



# الکتريسيته ساكن

در اين فصل خواهيم خواند:

- ← درس اول: بار الكتريكي، پايسنگي و كوانتيده بودن بار الكتريكي
- ← درس دوم: قانون كولن، برهم نهي نيروهاي الكتروستاتيكي
- ← درس سوم: ميدان الكتريكي، ميدان الكتريكي حاصل از يك ذره باردار
- ← درس چهارم: انرژي پتانسيل الكتريكي، پتانسيل الكتريكي
- ← درس پنجم: ميدان الكتريكي در داخل رساناها، چگالي سطحي بار الكتريكي رسانا
- ← درس ششم: خازن، خازن با دي الكتريكي، انرژي خازن



هنگام تعمير سامانه‌هاي الكترونيكي اساس مثل برد كامپيوترها از دستبند الكتروستاتيک استفاده مي‌شود. سيم اين دستبند را به زمين متصل مي‌کنند تا الكتريسيته ساكن بدن را به طور دائم و تدريجي تفليه کند.



## درس اول: بار الکتریکی - پایستگی و کوانتیده بودن بار الکتریکی

### پرسش و تمرین

۱. درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را مشخص کنید.

- |   |                          |      |                          |        |
|---|--------------------------|------|--------------------------|--------|
| الف. هنگام باردار کردن اجسام، گاهی پروتون‌ها بین دو جسم جابه‌جا می‌شوند.            | <input type="checkbox"/> | درست | <input type="checkbox"/> | نادرست |
| ب. به روش القا می‌توان در اجسام رسانا بار الکتریکی ایجاد کرد.                       | <input type="checkbox"/> |      | <input type="checkbox"/> |        |
| پ. در جدول سری الکتروسیستهٔ مالشی، مواد پایین جدول خاصیت الکترون‌خواهی کمتری دارند. | <input type="checkbox"/> |      | <input type="checkbox"/> |        |
| ت. اجسام با بارهای الکتریکی ناهمنام به یکدیگر نیروی جاذبه وارد می‌کنند.             | <input type="checkbox"/> |      | <input type="checkbox"/> |        |

۲. طبق اصل پایستگی بار درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را مشخص کنید.

- |  |                          |      |                          |        |
|--|--------------------------|------|--------------------------|--------|
| الف. بار الکتریکی منتقل نمی‌شود.                       | <input type="checkbox"/> | درست | <input type="checkbox"/> | نادرست |
| ب. مقدار کل بار الکتریکی یک جسم هیچ وقت تغییر نمی‌کند. | <input type="checkbox"/> |      | <input type="checkbox"/> |        |
| پ. بار الکتریکی تولید نمی‌شود و از بین هم نمی‌رود.     | <input type="checkbox"/> |      | <input type="checkbox"/> |        |
| ت. مقدار بار الکتریکی یک الکترون مقداری ثابت است.      | <input type="checkbox"/> |      | <input type="checkbox"/> |        |

۳. درستی و نادرستی عبارتهای زیر را طبق تعریف «خنثی‌بودن جسم از نظر الکتریکی» تعیین کنید.

- |   |                          |      |                          |        |
|---|--------------------------|------|--------------------------|--------|
| الف. بار الکتریکی در جسم وجود ندارد.        | <input type="checkbox"/> | درست | <input type="checkbox"/> | نادرست |
| ب. جمع جبری بارهای مثبت و منفی جسم صفر است. | <input type="checkbox"/> |      | <input type="checkbox"/> |        |
| پ. بار منفی درون جسم وجود ندارد.            | <input type="checkbox"/> |      | <input type="checkbox"/> |        |
| ت. بار مثبت درون جسم صفر است.               | <input type="checkbox"/> |      | <input type="checkbox"/> |        |

۴. جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

- الف. اگر بار خالص جسمی \_\_\_\_\_ باشد، یعنی جسم الکترون از دست داده است.
- ب. انتقال بار میان دو جسم، در نتیجهٔ انتقال \_\_\_\_\_ است.
- پ. یکای SI بار الکتریکی، \_\_\_\_\_ است که یک واحد فرعی است.
- ت. مقدار بار الکتریکی ایجادشده در یک جسم همواره مضرب درستی از \_\_\_\_\_ است.

۵. الف. منظور از کوانتیده‌بودن یک کمیت چیست؟

ب. کدام یک از موارد زیر کوانتیده هستند؟ (زیر آن خط بکشید).

(جرم آب - پول - طول پارچه - دانش آموز)

۶. از الکتروسکوپ در کدام یک از موارد زیر استفاده نمی‌شود؟

- الف. تعیین نوع بار الکتریکی به مقدار کم
- ب. تشخیص بارداربودن اجسام
- پ. تعیین رسانا یا نارسانا بودن جسم
- ت. ایجاد بار الکتریکی در اجسام رسانا



#### نکته

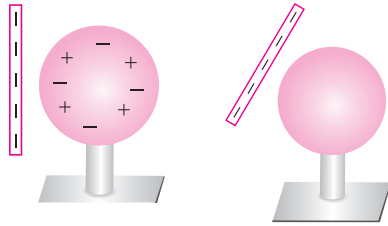


یک هشار سیمی عایق‌بندی‌شده در برف باردار می‌شود، زیرا هنگام حرکت ذرات برف در هوا به علت مالش، ذرات برف باردار می‌شوند و در برف‌فورد این ذرات به هشار سیمی بار فود را از دست می‌دهند.

#### تعریف



بار الکتریکی، خاصیت ذاتی ذرات جسم است و الکترون‌ها بار منفی و پروتون‌ها بار مثبت دارند.



۷. در شکل روبه‌رو یک کره رسانا روی پایه عایقی قرار دارد. اگر میله نارسانای بارداری را به آن نزدیک کنیم، چه تغییری در آرایش بارهای کره ایجاد می‌شود؟



۸. اگر یک بادکنک را با پارچه پشمی مالش دهیم، در هر دوی آن‌ها بار الکتریکی به یک اندازه و با علامت مخالف ایجاد می‌شود.

الف. چرا نوع بار الکتریکی دو جسم پس از مالش و برداشتن مخالف یکدیگر است؟

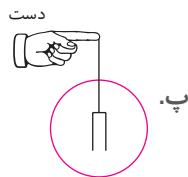
ب. چرا مقدار بار الکتریکی دو جسم با هم برابر است؟

پ. مرتبه بار ایجادشده در دو جسم چقدر است؟

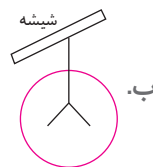


۹. در شکل مقابل، شانه پلاستیکی بردارنده‌ای را به خرده‌های کاغذ نزدیک می‌کنیم. چرا خرده‌های کاغذ جذب شانه می‌شوند؟ (توجه کنید که خرده‌های کاغذ دارای بار الکتریکی خالص نیستند.)

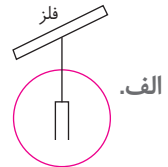
۱۰. در شکل‌های زیر، ابتدا هر سه الکتروسکوپ بردار بوده‌اند. دریافت خود را از قسمت‌های مختلف شکل بنویسید.



پ.



ب.

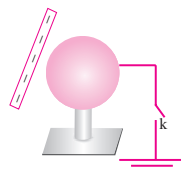


الف.

### تعریف

اگر اختلاف تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های یک جسم  $n$  باشد، بار الکتریکی جسم برابر است با  $q = \pm ne$ ، که  $e$  بار الکتریکی الکترون است.

۱۱. میله‌ای با بار منفی را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ بارداری نزدیک می‌کنیم. ابتدا فاصله ورقه‌ها کاهش یافته و سپس دوباره از هم دور می‌شوند. این اتفاق را چگونه توجیه می‌کنید؟

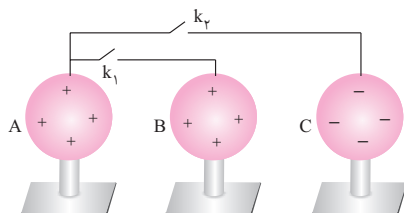


۱۲. میله بارداری را به کره رسانای بدون باری نزدیک می‌کنیم. اگر مطابق شکل روبه‌رو در یک لحظه کلید  $k$  را بسته و باز کنیم،  $3/2 nC$  بار الکتریکی جابه‌جا می‌شود. الف. نوع و مقدار بار کره را محاسبه کنید.

ب. چه تعداد الکترون به زمین منتقل شده و یا از زمین به کره منتقل شده است؟



۱۳. سه کره رسانای مشابه A، B و C مطابق شکل زیر روی پایه‌های عایقی قرار دارند.



الف. اگر کلید  $k_1$  بسته شود، چه تغییری در بار هر یک از کره‌ها ایجاد می‌شود؟

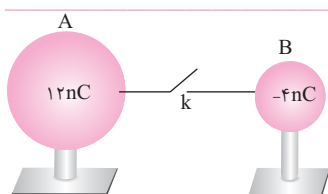
ب. اگر کلید  $k_1$  را باز و کلید  $k_2$  را ببندیم، نوع و مقدار بار هر کره را تعیین کنید.

### نکته



هنگام انتقال بار الکتریکی از یک جسم به جسم دیگر، الکترون‌ها جابه‌جا می‌شوند.

۱۴. در شکل روبه‌رو دو کره رسانا روی پایه عایق قرار گرفته‌اند.



با بسته شدن کلید k:

الف. اگر شعاع دو کره A و B برابر باشد، چه مقدار بار الکتریکی از کره B به کره A منتقل می‌شود؟

ب. اگر شعاع کره A، ۲ برابر شعاع کره B باشد، بار کره A پس از بسته شدن کلید k چقدر است؟

### نکته



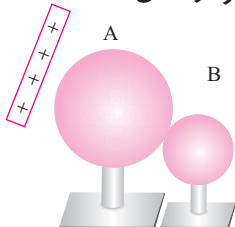
وقتی دو کره رسانا را به هم متصل می‌کنیم، بار الکتریکی به نسبت شعاع کره‌ها بین آن‌ها تقسیم می‌شود:

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{r_2}{r_1}$$

## پرسش‌های چهار گزینه‌ای



۱. در شکل زیر، بار القاشده در کره رسانای B ——— بار القاشده در کره رسانای A است.



(۱) کمتر از

(۲) بیشتر از

(۳) همانم

(۴) برابر

۲. اجسام رسانا را به روش ——— و اجسام نارسانا را به روش ——— می‌توان باردار کرد.

(۱) القا یا تماس - مالش

(۲) تماس - مالش و القا

(۳) مالش - القا

(۴) القا یا تماس - مالش یا تماس

۳. یک میله مسی را با یک پارچه پشمی مالش می‌دهیم. بار الکتریکی میله ——— .

(۱) افزایش می‌یابد.

(۲) کاهش می‌یابد.

(۳) بسته به شرایط تغییر می‌کند.

(۴) تغییر نمی‌کند.

۴. برای آن‌که در یک جسم یک کولن بار الکتریکی منفی ایجاد شود، باید ——— .

(۱)  $1.25 \times 10^{16}$  الکترون به جسم داده شود.

(۲)  $6.25 \times 10^{16}$  پروتون از جسم گرفته شود.

(۳)  $6.25 \times 10^{16}$  الکترون به جسم داده شود.

(۴)  $1.25 \times 10^{16}$  پروتون از جسم گرفته شود.



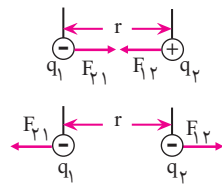
۵. عدد اتمی عنصری  $30$  است. این اتم در حالت عادی به ترتیب چند کولن بار مثبت و چند کولن بار خالص دارد؟

- (۱)   $4/8 \times 10^{-17}$ ، صفر  
 (۲)   $4/8 \times 10^{-18}$ ،  $10^{-1}$   
 (۳)   $4/8 \times 10^{-18}$ ، صفر  
 (۴)   $4/8 \times 10^{-19}$ ،  $10^{-1}$

## درس دوم: قانون کولن، برهم نهی نیروهای الکتروستاتیکی

### پرسش و تمرین

۱. جاهای خالی را با عبارتهای مناسب پر کنید.



الف. با توجه به قانون کولن اندازه نیرویی که دو بار نقطه‌ای بر هم وارد

می‌کنند، با \_\_\_\_\_ متناسب و با \_\_\_\_\_ نسبت وارون دارد.

ب. اندازه نیرویی که بار الکتریکی بزرگ‌تر بر بار الکتریکی کوچک‌تر وارد

می‌کند، \_\_\_\_\_ نیرویی است که بار کوچک‌تر بر بار بزرگ‌تر وارد می‌کند.

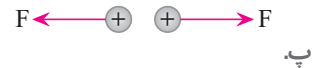
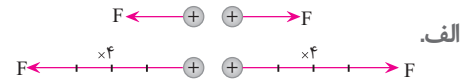
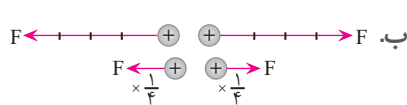
پ. اگر مقدار یکی از بارهای الکتریکی  $3$  برابر شود، اندازه نیروی الکتریکی بین آنها \_\_\_\_\_ برابر می‌شود.

ت. اگر فاصله بین بارهای الکتریکی \_\_\_\_\_ برابر شود، نیروی الکتریکی بین آنها  $25$  برابر می‌شود.

۲. شکل‌های زیر سه وضعیت از نحوه قرار گرفتن دو جفت کره یکسان را نشان می‌دهد که پس از

باردار شدن، نیروهای وارد بر آنها رسم شده است. از مقایسه هر دو جفت در هر حالت چه نتیجه‌ای

می‌توان گرفت؟



۳. دو کره رسانای بسیار کوچک که در ابتدا خنثی هستند، به فاصله  $0.5$  متر از یکدیگر قرار

گرفته‌اند. اگر تعداد  $3 \times 10^{13}$  الکترون از یک کره به کره دیگر منتقل شود:

الف. اندازه نیروی وارد بر هر کره چقدر است؟

ب. این نیرو جاذبه است یا دافعه؟ چرا؟

#### تعریف

نیروی الکتریکی میان دو بار نقطه‌ای در راستای خط واصل میان آن دو است.

#### نکته

اگر دو بار نقطه‌ای در محیطی غیر از فلاء باشند، نیروی الکتریکی میان آنها کوچک‌تر از زمانی است که دو بار در فلاء قرار گیرند.

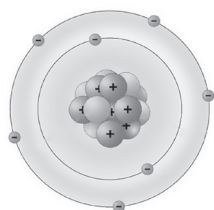
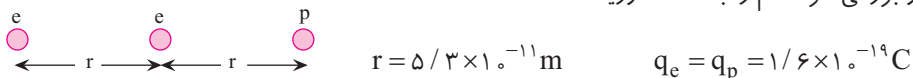


۴. دو الکترون و یک پروتون مطابق شکل زیر روی یک محور قرار گرفته‌اند.

الف. نیروی وارد بر پروتون از طرف هر یک از الکترون‌ها را رسم کنید.

ب. نیروی وارد بر الکترون سمت چپ را که از طرف الکترون دیگر و پروتون وارد می‌شود رسم کنید

و بزرگی هر کدام را به دست آورید.



۵. فاصله دو پروتون در هسته اتم آهن  $2 \times 10^{-15} \text{ m}$  است.

الف. اندازه نیروی الکتریکی میان آن‌ها را به دست آورید.

ب. توضیح دهید چرا با وجود این نیرو هسته پایدار می‌ماند.

۶. مطابق شکل، بارهای نقطه‌ای  $q_1 = 2 \mu\text{C}$  و  $q_2 = \mu\text{C}$  در فاصله  $4 \text{ cm}$  از یکدیگر قرار گرفته‌اند.

اگر بار نقطه‌ای  $q_3$  را در نقطه A قرار دهیم، در هر یک از حالت‌های زیر نیروی خالص وارد بر

بار  $q_3$  را محاسبه کنید.



الف.  $q_3 = 4 \text{ nC}$

ب.  $q_3 = -4 \text{ nC}$

۷. دو بار  $q_1 = 4 \text{ nC}$  و  $q_2 = 9 \text{ nC}$  در فاصله  $10 \text{ cm}$  از یکدیگر قرار گرفته‌اند.

الف. اگر بار  $q_3 = 10 \text{ nC}$  در نقطه A قرار گیرد، نیروی

خالص وارد بر آن را محاسبه کنید.



ب. آیا جواب قسمت قبل به اندازه و علامت بار  $q_3$  بستگی دارد؟

۸. در شکل زیر بارهای نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  در محل خود ثابت شده‌اند. اگر بار نقطه‌ای  $q_3$  را در نقطه A

قرار دهیم، ساکن می‌ماند. علامت و اندازه بار  $q_1$  را تعیین کنید.



### نکته



نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای به علامت بارها بستگی ندارد.

### نکته



اگر بار نقطه‌ای دلخواه  $q_3$  روی خط واصل میان دو بار نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  ساکن بماند،

$$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \left(\frac{x}{r \pm x}\right)^2$$

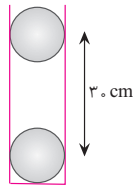
فاصله دو بار  $r$   
 دو بار همنام  $\rightarrow$   $r \pm x$   
 دو بار ناهمنام  $\rightarrow$   $r \mp x$

$r$ : فاصله میان  $q_1$  و  $q_2$

$x$ : فاصله تا بار کوچک‌تر  $|q_1| < |q_2|$



۹. بارهای نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  در فاصله  $20\text{ cm}$  از یکدیگر قرار گرفته‌اند. بار نقطه‌ای  $q_3$  را در چه فاصله‌ای از بار  $q_1$  قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود؟  $q_1 = 1\mu\text{C}$  و  $q_2 = 16\mu\text{C}$

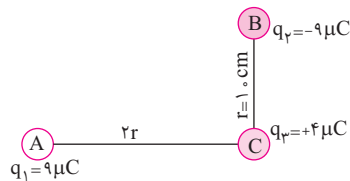


۱۰. دو گلوله کوچک و رسانای هم‌اندازه با بارهای یکسان و به جرم  $10\text{ g}$  را در یک لوله شیشه‌ای رها می‌کنیم. در حالت تعادل گلوله‌ها به فاصله  $30\text{ cm}$  از یکدیگر قرار می‌گیرند.  
الف. بار هر یک از گلوله‌ها را تعیین کنید.

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

ب. در حالتی که مجموع بار دو گلوله ثابت بماند، اگر بار یکی از گلوله‌ها سه برابر دیگری شود، آیا در اندازه فاصله میان دو گلوله تغییری ایجاد می‌شود؟ محاسبه کنید و نتیجه خود را بنویسید.

۱۱. در شکل روبه‌رو بارهای نقطه‌ای  $q_1$ ،  $q_2$  و  $q_3$  در نقاط A، B و C قرار داده شده‌اند.

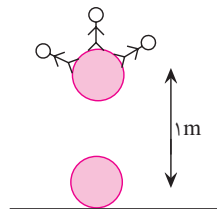


الف. نیروی الکتریکی را که از طرف بار  $q_1$  بر بار  $q_3$  وارد می‌شود، رسم و بزرگی آن را تعیین کنید.

ب. نیروی الکتریکی را که از طرف بار  $q_2$  بر بار  $q_3$  وارد می‌شود، رسم کرده و اندازه آن را به دست آورید.

پ. نیروی خالص (برآیند) وارد بر بار  $q_3$  را رسم کرده و بزرگی آن را برحسب بردارهای یکه بنویسید.

۱۲. مطابق شکل زیر، دو کره رسانای بزرگ در فاصله  $1$  متری از هم قرار گرفته‌اند و به هر کدام از آن‌ها باری معادل  $+1\text{C}$  داده‌ایم. برای این که کره بالایی در همان فاصله  $1$  متری باقی بماند، چه تعداد انسان  $100$  کیلوگرمی روی آن قرار دهیم؟ (از وزن خود کره‌ها صرف نظر کنید.)



$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, \quad k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$$



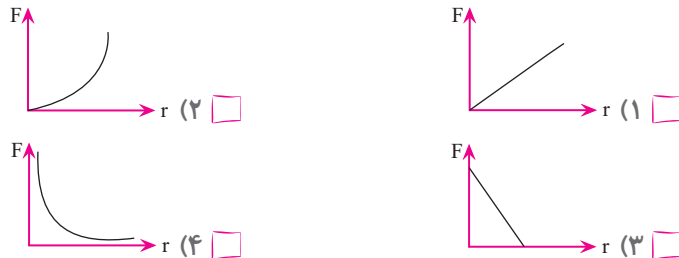
## پرسش‌های چهارگزینه‌ای



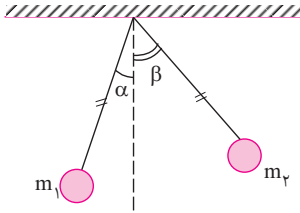
۱. دو کره کوچک به فاصله  $20\text{ cm}$  از یکدیگر، دارای بارهای مساوی و منفی‌اند. اگر اندازه نیروی رانشی بین آن‌ها  $36 \times 10^{-7}\text{ N}$  باشد، روی هر کره چند الکترون اضافی وجود دارد؟

- (۱)  $2/5 \times 10^{+10}$   (۲)  $25 \times 10^{+10}$    
 (۳)  $4 \times 10^{+6}$   (۴)  $4 \times 10^{+9}$

۲. کدام نمودار تغییرات اندازه نیروی الکتریکی میان دو بار نقطه‌ای بر حسب تغییر فاصله میان آن‌ها را درست نشان می‌دهد؟



۳. دو کره رسانای کوچک به جرم‌های  $m_1$  و  $m_2$  را با نخ‌های نایلونی مطابق شکل آویزان می‌کنیم. اگر بارهای  $q_1$  و  $q_2$  به ترتیب بار روی کره‌های  $m_1$  و  $m_2$  باشند، کدام یک از نتایج زیر درست است؟ ( $\alpha < \beta$ )



- (۱)  بار  $q_2$  از بار  $q_1$  کوچک‌تر است.  
 (۲)  نیروی وارد بر بار  $q_1$  از نیروی وارد بر بار  $q_2$  کوچک‌تر است.  
 (۳)  بار  $q_2$  از بار  $q_1$  بزرگ‌تر است.  
 (۴)  نیروی وارد بر  $m_1$  با نیروی وارد بر  $m_2$  برابر است.

۴. دو کره رسانای یکسان دارای بار الکتریکی  $10^{-4}\text{ C}$  و  $10^{-5}\text{ C}$  هستند و در فاصله ۳ متری به یکدیگر نیروی یک نیوتن وارد می‌کنند. اگر دو کره را با هم تماس دهیم و دوباره در فاصله ۳ متری قرار دهیم، نیروی الکتریکی بین دو کره چند برابر می‌شود؟

- (۱)  $2/0.25$   (۲)  $0.25/0$   (۳)  $0.5/0$   (۴)  $20/25$

۵. دو بار  $q_1$  و  $q_2$  که مجموع بار الکتریکی آن‌ها مقداری ثابت است، نیروی  $F$  را بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر نیروی بین دو بار بیشترین مقدار باشد، نسبت  $\frac{q_1}{q_2}$  کدام گزینه است؟

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

## درس سوم: میدان الکتریکی، میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار

### پرسش و تمرین



۱. دو بار الکتریکی  $q_1$  و  $q_2$  که به فاصله  $r$  از یکدیگر قرار گرفته‌اند، بدون تماس با هم بر یکدیگر نیرویی از راه دور وارد می‌کنند. این پدیده را چگونه توصیف می‌کنید؟

#### تعریف



میدان الکتریکی فضایی است اطراف یک بار که در آن بر هر بار الکتریکی دیگر نیرو وارد می‌شود.





## تعریف



میدان الکتریکی در هر نقطه، فظ مماس با میدان است که از آن نقطه می‌گذرد و با آن هم‌جهت است.

۲. با استفاده از کلمات داده شده هر یک از عبارتهای زیر را کامل کنید.

میدان الکتریکی - بار آزمون - خطوط میدان الکتریکی - نیروی الکتریکی

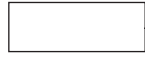
الف. \_\_\_\_\_ یک کمیت برداری است و واحد آن  $\frac{N}{C}$  است.

ب. جهت میدان الکتریکی در هر نقطه هم‌جهت با \_\_\_\_\_ است که بر بار آزمون وارد می‌شود.

پ. \_\_\_\_\_ باید کوچک باشد تا با قرار گرفتن نزدیک جسم باردار، توزیع بار آن را برهم نزنند.

ت. برای مجسم کردن و توصیف میدان الکتریکی اطراف اجسام باردار از \_\_\_\_\_ استفاده می‌کنیم.

رابطه مستقیم دارد.

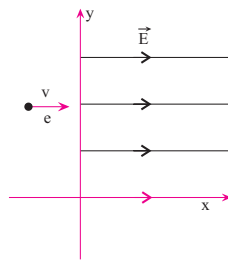


۳. میدان الکتریکی حاصل از بار  $q$  در فاصله  $r$  از آن با

رابطه عکس دارد.



۴. در شکل زیر:



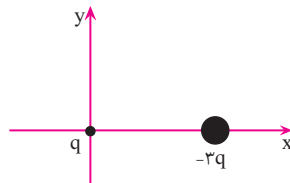
الف. جهت نیروی الکتریکی وارد بر الکترون، ناشی از میدان الکتریکی یکنواخت  $E$  چگونه است؟

ب. اگر الکترون قبل از وارد شدن به میدان الکتریکی یکنواخت  $E$  با تندی ثابت در جهت محور  $x$  و به سمت راست در حرکت باشد، تندی آن چگونه تغییر می‌کند؟

۵. شکل روبه‌رو، دو ذره باردار را که در مکان‌های خود روی محور

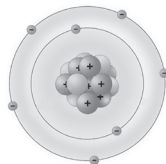
ثابت شده‌اند، نشان می‌دهد. در کجای این محور، غیر از فاصله

نامتناهی، نقطه‌ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برابر صفر باشد؟

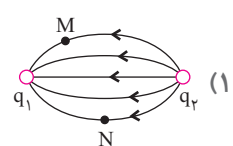
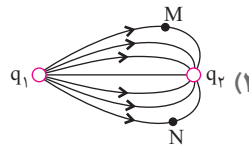
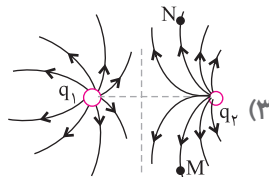


۶. هسته اتمی، شعاعی حدود  $1/4 \text{ fm}$  دارد و شامل ۲۶ پروتون است.

میدان الکتریکی در فاصله  $4 \text{ nm}$  از مرکز هسته چقدر است؟



۷. در شکل‌های زیر:



الف. نوع بار  $q_1$  و  $q_2$  را در هر شکل تعیین کنید.

ب. در کدام شکل بار  $q_2$  از بار  $q_1$  کوچک‌تر است؟

پ. در هر شکل بردار میدان الکتریکی را در نقاط  $M$  و  $N$  رسم کنید.

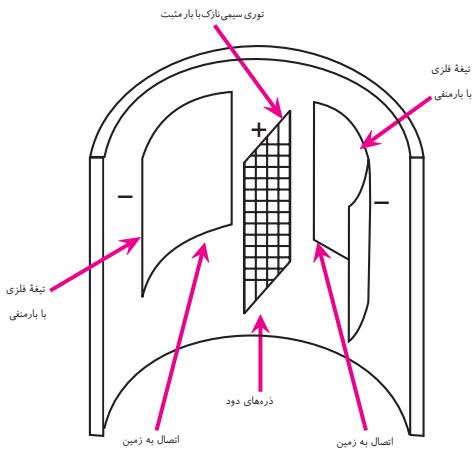
## نکته



خطوط میدان الکتریکی یکدیگر را قطع نمی‌کنند و از هر نقطه فقط یک فظ میدان می‌گذرد که میدان الکتریکی برآیند در آن نقطه است.

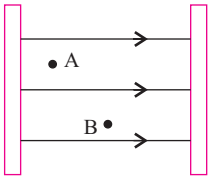


۸. نحوه کار رسوب‌دهنده الکتروستاتیکی بر اساس ایجاد میدان الکتریکی بین اجزاء درون آن و عبور هوای همراه با دود و غبار از میان آنها است. یک رسوب‌دهنده مطابق شکل روبه‌رو داریم. ذرات دود و غبار درون هوا به هنگام عبور از توری فلزی، دارای بار مثبت می‌شوند. در این مرحله توضیح دهید که وجود تیغه‌های فلزی با بار منفی در دو طرف توری فلزی به چه منظور است و چه اتفاقی برای ذرات دود درون این رسوب‌دهنده خواهد افتاد؟



۹. الف. ویژگی‌های میدان الکتریکی را در شکل مقابل بنویسید.

ب. بار نقطه‌ای  $q = -2\text{nC}$  را در نقطه A قرار می‌دهیم. نیروی الکتریکی وارد بر آن را رسم کنید.



پ. اگر از نقطه A تا نقطه B بار  $q$  را حرکت دهیم، نیروی الکتریکی وارد بر بار  $q$  چه تغییری می‌کند؟

### نکته



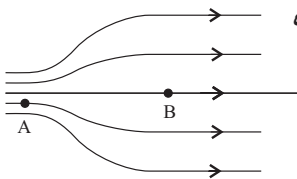
هرچه میدان الکتریکی قوی‌تر باشد، خطوط میدان فشرده‌تر و نیروی وارد بر بار نقطه‌ای بزرگ‌تر می‌شود.

۱۰. با توجه به خطوط میدان الکتریکی که در شکل مقابل نشان داده شده است، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف. میدان الکتریکی در نقطه A قوی‌تر است یا نقطه B؟

ب. نیروی وارد بر بار  $q = 4\text{nC}$  در نقطه A بیشتر است یا در نقطه B؟

پ. اگر علامت بار  $q$  منفی باشد، اندازه و راستای نیروی وارد بر آن چه تغییری می‌کند؟



۱۱. یک گلوله کوچک رسانا را با نخ‌های نایلونی بسته‌ایم و به آن بار  $q$  می‌دهیم. اگر این گلوله را مطابق شکل در میدان الکتریکی قرار دهیم، به سمت راست منحرف می‌شود.

الف. نوع یا علامت بار  $q$  را تعیین کنید.

ب. اگر بار  $q$  را دو برابر کنیم، در انحراف گلوله نسبت به وضعیت قائم چه تغییری ایجاد می‌شود؟

