می‌شه، پس هم d و هم $3V$ ، برابر می‌شن و E ثابت می‌مونه)

گزینه ۲: طبق رابطه $U = \frac{q^2}{2C}$ با $\frac{1}{3}$ برابر شدن ظرفیت، انرژی (U) ، ۳ برابر می‌شه

گزینه ۳: با توجه به توضیحات قبل، کاملاً درسته!

گزینه ۴: بار (q) و میدان (E) هر دو ثابت می‌مانند.

۱۹۷. گزینه ۲ ابتدا با توجه به تعداد یون‌ها (n) بار غشا را بدست می‌آوریم:

$$n = 6,9 \times 10^5 \times 1,6 \times 10^{-19} = 6,9 \times 1,6 \times 10^{-14} \text{ (c)}$$

از طرفی طبق رابطه $C = \frac{q}{V}$ و رابطه $C = \frac{\sum_0 kA}{d}$ داریم:

$$\frac{\sum_0 kA}{d} = \frac{q}{V} \rightarrow \frac{1,85 \times 10^{-12} \times 6 \times 10^{-6} \times 10^{-4}}{d} = \frac{6,9 \times 1,6 \times 10^{-14}}{85 \times 10^{-3}}$$

حال اگر اعداد رو به مرتبه بزرگی تبدیل کنیم خواهیم داشت:

صفحه ۴۸

$$\frac{10 \times 10^{-12} \times 10 \times 10^{-6} \times 10^{-4}}{d} = \frac{10 \times 1 \times 10^{-14}}{10^2 \times 10^{-3}} \Rightarrow d = 10^{-8} m = 10^{-6} cm$$

پس مرتبه بزرگی $10^{-6} cm$ است.

۱۹۸. گزینه ۳ طبق رابطه $c = \frac{\epsilon_0 k A}{d}$ داریم:

$$\frac{c_2}{c_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow{d_2=2d_1} \frac{12}{4} = \frac{k_2}{1} \times 1 \times \frac{1}{2} \Rightarrow k_2 = 6$$

۱۹۹. گزینه ۲ وقتی خازن به مولد وصل است، ولتاژ دو سر آن ثابت می‌ماند.

طبق رابطه ظرفیت خازن داریم:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \xrightarrow{A=A'} \frac{C'}{C} = \frac{\kappa'}{\kappa} \xrightarrow{\kappa'=3, \kappa=2} \frac{C'}{C} = \frac{3}{2} \quad (1)$$

$$Q = CV \xrightarrow{V \text{ ثابت}} \frac{Q'}{Q} = \frac{C'}{C} \xrightarrow{(1)} \frac{Q'}{Q} = \frac{3}{2}$$

حال طبق رابطه انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن داریم:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \xrightarrow{V=V'} \frac{U'}{U} = \frac{C'}{C} \xrightarrow{(1)} \frac{U'}{U} = \frac{3}{2}$$

۲۰۰. گزینه ۴ طبق رابطه زیر، اختلاف پتانسیل دو سر خازن ۱٫۲ برابر می‌شود.

$$V = Ed \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{E_2}{E_1} \times \frac{d_2}{d_1} \xrightarrow{E_2=1,5E_1, d_2=0,8d_1} \frac{V_2}{V_1} = 1,5 \times 0,8 = 1,2 \quad (1)$$

از طرفی، ولتاژ ۶ ولت افزایش پیدا کرده است. بنابراین:

$$V_2 - V_1 = 6 \xrightarrow{(1)} 1,2V_1 - V_1 = 6 \rightarrow 0,2V_1 = 6 \rightarrow V_1 = 30 (V) \xrightarrow{(1)} V_2 = 1,2V_1 = 36 (V)$$

طبق رابطه زیر، ظرفیت خازن در حالت جدید برابر است با:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{0,8d_1} \Rightarrow C_2 = 5 \mu F$$

$$Q_2 = C_2 V_2 \Rightarrow Q_2 = 5 \times 36 = 180 \mu C$$

۲۰۱. گزینه ۳ طبق رابطه ظرفیت خازن تخت داریم:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow{A_2=A_1, k_2=k_1} \frac{C_2}{C_1} = 1 \times 1 \times \frac{d_1}{\frac{d_1}{2}} = 2 \quad (1)$$

$$Q = CV \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{(1)} \frac{Q_2}{Q_1} = 2 \times 4 = 8 \quad (2)$$

طبق رابطه انرژی ذخیره شده در خازن داریم:

$$U = \frac{1}{2} QV \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{Q_2}{Q_1} \times \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{(2)} \frac{U_2}{U_1} = 8 \times 4 = 32$$

۲۰۲. گزینه ۳ در حالت اول دی‌الکتریک بین صفحات، هوا بوده و ضریب دی‌الکتریک آن برابر با ۱ می‌باشد. بنابراین مطابق رابطه زیر، با تغییر دی‌الکتریک، ظرفیت خازن ۳٫۵ برابر می‌شود.

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2 \epsilon_0 \frac{A}{d}}{k_1 \epsilon_0 \frac{A}{d}} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} = 3,5$$

با توجه به این که در هر دو حالت، خازن به یک باتری متصل است، ولتاژ دو سر خازن ثابت و برابر نیروی محرکه باتری می‌باشد.

حال مطابق رابطه زیر با مقایسه انرژی در دو حالت مشاهده می‌شود که انرژی خازن نیز ۳٫۵ برابر می‌شود.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{2} C_2 V^2}{\frac{1}{2} C_1 V^2} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} = 3,5$$

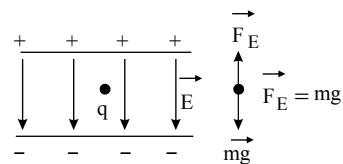
با توجه به رابطه زیر و با ثابت بودن اختلاف پتانسیل دو سر خازن و فاصله بین صفحات، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن تغییری نمی‌کند.

$$E = \frac{|\Delta V|}{d} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{\frac{|\Delta V_2|}{d_2}}{\frac{|\Delta V_1|}{d_1}} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = 1$$

۲۰۳. گزینه ۱ با توجه به اتصال پایانه های باتری صفحه ی بالا ی خازن مثبت و پایینی منفی است، بنابراین خطوط میدان از بالا به پایین رسم می شود از آن جایی که q در حالت تعادل قرار گرفته است، نیروی الکتریکی باید به سمت بالا باشد تا بتواند نیروی وزن را خنثی کند از طرفی رابطه ی $E = \frac{V}{d}$ ، با افزایش فاصله ی دو صفحه ی خازن و ثابت ماندن اختلاف پتانسیل بین دو صفحه، بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه ی خازن کاهش می یابد. سؤال به دنبال شتاب ذره است که طبق رابطه ی نیوتن شتاب به نیرو وابسته است یعنی:

$$\sum F = mg \rightarrow FE - mg = ma \rightarrow E|q| - mg = ma$$

$$a = \frac{E|q| - mg}{m} = \frac{E|q|}{m} - g$$



در ابتدا چون بار ساکن بوده $a = 0$ یعنی $\frac{E|q|}{m} = g$ ، حال با افزایش فاصله ی صفحات، میدان E کاهش پیدا کرده در نتیجه

$\frac{E|q|}{m} < g$ شده و شتاب برابر می شود با یک عدد منفی $a = \frac{E|q|}{m} - g$ که باعث می شود بار به سمت پایین شروع به حرکت کند.

البته می توانستیم ساده تر به قضیه نگاه کنیم. در حالت عادی ذره به سمت پایین سقوط می کند که الان میدان خازن بار را معلق نگه داشته حال واضح است که میدان ضعیف بشود ذره به سمت پایین حرکت می کند.