

الکتریسیته ساکن

درباره این فصل:

فصل الکتریسیته ساکن اولین فصل از فیزیک یازدهم است که درسنامه‌ای ۱۰ و نیم صفحه‌ای (دارای ۵۹ پرسش تمرینی مشابه کنکور) و ۱۰۰ تست جت و ۵۰ تست جت پلاس (مجموعاً ۱۵۰ تست) دارد.

این فصل از ۵ بخش ۱- نیروی الکتریکی، ۲- میدان الکتریکی، ۳- پتانسیل الکتریکی، ۴- انرژی پتانسیل الکتریکی و ۵- خازن تشکیل شده است.

در قسمت نیرو و میدان تجمیع بار را به شما می‌آموزم که باعث می‌شود چند برابر سریعتر از سایر داوطلبان، این سوال کنکور را پاسخ بدهید. در قسمت خازن نیز با درخت انرژی به درک جدیدی از فرمول‌های خازن دست پیدا می‌کنید. نکته بسیار مهم این است که چون انرژی خازن در کنکور ۱۴۰۱ حذف شده است، تست خازن از قسمت $Q=C.V$ مطرح می‌شود.

تعداد تست این فصل در کنکور: ۳ یا ۴ تست

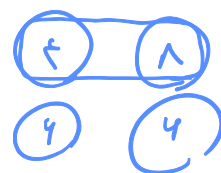
تعداد جلسات جت: ۲ جلسه

پیش بینی کنکور: پیش بینی می‌کنم یک تست از میدان یا نیروی چند بار روی خط، یک از تست چند بار روی صفحه (مربع یا...)، یک تست از انرژی پتانسیل الکتریکی و یک تست هم از خازن مطرح شود.

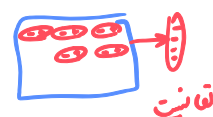
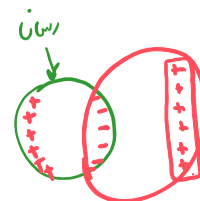
درسنامه بار الکتریکی و قانون کولن

بار الکتریکی

علت اسم‌گذاری: کهریا در زبان لاتین = الکترون ← عامل نیروی کهریا = الکترون و اسم پدیده = الکتریسیته	
کمیت: فرعی و نرده‌ای - علامت کمیت: q - یکا: در SI کولن و فرعی A.s $q = I \cdot t$ $C = A \cdot s$	
پدیده‌های با منشا الکتریکی: ۱- آذرخش ۲- درخشش لامپ ۳- پیوند بین اتم‌ها و مولکول‌ها ۴- پیام‌های عصبی ۵- چسبیدن نوار سلفون به ظروف ۶- بالا رفتن مارمولک از دیوار	
انواع: بنیامین فرانکلین آن‌ها را با $+$ و $-$ نشان داد تا خنثی شدن این ۲ بار راحت‌تر درک شود.	
نیروها: بارهای ناهمنام $+$ و $-$ همدیگر را جذب می‌کنند و بارهای همنام $(++ \text{ یا } --)$ همدیگر را دفع می‌کنند.	
تماس: اگر دو جسم رسانای باردار را با هم تماس دهیم، الکترون از جسم منفی‌تر به جسم مثبت‌تر می‌رود. دو جسم مشابه که پیش از تماس بار q_1 و q_2 دارند، پس از تماس بارشان $\frac{q_1 + q_2}{2}$ می‌شود.	
مالش: اگر دو جسم مختلف را به هم بمالیم، الکترون از ماده‌ای که الکترون‌خواهی کمتری دارد به ماده‌ای که الکترون‌خواهی بیشتری دارد، منتقل می‌شود.	
القا: اگر جسمی باردار را به جسمی رسانا نزدیک کنیم، بارهای ناهمنام را درون رسانا جذب و بارهای همنام را دفع می‌کند، در نتیجه اجسام باردار (چه منفی چه مثبت) اجسام رسانای خنثی را جذب می‌کنند.	
تیغه‌ها از هم دور شوند ← جسم باردار است.	الکتروسکوپ (برق‌نما) خنثی
تیغه‌ها به هم چسبیده باقی بمانند ← جسم بار ندارد.	
تیغه‌ها از هم دور شوند ← نوع بار جسم با الکتروسکوپ یکسان است.	الکتروسکوپ (برق‌نما) باردار
تیغه‌ها به هم نزدیک شوند ← نوع بار جسم با الکتروسکوپ متفاوت است. (یا جسم خنثی است)	
اصل پایداری بار: بار الکتریکی نه تولید می‌شود و نه از بین می‌رود، بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود.	
اصل کوانتیده بودن بار: بار الکتریکی همواره ضریب صحیحی از بار بنیادی (e) است ← $q = \pm ne$	



بار الکتریکی



$$1.0 \times 10^{-19} - 1.4 \times 10^{-19} = -0.4 \times 10^{-19} \text{ C}$$



$$1.0 \times 10^{-19} \times 7.5 = 7.5 \times 10^{-19} \text{ C}$$

نکته: اگر دو کره رسانای مشابه با بار x و y را با هم تماس دهیم بار آن‌ها یکسان و برابر z خواهد شد که $x + y = 2z$ و بار منتقل شده به اندازه $|x - z|$ یا $|y - z|$ و از کره منفی‌تر به کره مثبت‌تر است.

$$(3) + (9) \Rightarrow (2) + (2)$$

نکته مهم در مورد جدول تریبوالکتریک:

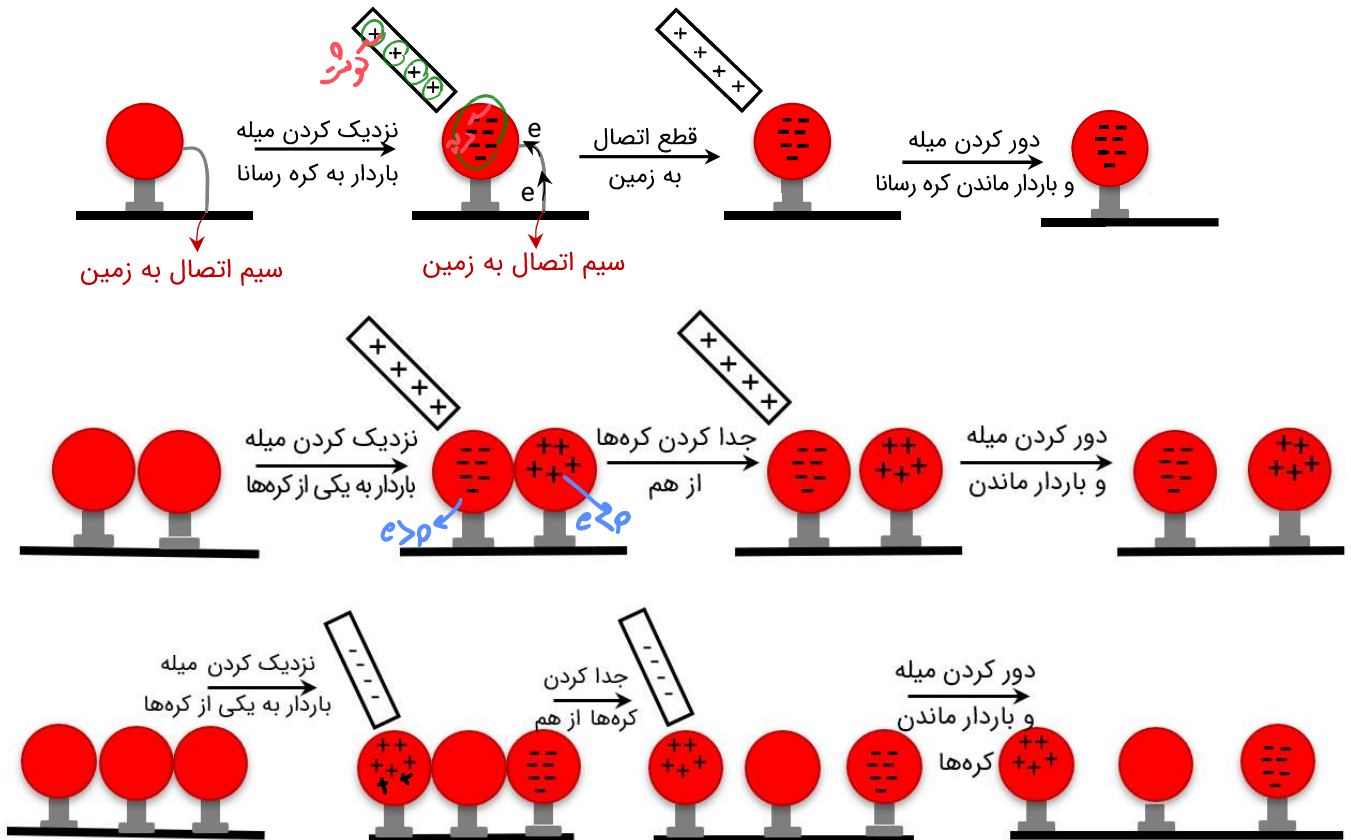
- باردار شدن اجسام به روش مالشی را نشان می‌دهد و از اصول پایداری و کوانتیده بودن بار الکتریکی پیروی می‌کند.
- در اثر مالش موی انسان به پلاستیک (بار منفی) به موی انسان (بار مثبت) وارد می‌شود.
- بهتر است به خاطر داشته باشید که در مالش پشم و پلاستیک، پشم مثبت می‌شود و در مالش شیشه و ابریشم، شیشه مثبت می‌شود. (پشم شیشه، مثبت میشه!)
- مواد پایین‌تر الکترون‌خواهی بیشتری دارند و هرچه فاصله‌ی دو ماده بیشتر باشد، الکترون بیشتری مبادله می‌شود.

سری الکتریسیته مالشی تریبوالکتریک

انتهای مثبت سری
موی انسان $+3.0$
کاغذ $+3.5$
پلاستیک
تفلون
انتهای منفی سری

الکترون خواهی بیشتر

نکته: به شکل‌های زیر می‌توان اجسام رسانا را با روش القا باردار کرد:



تعرین ۱: ۳ کره رسانای باردار A، B و C با بارهای $+8\mu C$ ، $-4\mu C$ و $-1\mu C$ داریم:

(الف) اگر B و C را با هم تماس دهیم، بار هر کره به چند μC می‌رسد؟

$$\frac{-4-1}{2} = -2.5\mu C$$

$$q = n \times e$$

(ب) اگر A و B را با هم تماس دهیم، چند μC بار الکتریکی و چند الکترون در چه جهتی جابه‌جا می‌شود؟

$$\frac{+8-4}{2} = +2\mu C$$

A به B

(پ) اگر A و C را با هم تماس دهیم، بار هر کدام چند برابر می‌شود و آیا نوع آن تغییر می‌کند؟

$$\frac{+8-1}{2} = +3.5\mu C$$

A به C

(ت) اگر کره A را به زمین تماس دهیم، چند الکترون و در کدام جهت منتقل می‌شود؟

$$\frac{+8}{1} = +8\mu C$$

از زمین به کره

(ث) اگر با کره B کره‌ی خنثی و رسانای D را با القا باردار کنیم، بار D از چه نوعی می‌شود؟

$$+8\mu C$$

(ج) اگر هر سه کره را با هم تماس دهیم و سپس از هم جدا کنیم، نوع نیروی بین کدام دو کره تغییر می‌کند؟

$$\frac{+8-4-1}{3} = \frac{3}{3} = 1\mu C$$

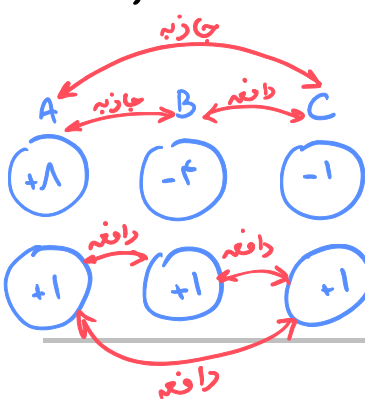
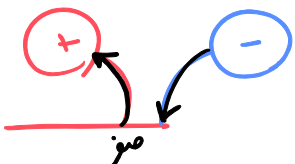
B و A
C و A

$$\frac{9 \times 10^{18}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5.625 \times 10^{37}$$

$$= n \times$$

A تغییر نکرده

C تغییر نکرده



۲۰p
۲۰e
↔
در مورد اتم کلسیم یا $z = 20$:

تعریف ۲:

الف) مجموع بار الکتریکی الکترون‌ها چند نانو کولن است؟
 $q = 20 \times 1.6 \times 10^{-19} = -32 \times 10^{-19} C = -32 \times 10^{-10} nC$

ب) مجموع بار اتم کلسیم چقدر است؟
 صفر
 $32 \times 10^{-10} + 32 \times 10^{-10} \leftarrow \text{ناتوان}$

پ) بار الکتریکی Ca^{2+} چقدر است؟
 $q = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 3.2 \times 10^{-19} C$

$\frac{q}{e} = n$

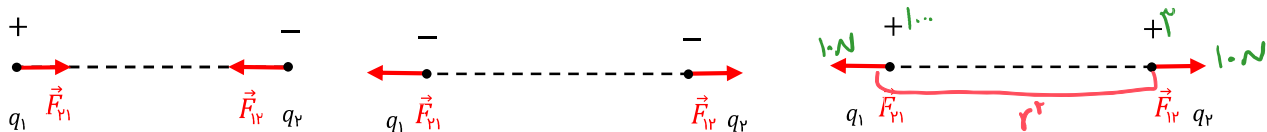
تعریف ۳: اندازه‌ی بار الکتریکی مبادله شده بین دو جسم، کدام یک از مقادیر زیر نمی‌تواند باشد؟

$\frac{2.4 \times 10^{-18} C}{1.6 \times 10^{-19}} = 15$ ✓
 $\frac{32 \times 10^{-11} C}{1.6 \times 10^{-19}} = 2000$ ✗
 $\frac{10^{-17} C}{1.6 \times 10^{-19}} = 625$ ✗
 $\frac{8 \times 10^{-10} C}{1.6 \times 10^{-19}} = 5 \times 10^9$ ✓
 $\frac{10^{-10}}{1.6} = \frac{500}{8} = \frac{250}{4} = \frac{125}{2} = 62.5$

ایستگاه مفاهیم و حفظیات:

- ۱- بالا رفتن مارمولک از دیوار همانند چسبیدن سلفون به ظروف و آذرخش، درخشش لامپ، نیروهای بین اتم‌ها و مولکول‌ها و پیام‌های عصبی، منشا الکتریکی دارند. ☒ غلط ☒ صحیح
- ۲- منشا جاذبه‌ی بین گاه و کهربا همانند جاذبه‌ی بین آهن و آهنرباست. ☒ غلط ☒ صحیح
- ۳- C واحد کوچکی است و بار یک آذرخش از مرتبه‌ی $10^6 C$ است، برای همین غالباً با واحدهایی مانند μC و nC سروکار داریم. ☒ غلط ☒ صحیح
- ۴- میله دارای بار منفی، خرده‌های کاغذ را ^{جذب} می‌کند، چون ذرات کاغذ ^{دوقطبی} هستند.
- ۵- مولد واندوگراف وسیله‌ای است که با استفاده از تسمه‌ای ^{متحرک} ثابت، بار را روی کلاهک ^{توپر فلزی} ^{تو خالی ناقلی} جمع می‌کند.

قانون کولن



$$F_{12} = F_{21} = F = k \times \frac{|q_1|}{r} \times \frac{|q_2|}{r} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

هم راستا، هم جنس، هم مقدار
در جهت مخالف

نکات حفظی و مفهومی:

۱. دو نیروی $\vec{F}_{12}$ و $\vec{F}_{21}$ کنش و واکنش هستند، یعنی هم جنس، هم اندازه و هم راستا هستند، اما در دو سوی مخالف:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad \text{و} \quad F_{12} = F_{21} = F$$

۲. شارل آگوستین کولن، برای نخستین بار به فرمول فوق برای بارهای نقطه‌ای پی‌برد.

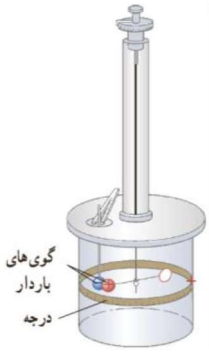
۳. k یا ثابت الکترواستاتیکی یا ثابت کولن، یک کمیت فرعی و نرده‌ای است که مقدار آن 9×10^9 (لازم نیست حفظ کنید) و یکای آن به صورت زیر است:

$$\frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot k \quad \text{یا} \quad \frac{kg \cdot m^3}{s^2 \cdot C^2} \quad \text{یا} \quad \frac{kg}{A^2 \cdot s^4}$$

۴. k را می‌توان بر حسب ϵ_0 (ضریب گذردهی الکتریکی خلاء) نیز تعریف کرد که:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad , \quad \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

۵. برای محاسبه سریع‌تر در مسائل می‌توان بار را مستقیم بر حسب میکروکولن و فاصله را بر حسب cm جایگذاری کرد و در این حالت به جای عدد k باید ۹۰ قرار بدهیم: $F = 90 \frac{\mu C \cdot \mu C}{(cm)^2}$



ترازی پدجشی کولن

$$90 \times 9 \times 10^9 \times \frac{1}{(2 \times 2)} = 10$$

تیب بندی سوالات قانون کولن

تیب ۱: جایگذاری

تعریف ۴: بار q_1 نیروی $F = 4i - 3j$ N را بر بار q_2 وارد می‌کند:

(الف) بار q_2 چه نیرویی را بر بار q_1 وارد می‌کند و اگر دو بار همنام باشند، بار q_1 در چه سمتی نسبت به q_2 قرار دارد؟

$$-4i + 3j$$

(ب) اگر بار q_1 جرمی برابر $500g$ داشته باشد، در اثر نیروی الکتریکی شتاب اولیه‌ای معادل چند $\frac{m}{s^2}$ پیدا می‌کند؟

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{10}{5} = 2$$

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

(پ) اگر بار q_1 برابر $2 \mu C$ باشد، میدان الکتریکی حاصل از بار q_2 در محل بار q_1 چقدر است؟

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

(ت) اگر مجموع دو بار $+15 \mu C$ و فاصله‌ی بین دو بار 30 سانتی‌متر باشد، هر کدام از بارها چند μC هستند؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)

$$q_1 = 5 \mu C$$

$$F = k \frac{q_1q_2}{r^2} \Rightarrow 5 = \frac{9 \times 10^9 \times q_1q_2}{10^2}$$

$$q_1q_2 = 50$$

$$q_1 + q_2 = 15$$

(ث) اگر دو بار را به مکان‌های $(3, -7)$ و $(15, 2)$ منتقل کنیم، نیروی بین آن‌ها به چند نیوتون می‌رسد؟

$$F = k \frac{q_1q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 10 \times 10}{10^2} = 90$$

$$F = 12N$$

تعریف ۵: مطابق نمودار روبه‌رو، دو بار در فاصله‌ی $2cm$ از یکدیگر چه نیرویی به هم وارد می‌کنند؟

$$F = k \frac{q_1q_2}{r^2}$$

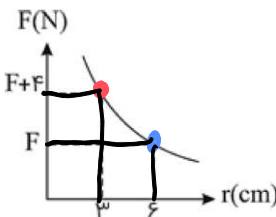
$$\frac{F + F}{F} = F$$

$$F + F = 4F$$

$$F = 3F$$

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

$$F = 12N$$



$$F = k \frac{q_1q_2}{r^2}$$

$$1 \text{ F} = \frac{9 \times 9}{r^2}$$

تیپ ۲: چند برابری

تعریف ۶: اگر بار q_1 را ۲ برابر کنیم و از بار q_2 ۲۸٪ کم کنیم، فاصله‌ی بین دو بار را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا نیروی بین دو بار ثابت بماند؟

$$1 \text{ F} = \frac{9 \times 9}{r^2} \rightarrow 0.72$$

$$4.0 \times \frac{1}{r^2} = 1.44 \times \frac{1}{r^2}$$

$$-4.0 \times \frac{1}{r^2} = -1.44 \times \frac{1}{r^2}$$

$$-4.0 \times \frac{1}{r^2} = -1.44 \times \frac{1}{r^2}$$

$$1 = \frac{1.44}{r^2} \Rightarrow r^2 = 1.44 \Rightarrow r = 1.2$$

۲۰٪ یا ۲۰٪ افزایش

تعریف ۷: دو کره A و B دارای بار الکتریکی هم اندازه هستند، اگر ۴۰ درصد از بار یکی را به دیگری بدهیم، نیرو در حالتی که بار دو کره هم‌نام باشد یا ناهم‌نام باشد، چند درصد تغییر می‌کند؟

$$+9 \rightarrow -9$$

$$+9 \rightarrow -9$$

$$+9 \rightarrow -9$$

$$+9 \rightarrow -9$$

$$F = 14 \times 14 = 196$$

۶۴ درصد کاهش

$$+9 \rightarrow +9$$

$$+9 \rightarrow +9$$

$$+9 \rightarrow +9$$

$$+9 \rightarrow +9$$

$$F = 9 \times 9$$

$$16 \times 16 = 256$$

$$14 \text{ درصد کاهش}$$

تعریف ۸: دو کره‌ی الکتریکی دارای بارهای $8 \mu C$ و $2 \mu C$ را با هم تماس می‌دهیم و فاصله‌ی بین آن‌ها را ۲ برابر می‌کنیم. اگر نیروی بین دو کره $97.5 N$ تغییر کند، نیروی اولیه چند نیوتون بوده و فاصله‌ی اولیه بین دو بار چند سانتی‌متر است؟

$$2 \rightarrow 8$$

$$8 \rightarrow 8$$

$$F = \frac{8 \times 8}{r^2} = \frac{64}{r^2}$$

$$F_1 = \frac{8 \times 2}{r^2} = \frac{16}{r^2}$$

$$97.5 \rightarrow 16$$

$$16 \rightarrow 97.5$$

$$16 \rightarrow 97.5$$

$$16 \rightarrow 97.5$$

$$F = \frac{1}{r^2} \Rightarrow 97.5 = \frac{1}{r^2}$$

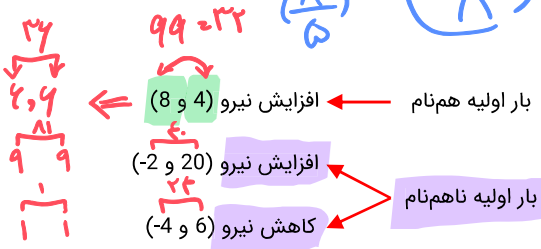
$$F = 12$$

تعریف ۹: دو بار q_1 و q_2 که در فاصله‌ی d از هم قرار دارند به اندازه‌ی x به هم نزدیک می‌کنیم و نیروی بین آن‌ها ۶/۲۵ برابر می‌شود:

$$F = \frac{1}{r^2} \Rightarrow 6.25 = \frac{1}{(d-x)^2} = \frac{1}{d^2} \Rightarrow 2.5 = \frac{d}{d-x}$$

$$2.5d - 2.5x = d \Rightarrow 1.5d = 1.5x \Rightarrow d = x$$

$$F = \frac{1}{r^2} = \frac{25}{4}$$



اگر دو بار را به اندازه‌ی x از هم دور کنیم، نیروی بین آن‌ها چند برابر می‌شود؟

$$d \rightarrow d + x$$

$$d \rightarrow d + x$$

$$d \rightarrow d + x$$

$$d \rightarrow d + x$$

جمع‌بندی تماس دو کره‌ی باردار مشابه

یکسان شدن بار دو کره

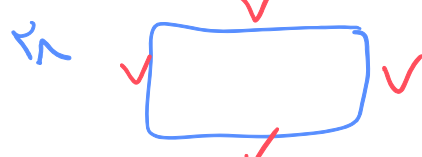
بار اولیه هم‌نام

افزایش نیرو (۴ و ۸)

افزایش نیرو (۲۰ و ۴)

کاهش نیرو (۶ و ۴)

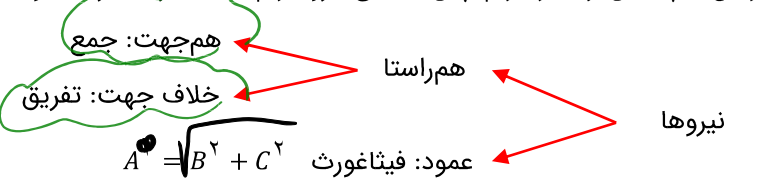
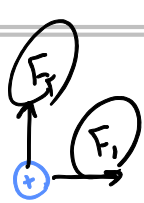
بار اولیه ناهم‌نام



نکته: بیشترین مقدار نیرو بین دو کره‌ی هم‌نام، وقتی است که بارهایشان برابر باشد، یا به عبارتی با هم تماس داده شوند.

تیپ ۳: برداری

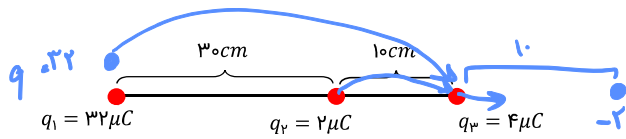
در این تیپ بیش از ۲ بار داریم، پس تعدادی نیرو داریم که باید برابند گرفته شود.



$$+q_1$$

تکنیک تجميع بار

وقتی بخواهیم برآیند میدان‌های دو یا چند بار را در یک نقطه محاسبه کنیم، یا برآیند نیروهای وارد بر یک بار را به وسیله‌ی دو یا چند بار محاسبه کنیم، می‌توانیم به جای محاسبه‌ی میدان یا نیروی آن بارها به صورت مجزا، بارها را تجميع کرده و در نهایت یکبار محاسبه کنیم.



تعرین ۱۰: مطابق شکل روبه‌رو:

الف) نیروی الکتریکی بار q_3 بر q_1 را حساب کنید.

$$F_{13} = \frac{9 \times 32 \times 4}{140^2} = \frac{9 \times 128}{19600} = 7.2$$

$$F = \frac{14}{14} \times \frac{9}{2.0} = 7.2$$

ب) نیروی الکتریکی بار q_2 بر q_3 را حساب کنید.

$$F_{23} = \frac{9 \times 2 \times 4}{10^2} = 7.2$$

پ) چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
اگر فاصله بار 0 برابر n باشد، و q برابر کنیم نیز در آن تغییری نمی‌کند.

★ **توجه کنید** که بار q_1 در نقطه‌ی M میدانی به بزرگی $\frac{k q_1}{r^2}$ ایجاد می‌کند. چون k ثابت است، اگر r را n برابر کنیم، باید q_1 را n^2 برابر کنیم، تا میدان در نقطه‌ی M ثابت بماند.

چون بزرگ n برابر 10 ما

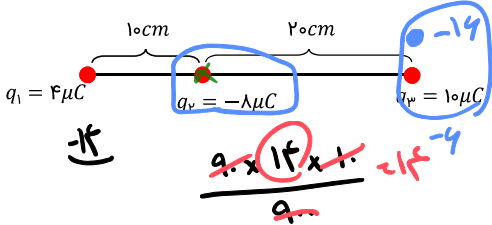
هم طرف مثبت خلافتش منفی است

می‌شود n^2 برابر بار ما

می‌شود آسان بین‌سان کار ما!

$10 \rightarrow 30 = \frac{3}{1} \times 10$

$18 - 4 = 14$



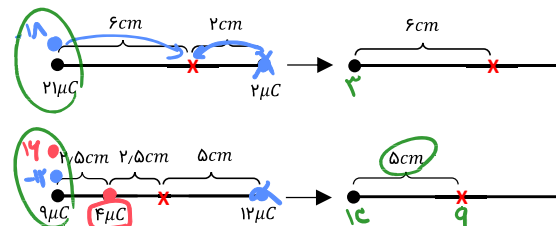
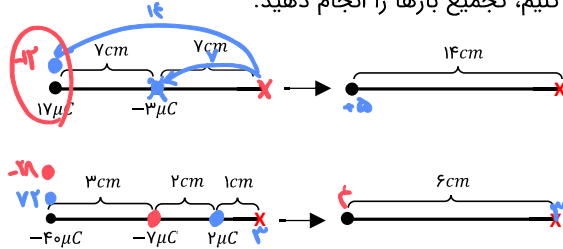
تعرین ۱۱: برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 را در شکل زیر محاسبه کنید:

$$F_{23} = \frac{9 \times 8 \times 10}{30^2} = 18$$

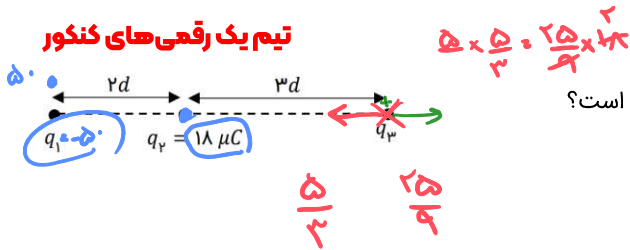
$$F_{13} = \frac{9 \times 4 \times 10}{20^2} = 4$$

$$\frac{9 \times 4 \times 10}{20 \times 20}$$

تعرین ۱۲: در شکل‌های زیر اگر بخواهیم نیرو یا میدان را در نقطه قرمز رنگ حساب کنیم، تجميع بارها را انجام دهید.



تیم یک رقی‌های کنکور

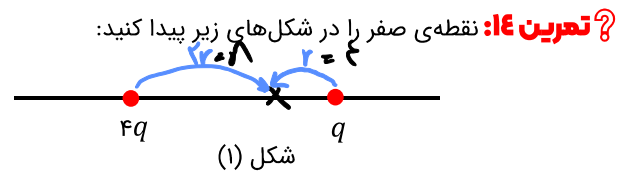
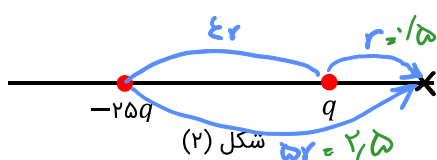


تعریف ۱۳: اگر در شکل برابری نیروهای وارد بر q_3 صفر باشد، q_1 چند میکروکولن است؟

قضیه پدر و مادر:

اگر دو بار داشته باشیم (پدر و مادر) روی خط واصل آن‌ها نقطه‌ای وجود دارد که میدان صفر است. و اگر یک بار در این نقطه قرار دهیم، نیروی وارد بر آن صفر می‌شود. (محل قرار گرفتن بچه) الگوریتم یافتن نقطه صفر: (محل بچه)

آیا دو بار هم علامت هستند؟
(پدر و مادر هم دل هستند؟)
بله: نقطه صفر بین دو بار نزدیک به بار با اندازه کوچک‌تر است.
خیر: نقطه صفر خارج از دو بار و نزدیک به بار با اندازه کوچک‌تر است.

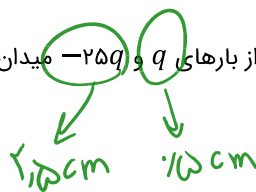


الف) اگر در شکل (۱) فاصله‌ی بین دو بار 12cm باشد، بار $q = 6\text{ }\mu\text{C}$ را در چه فاصله‌ای از بارهای q و $4q$ قرار دهیم تا نیروی وارد بر آن برابر صفر باشد؟

$$r_2 = 12\text{cm}$$

$$r = 5\text{cm}$$

ب) اگر در شکل (۲) فاصله‌ی بین دو بار 2cm باشد، در چه فاصله‌ای از بارهای q و $-25q$ میدان الکتریکی برابر صفر است؟



$$r_2 = 2$$

$$r = 1/5$$

پ) در شکل (۲)، اگر فاصله‌ی بین ۲ بار ۳ برابر کنیم، فاصله‌ی نقطه‌ی صفر از ۲ بار چه تغییری می‌کند؟

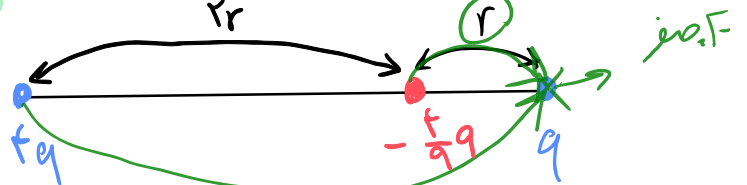
$$r_2 = 4\text{cm}$$

$$r = 1/5$$

$$r_2 = 3 \text{ برابر}$$

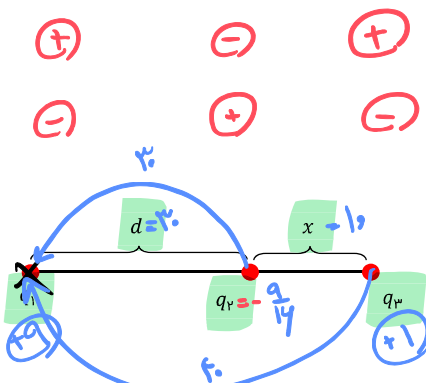
$$r = 3 \text{ برابر}$$

ت) بار چند کولنی را در مکان مناسب در شکل (۱) قرار دهیم تا نیروی وارد بر هر سه بار صفر شود؟



تعریف ۱۵: در شکل روبه‌رو برابری نیروهای وارد بر هر سه بار صفر است:

الف) اگر $q_1 = +9\text{ }\mu\text{C}$ و $q_3 = +1\text{ }\mu\text{C}$ و $x = 10\text{cm}$ باشد، d و q_2 را محاسبه کنید.

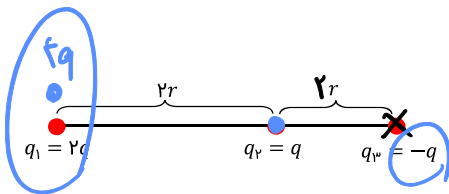


ب) اگر $x = 8\text{cm}$ و $d = 12\text{cm}$ و $q_3 = -4\text{ }\mu\text{C}$ باشد، q_1 و q_2 را محاسبه کنید.

$$\frac{1}{r_1} = \left(\frac{4}{10}\right)^2 \times 14$$

$$\frac{1}{r_1} = \left(\frac{4}{10}\right)^2 \times 14$$

نکته: در سوالاتی که هر سه بار در حال تعادل هستند، علامت دو بار طرفین یکسان و مخالف بار وسطی است.



$$= \frac{27}{22}$$

$$\frac{k \times 11q \times q}{9r^2}$$

تعرین ۱۶: سه بار مطابق شکل روی یک خط راست قرار دارند:

(الف) برایند نیروهای وارد بر q_2 چند برابر برایند نیروهای وارد بر q_3 است؟

$$\frac{k \times 2q \times q}{4r^2}$$

(ب) اگر علامت q_1 قرینه شود، برایند نیروهای وارد بر q_2 چند برابر می‌شود و جهت آن چه تغییری می‌کند؟

تغییر نمی‌کند

$$\frac{k \times 2q \times q}{4r^2}$$

(پ) اگر جای q_1 و q_3 را عوض کنیم، برایند نیروهای وارد بر q_2 چند برابر می‌شود و جهت آن چه تغییری می‌کند؟

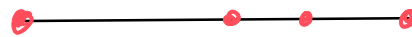
جهت ۱۸۰ درجه تغییر

$$\frac{k \times 9q \times q}{4r^2}$$

(ت) اگر q_1 را به اندازه‌ی r از q_2 دور کنیم، برایند نیروهای وارد بر آن چند برابر می‌شود؟

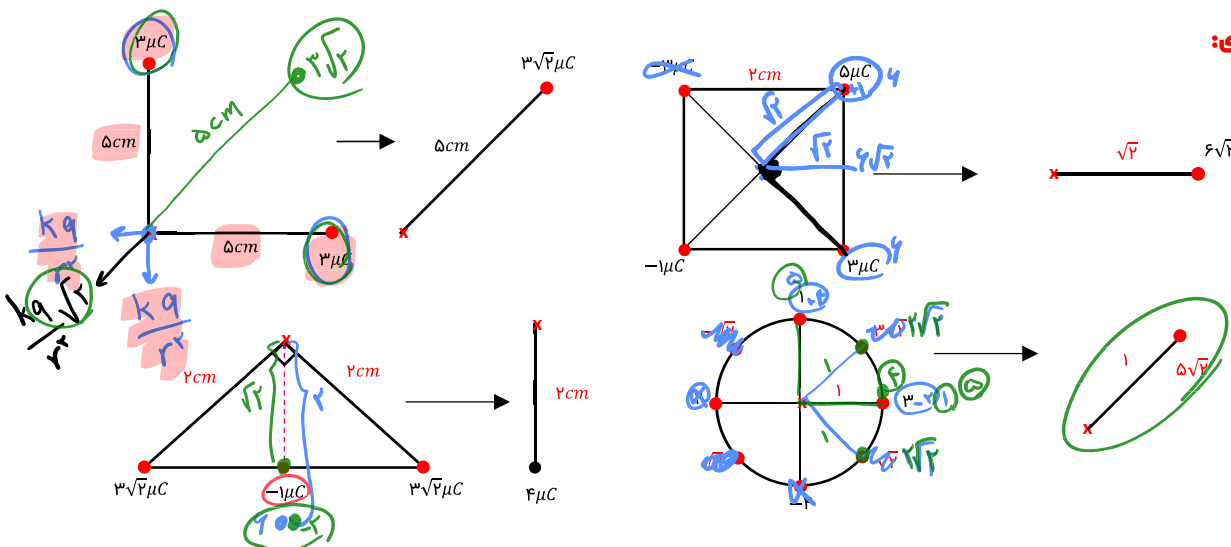
$$\frac{k \times 4q \times q}{16r^2}$$

$$\frac{k \times 11q \times q}{9r^2}$$



در تمرین‌های قبلی، بارها نسبت به نقطه‌ای که می‌خواهیم میدان یا نیرو را در آن محاسبه کنیم هم راستا بودند، اما اگر بارها عمود بودند و فاصله‌ها و مقادیر برابر باشند، می‌توانیم از قاعده‌ی فیثاغورث استفاده کنیم. یعنی بار برآیند $q\sqrt{2}$ است.

۴ مثال بنیادی:



تعرین ۱۷: چهار بار نقطه‌ای مطابق شکل در ۴ رأس یک مربع قرار دارند:

(الف) اگر برایند نیروهای وارد بر بار q_5 در مرکز مربع صفر باشد، چه رابطه‌ای بین بارها وجود دارد؟

$$q_1 = q_2$$

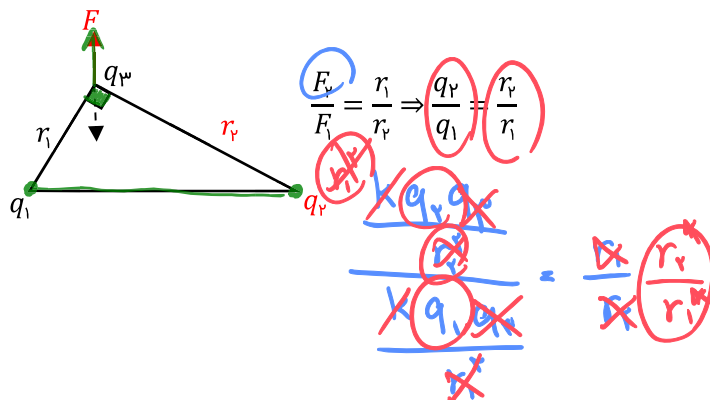
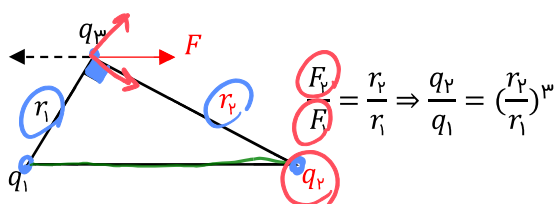
$$q_3 = q_4$$

(ب) اگر برایند نیروهای وارد بر q_2 صفر باشد، چه رابطه‌ای بین بارها وجود دارد؟

$$q_1 = q_3 = q$$

$$q_4 = -2\sqrt{2}q$$

در برخی سوالات میدان در راس یک مثلث قائم‌الزاویه بررسی می‌شود که یا عمود بر وتر است یا موازی آن:



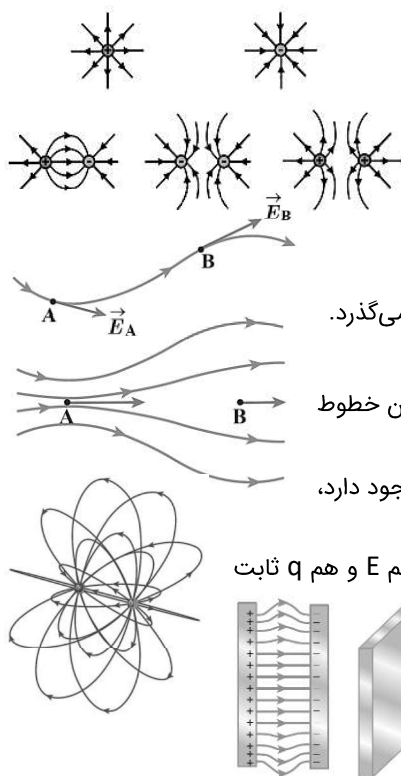
✓ درسنامه میدان، پتانسیل و انرژی پتانسیل الکتریکی

میدان الکتریکی

همانطور که در قسمت قبل آموختیم، اگر در اطراف بار q بار q را قرار دهیم نیروی F از q به q وارد می‌شود. پس بار q در فضای پیرامون خود خاصیتی را ایجاد کرده است که به آن میدان الکتریکی می‌گوییم و با $\vec{E}$ نشان می‌دهیم.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = E \cdot q \quad \text{مقدار:}$$

جهت: اگر بار مثبت q (بار آزمون) را در هر نقطه‌ای از فضا قرار دهیم، جهت نیروی وارد بر آن جهت $\vec{E}$ را نیز نشان می‌دهند.



۱- نخستین بار مایکل فارادی مطابق شکل روبرو برای تجسم بردارهای میدان الکتریکی از خطوط میدان استفاده کرد.

۲- طبق شکل‌های روبرو می‌توان گفت خطوط میدان از بار مثبت شروع و به بار منفی ختم می‌شود.

۳- بردار میدان الکتریکی در هر مکان بر خطوط میدان مماس است و با آن هم جهت است.

۴- میزان تراکم خطوط میدان در هر نقطه از فضا، نشان دهنده‌ی اندازه آن میدان است. هر چه خطوط متراکم‌تر باشند، میدان قوی‌تر است.

۵- خطوط میدان هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند، به عبارتی از هر نقطه از اطراف بار فقط یک خط میدان می‌گذرد.

۶- مطابق شکل تجسم واقعی خطوط میدان در فضا است و طرحی سه بعدی دارد.

۷- مطابق فرمول $E = \frac{kq}{r^2}$ با افزایش q و کاهش r (نزدیک شدن به بار) میدان افزایش می‌یابد، بنابراین خطوط میدان متراکم و فشرده‌تر می‌شوند.

۸- مطابق شکل روبرو، در میدان الکتریکی یکنواخت که بین دو صفحه با بارهای ناهمنام و دور از لبه‌ها وجود دارد، خطوط میدان موازی، هم‌جهت و هم‌فاصله هستند، یعنی میدان در تمام نقاط یکسان است.

۹- بار q را در هر نقطه‌ای از میدان یکنواخت قرار دهیم، نیروی ثابتی به آن وارد می‌شود. $F = Eq$ و هم E و هم q ثابت هستند.

۱۰- یکاهای میدان الکتریکی $\frac{N}{C}$ ، $\left(\frac{kgm^2}{As^3}\right)$ ، $\frac{V}{m}$ و $\frac{J}{C.m}$ می‌باشند.

۱۱- گرده‌ها به دلیل میدان الکتریکی، از گل به زنبور و از زنبور به گل دیگر منتقل می‌شود.