

فصل دوم: الکتریسیته ساکن

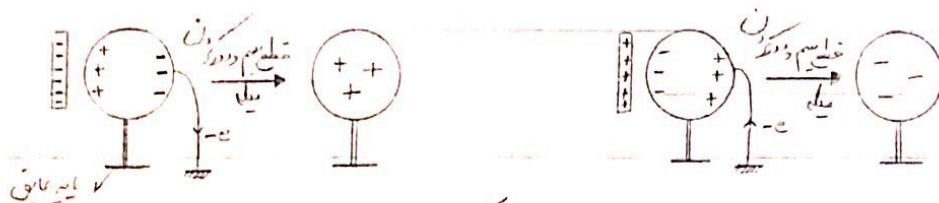
روشهای باردار کردن اجسام:

۱. روش مالش:

در این روش در اثر مالش دو جسم دیلکتری از اجسام الکترول از دست داده دارای بار الکتریکی مثبت می شود و دیگری الکترول گرفته دارای بار منفی می شود. (این روش مخصوص اجسام عایق می باشد.)

۲. روش القای الکتریکی:

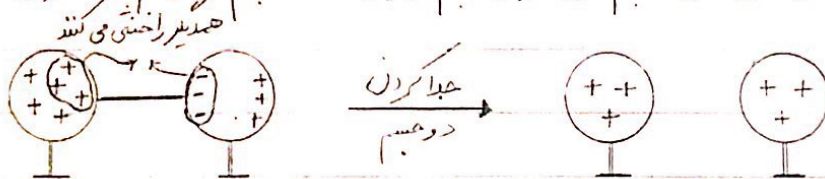
در اثر نزدیک کردن یک جسم باردار به جسم بی بار می توان در آن بار الکتریکی مخالف بار جسم باردار، بار ایجاد کرد. (این روش مخصوص اجسام هادی است.)



توجه کنید که با جهای مقید به جسم باردار در اثر وصل کردن جسم به زمین حذف می شوند.

۳. روش تماس:

در این روش با تماس یک جسم باردار به جسم بی بار هر دو جسم هم نام باردار می شوند.



نکته:

بار الکتریکی هر جسم مضرب صحیحی از بار الکتریکی الکترول است. (توجه کنید که این است بار یک

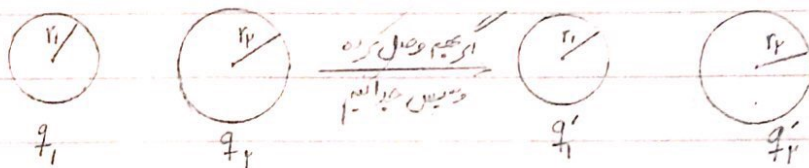
جسم صحیح نباشد.) تعداد الکترونی بار شده: n

$$q = \pm ne$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ (c)}$$

نکته: در اثر مالش مثبت یا بارهای بار الکتریکی مثبت و یا بارهای بار منفی می شود در اثر مالش بلبه ایوستی یا بارهای بار الکتریکی، بلبه ای بار منفی و یا بارهای بار مثبت می شود.

نکته: وقتی دو رسانای باردار را بهم وصل می کنیم در حالت تعادل پتانسیل آنها با هم برابر می شود و می توان ایشان کرد بار به نسبت مساحت شفاعت، بین آنها تقسیم می شود.



طبق اصل پایستگی بار: $q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$ (جمع خنثی)

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{r_1}{r_2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_1' + q_2'} = \frac{r_1}{r_1 + r_2} \Rightarrow q_1' = \frac{q_1 + q_2}{r_1 + r_2} r_1$$

بجای مشابه داریم: $q_2' = \frac{q_1 + q_2}{r_1 + r_2} r_2$

برای دو کره رسانای هم شفاعت: $q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2}$

مثال ۱-۲

اگر در اثر مالش دو جسم A و B با یکدیگر ۳۲ بار الکتریکی از A به B منتقل شود در این صورت چه تعداد الکترون از A به B منتقل شده است؟

الف) 2×10^{14}

ب) 2×10^{15}

ج) 2×10^{16}

د) 2×10^{17}

ه) 2×10^{18}

مثال ۲-۲

عددهای زیر را بر ۷ بخشید. بار الکتریکی چند اتم هیدروژن مثبت است؟ $(e = 1.6 \times 10^{-19})$

الف) 1.1×10^{-20}

ب) 1.1×10^{-18}

ج) 1.1×10^{-16}

د) 1.1×10^{-14}

سوال ۲-۳ :

عدد اتمی پیردزن برابر ۷ است. بار الکتریکی یون N چند کولن است؟

- الف) 3.8×10^{-19} (ب) 7.4×10^{-19} (ج) 2.8×10^{-17} (د) 4.4×10^{-21}

سوال ۲-۴ :

در شبکه ششگانه را با بارهای ابرسانی و یک تپه ایونی را با بارهای یمنی سالن در هم و آنرا با یونیدر ششگانه و در حاشیه کم از یکدیگر را با بارهای آویزان می بینیم. در این صورت شبکه ها

- الف) یکدیگر را جذب می کنند
ب) یکدیگر را دفع می کنند
ج) ابتدا یکدیگر را جذب و سپس دفع می کنند
د) بر روی هم اثری ندارند

سوال ۲-۵ :

در شکل مقابل، اگر تپه ای باردار A را به کره رسانای B تماس دهیم، بار تپه، کره B و کره C



- ب) منفی - منفی - خنثی
د) خنثی - خنثی - خنثی

- الف) منفی - منفی - منفی
ج) منفی - خنثی - خنثی

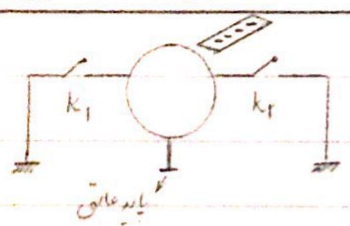
سوال ۲-۶ :

دو کره ملری یکسان دارای بارهای الکتریکی $q_1 = +12 \mu C$ و $q_2 = -4 \mu C$ روی دو پائیل عایق نصب شده اند. هرگاه این دو کره را با یکدیگر تماس داده و سپس از هم جدا سازیم، بار الکتریکی هر کره چند میکروکولن می شود؟

- الف) ۸ (ب) ۴ (ج) ۱۶ (د) ۱۲

سوال ۲-۷ :

در شکل مقابل، صلبه ای با بارهای مثبتی را به یک کره ی رسانا و خنثی نزدیک کردیم. اگر کلید k_1 باز و کلید k_2 بسته باشد، نوع بار کره ————
و اگر کلید k_1 باز و کلید k_2 بسته باشد، نوع بار کره ———— خواهد بود.



(ب) منفی - مثبت
(د) مثبت - مثبت

(الف) منفی - منفی
(ج) مثبت - منفی

مثال ۲-۸:

در شکل مقابل، سه کروی رسانای A، B و C در تماس با یکدیگر و مجموع آنها از لحاظ الکتریکی خنثی هستند. اگر کروی A را به نقطه مثبت و B را به زمین وصل کنیم، بارهای کروی A و B چگونه خواهد بود؟

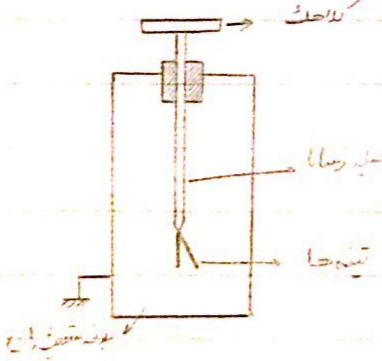


(ب) مثبت
(د) خنثی

(الف) منفی
(ج) B خنثی - A و C منفی

الکتروستاتیک:

فرموله ای است که می توان به وسیله آن، موارد زیر را تشخیص داد:



- ۱) بار را بر بایرون بار برون جسم
- ۲) نوع بار الکتریکی موجود در جسم
- ۳) رسانا یا نارسانا بودن جسم
- ۴) کم یا زیاد بودن بار الکتریکی موجود در جسم

مثال ۲-۹:

جسمی با بار مثبت که لواحت الکتروستاتیک خنثی نزدیک کرده و بدون تماس با آن، در مقابل آن می ایستد. در مورد بار الکتریکی بار می شود. در این حالت بار لواحت و بار در مقابل آن چیست؟

(الف) مثبت - مثبت
(ب) مثبت - منفی
(ج) منفی - مثبت
(د) منفی - منفی

مثال ۲-۱۰:

مدلی ای را بکار که لواحت الکتروستاتیک و بار مثبت و بار دیگر به لواحت الکتروستاتیک با بار منفی تماس می دهیم. در هر دو حالت بار الکتریکی جسم می چقدر از این بارها بیشتر یا کمتر می شود؟

- (الف) مدل از خنثی به مثبت است
- (ب) بار نظام مثبت است
- (ج) مدل از خنثی به منفی است
- (د) بار نظام منفی است

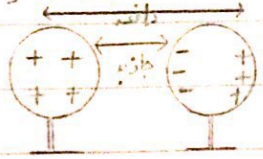
مثال ۲-۱۱:

سایه ای با بار منفی به تلاطم الکتریکی نزدیک می کنیم. پهنه های کناری پهنه های میانی را می بینیم. آیا می توانیم نوع بار الکتریکی را تشخیص دهیم؟

الف) منفی ب) مثبت ج) خنثی د) هر سه مورد امکان پذیر است

نکته:

هرگاه یک جسم باردار را به جسم بی بار نزدیک کنیم این دو جسم برهم نیروی جاذبه دارد. می توانیم بر این اساس نیروی را تشخیص دهیم. جاذبه به خاطر حاصل کم می شود.



برای تشخیص جاذبه $\Rightarrow$ نیروی دافعه $>$ نیروی جاذبه

توجه کنید که این مسئله هم مورد رساناها و هم در مورد جسمهای عایق درست است. در جسمهای عایق به خاطر قطعه شدن مرکز بارهای مثبت و منفی جاذبه می شود.

نتیجه:

اگر دو جسم هم دیگر را جذب کنند در این صورت با بار آنها مخالف هم است یا یکی از آنها بی بار است.

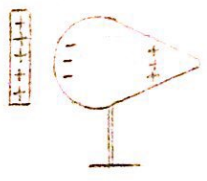
مثال ۲-۱۲:

جسم A. اجسام B و C را با نیروی الکتریکی جذب می کند و جسم D را با نیروی الکتریکی دفع می کند. در این صورت:

- الف) B و C ممکن است با نیروی جاذبه الکتریکی یکدیگر را جذب کنند.
- ب) B و C الزاماً یکدیگر را دفع می کنند.
- ج) جسم D ممکن است بی بار یا بار الکتریکی باشد.
- د) بار الکتریکی D الزاماً مخالف بار B است.

نکته:

شمار بار القایی منفی و مثبت همیشه برابر هم است و در طبیعت به شکل جسم ندارد.



$$|q_+| = |q_-|$$

قانون کولن :

نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار با حاصلضرب بارهاست مستقیم و با مجذور فاصله بارهاست عکس دارد.



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

ثابت کولن $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

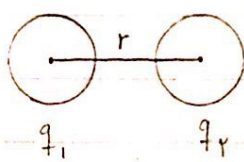
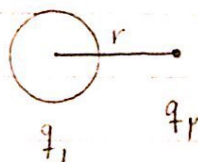
ضریب گذرایی الکتریکی خلاء $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$

اگر بار جسم میکروکولن و فاصله بر حسب سانتی متر باشد می توان نوشت: $F = 90 \frac{q_1 q_2}{r^2}$

در استفاده از فرمول کولن علامت بارها را حذف نمی دهیم، بلکه از روی علامت هارزید یاد می گیریم نیروی الکتریکی را نشان می دهیم.

طبق قانون سوم نیوتن نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار هم اندازه و در جهت مخالف یکدیگرند.

نکته: در صورتی که ما نقطه ای نباشد ولی روی جسم کروی طوری بکشیم شود که بتوان جمع بار را در مرکز آن



در نظر گرفت فرمول کولن قابل استفاده است. (در شکل های روبرو اگر حاصله ۲ در مقابل ابعاد جسمها بسیار زیاد باشد می توان از فرمول کولن استفاده کرد.)

نکته:

اگر تعدادی ذره باردار در یک ناحیه از فضا قرار داشته باشند نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره برانید نیروهایی است که حرکت از ذره های دیگر در عیاب سایر ذره ها بر آن ذره وارد می کنند. یعنی نیروی یکبار به باری وارد می کند و برعکس به حضور یا عدم حضور بارهای دیگر ندارد.

مثال ۲-۱۲:

سه ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +5 \mu C$ و $q_2 = -1 \mu C$ و $q_3 = +4 \mu C$ در نقاط A و B و C مطابق

شکل ثابت شده اند نیروی الکتریکی وارده بر q چقدر است؟ $AC = 4\text{cm}$ و $BC = 2\text{cm}$



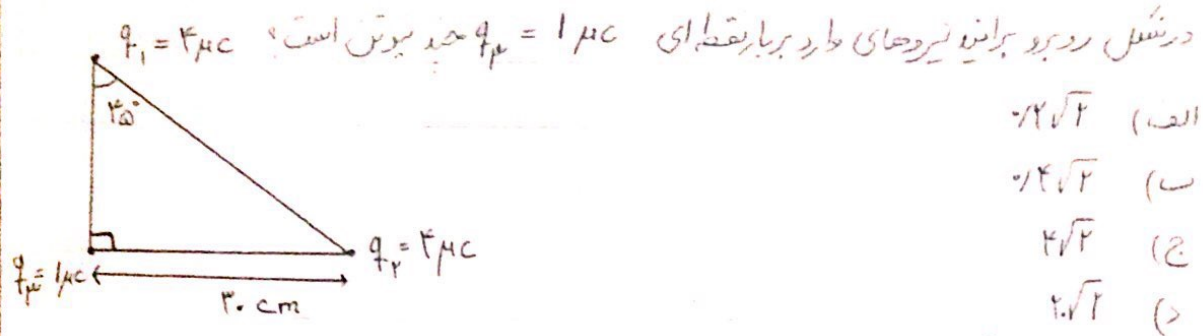
(ج) ۴۵

(الف) ۹۰

(د) ۱۰۸

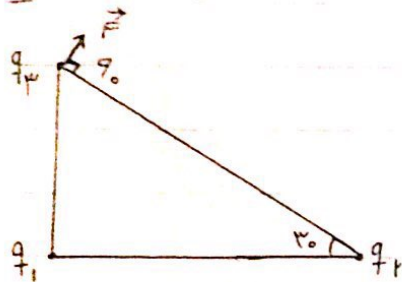
(ب) ۱۰۵

مثال ۱۳-۲ :



مثال ۱۴-۲ :

در شکل روبرو، F برانید نیروهای الکتریکی است که q_1 بر q_3 و q_2 بر q_3 وارد می‌کند کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟



(الف) هم نام و $|q_2| < |q_1|$

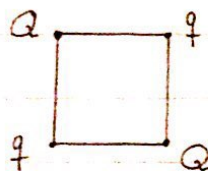
(ب) هم نام ، $|q_1| < |q_2|$

(ج) ناهم نام ، $|q_2| < |q_1|$

(د) ناهم نام ، $|q_1| > |q_2|$

مثال ۱۵-۲ :

بارهای q و Q مطابق شکل در ۴ رأس مربع قرار دارند. اگر برانید نیروهای وارده بر بار Q صفر باشد نسبت $\frac{Q}{q}$ کدام است؟



(ب) $\sqrt{2}$

(الف) $2\sqrt{2}$

(د) $-\sqrt{2}$

(ج) $-2\sqrt{2}$

مثال ۱۶-۲ :

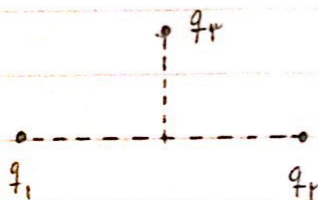
مطابق شکل ۵ بار نقطه ای در فاصله‌های مساوی روی محیط نیم دایره ای به شعاع R واقع شده اند.

اگر نیروی که بار q_1 و q_2 واقع در مرکز نیم دایره وارد کنند برابر F باشد برآید نیروهای وارد بر q_3 کدام است؟

(الف) صفر
(ب) $\sqrt{2}F$
(ج) $2F$
(د) $4\sqrt{2}F$

مسئله ۱۷-۲ :

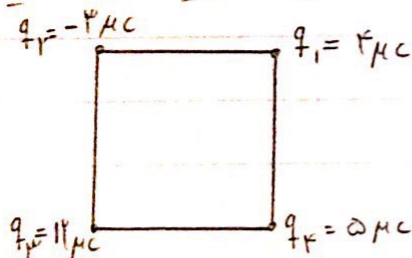
بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -4 \mu C$ و $q_2 = -3 \mu C$ مطابق شکل در فاصله 8 cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. بار نقطه‌ای $q_3 = -5 \mu C$ را در نقطه‌ای که فاصله آن از حرکت از دو بار الکتریکی q_1 و q_2 برابر 5 cm است، قرار می‌دهیم. نیروی الکتریکی وارد بر q_3 چقدر است؟



- (الف) (ب) (ج) (د)

مسئله ۱۸-۲ :

چهار بار الکتریکی در اشیای مربعی به ضلع 4 cm قرار دارند. بردار نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی q_1 تقریباً کدام است؟



- (الف) $71\vec{i} + 92\vec{j}$
(ب) $12\vec{i} + 92\vec{j}$
(ج) $71\vec{i} + 8\vec{j}$
(د) $12\vec{i} + 8\vec{j}$

نکته:

اگر دو بار هم اندازه در فاصله a از هم قرار بگیرند و $\frac{a}{b}$ از بین ببرند برآید که می‌خواهیم داشته باشیم:

(الف) بردار عمود بر رادع کنند (بار در هم هم نام باشند)

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

$$F' = k \frac{(q - \frac{a}{b} q)(q + \frac{a}{b} q)}{r^2} = k \frac{q^2}{r^2} (1 - (\frac{a}{b})^2) = F (1 - (\frac{a}{b})^2)$$

ب) دوبار حجم را حذف کند (در این حالت اندازه هر دوبار کم می شود)

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

$$F' = k \frac{(q - \frac{a}{b} q)(q - \frac{a}{b} q)}{r^2} = k \frac{q^2}{r^2} \left(1 - \frac{a}{b}\right)^2 = F \left(1 - \frac{a}{b}\right)^2$$

مثال ۱۹-۲:

دوبار نقطه ای هم نام و مسافتی از فاصله d بر حجم نیروی معین وارد می کنند. اگر $\frac{1}{5}$ یکی از بارها را بردارند و دیگری اضافه کنیم نیروی که دوبار (از همان فاصله) بر حجم وارد می کنند چند برابر حالت اول می شود؟

الف) $\frac{5}{7}$

ب) $\frac{7}{5}$

ج) $\frac{24}{25}$

د) $\frac{25}{24}$

مثال ۲۰-۲:

نیروی که دوبار نقطه ای q + در فاصله 2 یکدیگر وارد می کنند برابر $F = 4\mu$ است. اگر بار 2μ از بین بردیم و همان مقدار را دیگری اضافه کنیم نیروی جدید F' ، در همان فاصله برابر 4μ می شود. بار q چند میکروکولن بوده است؟

الف) 12

ب) 8

ج) 6

د) 4

مثال ۲۱-۲:

دوبار $+Q$ و $-Q$ - در فاصله d از هم قرار دارند. 20 درصد از بار Q + برداشته و در 1 بار دوم قرار می دهیم. نیروی بین دوبار چند برابر خواهد شد؟

الف) $\frac{17}{25}$

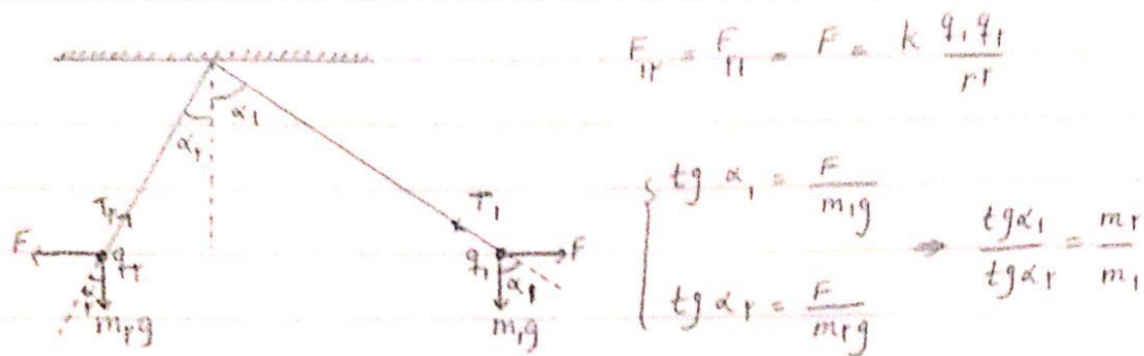
ب) 1

ج) $\frac{24}{25}$

د) $\frac{15}{17}$

نکته:

هرگاه دو کره فلزی را توسط نخهای ابریشمی به نقطه ای از سقف آویزان کنیم و به تلو له ها بایستیم و هم نزع بار بدهیم، هر قدر اندازه بارها بیشتر باشد میزان انحراف آنها از یکدیگر بیشتر خواهد شد. ولی توجه شود مقدار انحراف آنها از خط قائم نسبت حجم به اندازه بارها بستگی ندارد، بلکه جرمی که جرم کمتری دارد بیشتر منحرف می شود.



نکته:
اگر دو جسم کروی شکل دارای بارهای q_1 و q_2 باشد، قطعی می‌توان قیاس بارها را در مرکز کره‌ها قرار داد.
نیروی بین آنها برابر $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ خواهد شد. حتی وقتی که این دو کره رسانا باشند داریم.



عینق: $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

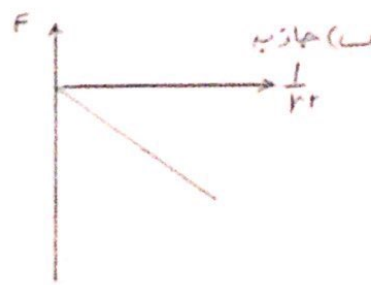
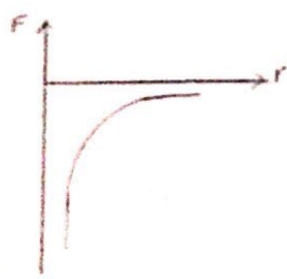
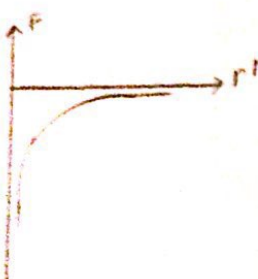
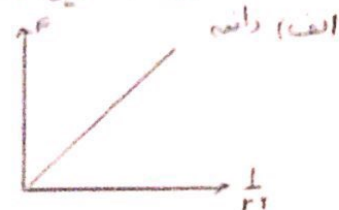
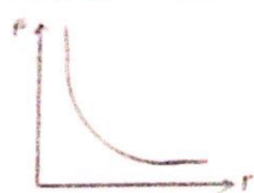


جاذبا: $F > k \frac{q_1 q_2}{r^2}$



جاذبا: $F < k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

غالباً نیروی الکتریکی بر حسب حاصلضرب دو بار ذراتی:



نکته:
اگر مجموع دو بار مثبت باشد، حاصلضرب آنها وقتی که یک جسم است که بار هم برابر باشد.

$$x + y = C = \text{ثابت} \Rightarrow x \cdot y = \text{max} \Rightarrow x = y$$

مثال ۲۲-۲:

دو کره فلزی به شعاع R در فاصله $4R$ از یکدیگر قرار دارند. اگر به هر کره بار q به هم نیروی که به هم وارد می‌کنند F_1 و اگر به یکبار q و به دیگری بار $-q$ به هم نیروی که به هم وارد می‌کنند F_2 می‌شود کدام رابطه درست است؟

(الف) $F_2 < F_1$ (ب) $F_1 < F_2$ (ج) $F_1 = F_2$ (د) بستگی به R دارد

مثال ۲۳-۲:

دو کره فلزی کوچک و هم اندازه که در یک پاره‌های عمیق قرار دارند، دارای بار الکتریکی هستند. اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین دو کره در فاصله d برابر F است. اگر آنها را به هم تماس داده و دوباره در همان فاصله قرار دهیم، نیروی الکتریکی بین دو کره F' می‌شود، کدام رابطه‌ی بین F و F' برقرار است؟

(الف) $F' > F$ (ب) $F' < F$ (ج) $F' = F$ (د) بستگی به خواص ماده‌ی آن‌ها دارد

میدان الکتریکی:

* E یا E الکتریکی در نقطه از فضای اطراف خود خاصیتی را ایجاد می‌کند که به آن میدان الکتریکی می‌گویند. (تعریف کیفی)

* نیروی وارد بر یک بار الکتریکی مثبت را در هر نقطه، میدان الکتریکی در آن نقطه می‌نامند. میدان الکتریکی کمیتی است برداری و واحد آن در SI، نیوتن بر کولن ($\frac{N}{C}$) است. (تعریف کمی)

اگر بار q_0 در فاصله‌ای از بار q قرار بگیرد، میدان ناشی از بار q در محل q_0 بصورت زیر است:

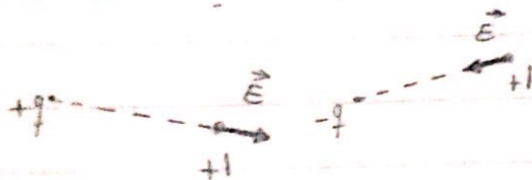
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \Rightarrow E = \frac{k \frac{q q_0}{r^2}}{q_0} \Rightarrow E = k \frac{q}{r^2}$$

پس میدان الکتریکی ناشی از یک بار با اندازه بار نسبت مستقیم و با مجذور فاصله نسبت عکس دارد.

$$\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{q_2}{q_1} \right) \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

نقشه:

بیا به تعریف برای مشخص کردن جهت و در میدان الکتریکی در یک نقطه فرض می کنیم در آن نقطه بار الکتریکی واحد مثبت (بار از سون) وجود داشته باشد. جهت نیروی وارد بر این بار از سون همان جهت میدان الکتریکی در آن نقطه می باشد.

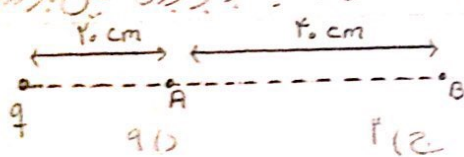


میدان الکتریکی حاصل از مجموع ذرات باردار:

اگر در یک ناحیه از فضا چند ذره باردار قرار داشته باشند در هر نقطه از این میدان الکتریکی وجود دارد این میدان. بر این میدان میدانها اثر می کنند که در هر ذره باردار در عین حال سایر بارهای الکتریکی در آن نقطه ایجا می کنند.

مثال ۲-۲۴:

در شکل دو بردار نیروی میدان الکتریکی حاصل از بار q در نقطه B خرد برابر نیروی همین بار در نقطه A است؟

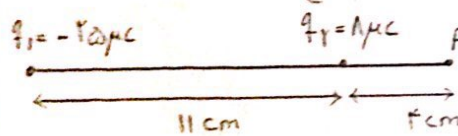


(ب) $\frac{1}{4}$

(الف) $\frac{1}{4}$

مثال ۲-۲۵:

برای میدان الکتریکی حاصل از دو بار q_1 و q_2 در نقطه A میدان (N) است؟



(ب) 3.5×10^5

(الف) 3.5×10^5

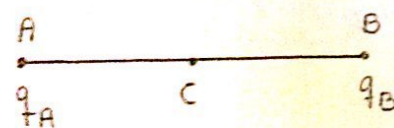
(د) صفر

(ج) 3.5×10^5

مثال ۲-۲۶:

در شکل مثال ۲-۲۵ شد میدان حاصل از دو بار q_A و q_B در نقطه C وسط AB برابر $2E$ است.

اگر بار q_B را حذف کنیم، شدت میدان در نقطه C برابر $3E$ می شود. در این صورت q_A و q_B متساوی هم گیریم و به رابطه ای داریم:



(الف) غیر صفریم $|q_A| = \frac{2}{3} |q_B|$

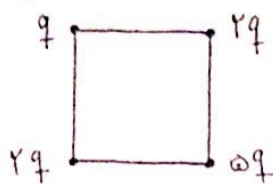
(ب) غیر صفریم $|q_A| = \frac{2}{3} |q_B|$

(ج) صفریم $|q_A| = \frac{2}{3} |q_B|$

(د) صفریم $|q_A| = \frac{2}{3} |q_B|$

مسئله ۲۷-۲:

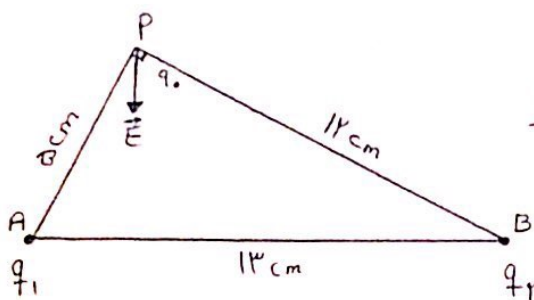
اگر میدان الکتریکی بار q در مرکز مربع برابر 4×10^5 نیوتن بر کولن باشد، اندازه میدان الکتریکی کل در مرکز مربع را حسب $\frac{N}{C}$ برابر است با:



- (الف) 22×10^5 (ب) 14×10^5 (ج) 4×10^5 (د) 9×10^5

مسئله ۲۸-۲:

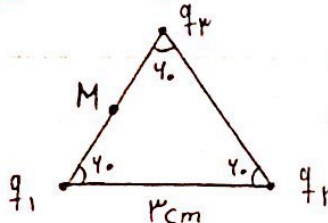
در شکل روبرو میدان در نقطه P حاصل از بارهای q_1 و q_2 بر AB عمود است. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد بارهای q_1 و q_2 درست است؟



- (الف) q_1 مثبت، q_2 منفی، اندازه q_1 بیش تر
(ب) هر دو منفی، اندازه q_1 بیشتر
(ج) هر دو منفی، اندازه q_2 بیشتر
(د) q_1 منفی، اندازه q_1 بیشتر

مسئله ۲۹-۲:

در شکل روبرو $q_1 = 3 \mu C$ و $q_2 = -q_1 = -3 \mu C$ است. میدان الکتریکی در نقطه M وسط ضلع شیب چپ است.



- (الف) 2×10^7 (ب) $2\sqrt{2} \times 10^7$ (ج) 4×10^7 (د) $4\sqrt{2} \times 10^7$

نکته:

اگر روی دایره‌ای N نقطه به فواصل مساوی از هم (بازوهای $\frac{2\pi}{N}$) از هم قرار بگیرند:

(الف) اگر در $N-1$ نقطه بارهای هم نام و مساوی قرار بگیرد، میدان در مرکز دایره برابر میدان ناشی از یکی از بارهای باشد.

(ب) اگر در N نقطه بار مساوی وجود داشته باشد و یکی یکی از آنها منفی باشد، میدان در مرکز دایره ۲ برابر میدان ناشی از یکی از بارهای باشد.

مثال ۲-۳۰:

حسب بار الکتریکی نقطه‌ای، هر یک 5×10^{-9} کولن، با فواصل مساوی روی محیط دایره‌ای به شعاع 10 cm توزیع شده‌اند. هرگاه نقطه‌ای از بارها منفی باشد بزرگی میدان کل در مرکز (باری هید 10 cm است.)
(الف) 10^{-3} (ب) 3×10^{-3} (ج) 5×10^{-3} (د) 15×10^{-3}

دوقطبی الکتریکی:

دو بار هم اندازه، غیر هم نام که در فاصله معینی از هم قرار گرفته‌اند را دوقطبی الکتریکی نامیده می‌شود.

مثال ۲-۳۱:

دو بار الکتریکی ذره‌ای $q_1 = -q_2 = 5 \mu\text{C}$ در فاصله 8 cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی روی عمود منصف خطی که در دایره هم‌وسیل می‌شود و به فاصله 3 cm از وسط خط واصل دو ذره قرار دارد، برابر است با:

(الف) 1.88×10^7 (ب) 2.88×10^7 (ج) 7.8×10^7 (د) 3.88×10^7

تقسیم میدان الکتریکی:

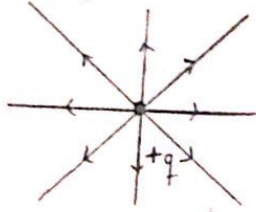
برای تقسیم میدان الکتریکی در اطراف یک جسم باردار آن را با خطوطی فرضی ستان می‌دهیم و به آن‌ها خطوط میدان الکتریکی می‌گوییم.
و اثر گاهی خطوط میدان الکتریکی:

۱. محاذی میدان در هر نقطه هم جهت با هم‌پیری وارد و یا رست و منع در آن شده‌اند. در نتیجه جهت این خط را از مارش روی خارج و به سوی بار منفی است (برابر منس، نیز منس در خلاف جهت میدان وارد می‌شود).

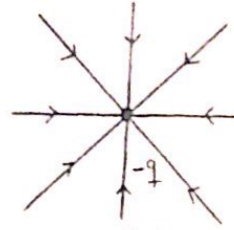
۲. در هر ناحیه که میدان الکتریکی قوی‌تر باشد، خطوط میدان هم نزدیک‌تر و بیشتر می‌شوند.

۳. خط میدان در هر نقطه هم جهت میدان را در آن نقطه نشان می‌دهد و میدان در هر نقطه برای است. منس بر خط می‌دانی که در آن نقطه می‌نوردد و با آن هم جهت است.

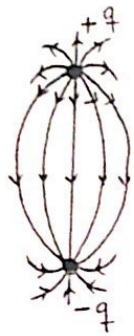
۴. خطوط میدان هم‌دیر را قطع نمی‌کند. یعنی از هر نقطه فقط یک خط میدان می‌گذرد به بیان دیگر در هر نقطه‌ای فقط یک میدان الکتریکی وجود دارد که همان میدان الکتریکی برانده است.



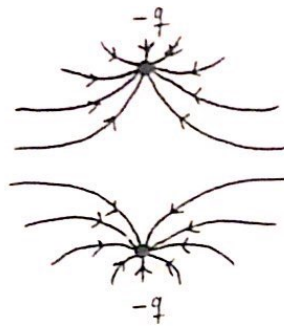
بار نقطه‌ای مثبت



بار نقطه‌ای منفی



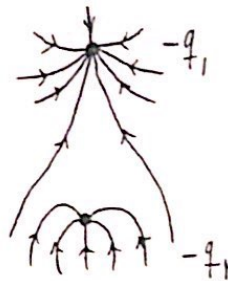
دو بار نقطه‌ای هم‌اندازه و مخالف علامت هم (در قطبی الکتریکی)



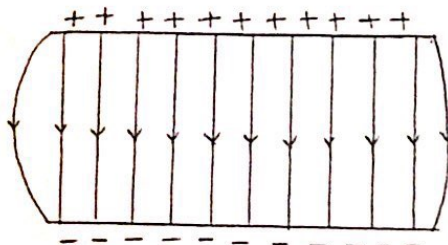
دو بار نقطه‌ای هم‌اندازه و هم‌علامت



دو بار نقطه‌ای غیر هم‌اندازه و نامم نام $q_1 > q_2$



دو بار نقطه‌ای غیر هم‌اندازه و هم نام $q_1 > q_2$



دو صفحه رسانای موازی با بارهای هم‌اندازه و مخالف هم
میدان الکتریکی یکنواخت

میدان الکتریکی یکپوخت است:

میدانی است که اندازه و جهت آن در هر نقطه ای از فضا در هر زمانی ثابت باشد.

و تریبای خطوط میدان الکتریکی یکپوخت است:

خطوطی هستند مولاری و جهت جهت (برای ثابت مانند جهت) در هم عامله (برای ثابت بودن) اندازه میدان

نیروی وارد بر ذره ی باردار در میدان الکتریکی:

اگر یک ذره باردار در میدان الکتریکی قرار گیرد از طرف میدان بر آن نیروی وارد می شود که در صورت مثبت بودن بار، نیروی وارد بر آن با میدان الکتریکی هم جهت می شود و اگر منفی باشد، نیروی وارد بر آن با میدان مخالف جهت می شود.

$$\vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow \begin{cases} q > 0 \\ q < 0 \end{cases} \begin{matrix} \vec{F} \text{ و } \vec{E} \text{ هم جهت} \\ \vec{F} \text{ و } \vec{E} \text{ خلاف جهت هم} \end{matrix}$$

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

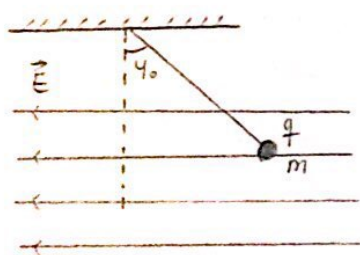
مثال ۲-۳۲:

ذره ای با جرم 9×10^{-31} و بار q در میدان الکتریکی یکپوخت که نیروی آن برابر $\frac{1}{2} \times 10^{-14}$ و حامل در حال است. معلوم در حال سکون قرار دارد. کدام از این دو مورد بار q درست است؟

- الف) 1.5×10^{-14} ب) 5×10^{-14} ج) -1×10^{-14} د) 1×10^{-14}

مثال ۲-۳۳:

در شکل زیر، گلوله کوچکی با جرم 9×10^{-31} بوسیله نخ از سقفی O آویزان و در میدان الکتریکی یکپوخت به سمت راست $E = 5 \times 10^3$ در حال تعادل است. نوع بار و مقدار بار گلوله (با ترتیب از راست به چپ) چیست؟



- الف) منفی، 4×10^{-14}
 ب) مثبت، 4×10^{-14}
 ج) منفی، 4×10^{-14}
 د) مثبت، 4×10^{-14}

نکته:

اگر یک بار ذره‌ی نوترون و پروتون و الکترون و کافا در میدان الکتریکی یکدیگر را تحت قرار بگیرند، اندازه نیروی وارد بر آنها از طرف میدان الکتریکی و شتاب ناشی از این میدان بصورت زیر است:

مسلوبات:

$$\begin{cases} m_p \gg m_e & , & m_\alpha = 4m_p \\ q_p = q_e & , & q_\alpha = 2q_p & , & q_n = 0 \end{cases}$$

$$F = ma = qE \quad \xrightarrow{\text{میدان یکسان}} \quad \frac{F_r}{F_i} = \frac{q_r}{q_i}$$

با توجه به اینکه جرم الکترون نسبت به جرم پروتون عدد بسیار کوچکی است، داریم:

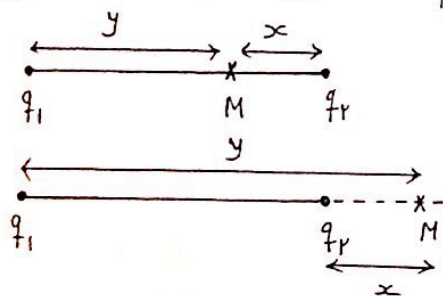
$$F_n = 0 \quad \Rightarrow \quad a_n = 0$$

$$F_p = F_e \quad \Rightarrow \quad a_e \gg a_p$$

$$F_\alpha = 2F_p \quad \Rightarrow \quad \frac{a_\alpha}{a_p} = \frac{F_\alpha}{F_p} \times \frac{m_p}{m_\alpha} = 2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

نکته:

اگر دوبار به فاصله L از هم قرار بگیرند در صورتی که هم نام باشند، شدت میدان بین دویاری خطی واصل و نزدیک ببار کوچکی می‌تواند صفر شود و اگر غیر هم نام باشند، خارج از دویاری خطی واصل و نزدیک ببار کوچکی می‌تواند صفر شود.



$$L = y + x$$

$$L = y - x$$

$$|q_1| > |q_2|$$

$$E_i = E_r \quad \Rightarrow \quad k \frac{q_1}{y^2} = k \frac{q_2}{x^2} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\frac{q_1}{q_2}} = \frac{y}{x} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\frac{q_1}{q_2}} \pm 1 = \frac{y}{x} \pm 1$$

$$\sqrt{\frac{q_1}{q_2}} \pm 1 = \frac{y \pm x}{x} = \frac{L}{x}$$

$$\Rightarrow \quad x = \frac{L}{\left| \sqrt{\frac{q_{max}}{q_{min}}} \pm 1 \right|}$$

+: هم نام

-: نام نام

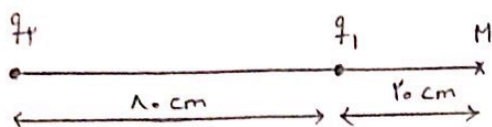
مثال ۲-۳۴:

دو بار نقطه‌ای $+q$ و $-4q$ به فاصله d از هم قرار دارند. در چه فاصله‌ای از بار $-4q$ میدان الکتریکی حاصل از این دو بار صفر است؟

الف) d ب) $3d$ ج) d د) $2d$

مثال ۲-۳۵:

در شکل زیر شدت میدان الکتریکی حاصل از دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه M صفر است. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ برابر کد است؟

ب) $-\frac{1}{14}$ الف) $-\frac{1}{12}$ د) $\frac{1}{4}$ ج) $\frac{1}{5}$

نکته:

میدان الکتریکی در یک نقطه به اندازه‌ی بار الکتریکی، نحوه توزیع بار الکتریکی و فاصله نقطه مورد نظر از جسم باردار بستگی دارد.

محکم نارسا:

نسبتی است اگر به آن بار به هم نرسد در محل داده شده به جسم باقی می‌ماند و در جسم محاط می‌شود.

محکم نارسا:

محکم است اگر به آن بار الکتریکی به هم نرسد در محکم توزیع می‌شود.

میکالی سطحی بار الکتریکی:

نسبت به تعریف بار الکتریکی موجود در واحد سطح خارجی جسم، میکالی سطحی بار الکتریکی نامیده می‌شود.

$$\sigma = \frac{q}{A} \quad \left(\frac{\text{کولن}}{\text{متر مربع}} \right)$$

A: مساحت سطح خارجی جسم

$$\sigma = \frac{q}{4\pi r^2} \quad \text{: برای سطح کروی به شعاع r}$$

مثال ۲-۳۶: به دو کره‌ی خنثی A و B به مقدار مساوی بار الکتریکی داده‌ایم. اگر شعاع کره A دو برابر

شعاع کروی B باشد. جگای سطحی کروی A چند بار B است؟

- الف) $\frac{1}{4}$ ب) $\frac{1}{2}$ ج) ۲ د) ۴

سوال ۳۷-۲:

حالت قطره‌ای درون کوئل رسانا که شعاع مرکز آن R و بار الکتریکی هر یک از آن در صاف سطح هستند. اگر قطره‌ها با یکدیگر ترکیب شوند و تشکیل یک قطره بزرگ جگای سطحی با این شعاع جدید را جگای سطحی بارهای از قطره‌ها است؟

- الف) ۲ ب) $\frac{1}{4}$ ج) ۸ د) $\frac{1}{8}$

نکته: توزیع بار الکتریکی در جسم رسانا:

بار الکتریکی در سطح خارجی رسانا پخش می‌شود طوری که در مکانهای پر هسته و نواحی نیز جگای سطحی بار معیشت است. یعنی فاصله بارهای داده شده به جسم در مکانهای نواحی بیشتر از فاصله آنها در مکانهای

بچین است. (توجه شود غیر قابل گفت قطره بارها نیست است)



نکته:

در جسمی ماسک کره که سطح خارجی آن متوازن است، جگای سطحی بار در حفره‌های آن یکسان است.

نکته:

هرگاه داخل یک جسم رسانایی خنجرای وجود داشته باشد طوری که این خنجره به بیرون راهی نداشته باشد سطح داخلی محسوب شده دردی آن باری وجود خواهد داشت. ولی اگر به بیرون راه داشته باشد سطح خارجی محسوب شده دردی آن بار وجود خواهد داشت.

