

درس‌نامه + پرسش‌های چهارگزینه‌ای + پاسخ‌های کاملاً تشریحی

ویژه رشته ریاضی

فیزیک^۲

ویراست دوم

رضا خالو، امیرعلی میری



انتشارات
انگه

ویراست دوم

بی‌مقدمه شروع کنیم! اندیشیدن را، گوهر وجود آدمی و باعث جاودانگی بشر می‌دانیم. گالیله، نیوتون و اینشتین در پرتو اندیشیدن، به خورشیدهای بی‌غروب تبدیل شده‌اند.


با اعتقاد به این مطلب، در نوشتن این مجموعه تست نیز سعی ما بر این بود که نه با تکرار یک موضوع، که با فراهم آوردن ساختار منطقی بررسی یک موضوع به دانش‌آموز در مسیر یادگیری و اندیشیدن کمک کنیم.

با گذر از سال دهم و ورود به پایه یازدهم و نزدیک شدن به شرایط کنکور به نظر می‌رسد که باید دانش‌آموز تلاش بیشتری به خرج دهد و به یادگیری خود عمق بیشتری ببخشد. از این رو برای آسان‌تر شدن گذر شما از این مرحله کتاب یازدهم را با ویژگی‌های زیر تألیف کرده‌ایم.

۱ هر فصل به چند بخش و قسمت تقسیم شده است.


۲ هر بخش و قسمت شامل درس‌نامه‌ای خلاصه به همراه تست‌های آموزشی است. در درس‌نامه نیز بعد از هر تیپ سؤالی، شماره‌های تست‌های مشابه با آن از بخش تست‌های آموزشی ذکر شده است تا با استفاده از آن‌ها تسلط کامل نسبت به آن تیپ سؤالی پیدا کنید.

۳ تست‌های آموزشی بعد از درس‌نامه از ساده به دشوار چیده شده‌اند، که در این تست‌ها علاوه بر تست‌های تألیفی، تست‌هایی از کنکورهای سال‌های گذشته و آزمون‌های آزمایشی معتبر که متناسب با مطالب جدید کتاب درسی هستند، قرار گرفته است.

۴ در بخش تست‌های آموزشی برای برخی از تست‌ها که لازم دیده‌ایم تست‌های مشابهی در پاسخ گذاشته‌ایم تا اگر شما در این بخش نتوانستید تست موردنظر را حل کنید، بعد از خواندن پاسخ و فهم تست، تست شبیه به آن را خودتان حل کنید. پاسخ کلیدی این تست‌ها در پاسخ همان تست قرار دارد و می‌توانید پاسخ تشریحی آن را با اسکن QR Code ابتدای فصل یا با مراجعه به سایت الگو دریافت کنید. همچنین برای اینکه متوجه شوید که تست، شامل یک تست مشابه در پاسخ است، علامت  در کنار شماره تست قرار گرفته است.

۵ در پاسخ تست‌های مهم، بخشی به نام خط فکری قرار داده شده است، که به نوعی استراتژی حل تست و ایده‌های مهم تست در آن بیان شده است. بهتر است که اگر نتوانستید این تست‌ها را حل کنید ابتدا خط فکری آن را بخوانید، سپس خودتان باقی حل را انجام دهید.

۶ در پاسخ تست‌ها، سطح هر تست را مشخص کرده‌ایم؛ (A) تست‌های ساده، (B) تست‌های متوسط و (C) تست‌های دشوار را مشخص می‌کنند.

۷ برای مرور سریع فصل تست‌هایی را مشخص کرده‌ایم که با علامت  مشخص شده‌اند.

۸ برای هر بخش نیز تست‌های نسبتاً دشوار را که برای تفهیم بهتر مطالب به شما کمک می‌کنند به عنوان تست‌های سطح دوم قرار داده‌ایم. اگر تست‌های بخش آموزشی را حل کردید و دنبال تست‌های سخت‌تر هستید این تست‌ها را حل کنید. (البته بهتر است قبل از حل، از دبیر خود برای حل این بخش مشورت بگیرید.) پاسخ تست‌های این بخش را نیز با اسکن QR Code از ابتدای فصل یا با مراجعه به سایت الگو دریافت کنید. (پاسخنامه کلیدی این تست‌ها نیز در آخر کتاب آمده است.)

۹ در پایان هر فصل آزمون‌هایی تستی آورده‌ایم که می‌توانید با حل آن‌ها ضمن مرور مطالب، توانایی و مهارت خود را بسنجید. در پاسخ برخی از تست‌های آزمون، شماره تست‌های مشابه با آن تست را قرار داده‌ایم تا بعد از تصحیح آزمون، برای تحلیل آن به شما کمک کنند.

۱۰ در آخر کتاب هم سه آزمون جامع از کل مطالب فیزیک پایه یازدهم قرار داده‌ایم.

در پایان لازم است از تلاش صمیمانه کارکنان نشر الگو سپاسگزاری کنیم، در واحد ویرایش خانم‌ها زهره نوری و زهرا امیدوار و همچنین آقای سروش سعیدی که ویرایش این کتاب بی‌یاری ایشان امکان‌پذیر نبود، از خانم‌ها راضیه صالحی، فاطمه احدی و شیما هاشمی برای صفحه‌آرایی کتاب، همچنین از سرکار خانم سکینه مختار مسئول واحد ویراستاری و حروفچینی قدردانی می‌کنیم.

رضا خالو

امیرعلی میری

فهرست

● فصل اول: الکتریسیته ساکن

- بخش دوم (قسمت دوم): توان در مدارهای الکتریکی ... ۱۲۱
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم (قسمت دوم) ... ۱۲۶
- بخش سوم (قسمت اول): ترکیب مقاومت‌ها ... ۱۳۴
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم (قسمت اول) ... ۱۴۳
- بخش سوم (قسمت دوم): بررسی ولت‌سنج و آمپرسنج در مدار ... ۱۵۶
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم (قسمت دوم) ... ۱۵۸
- بخش چهارم (قسمت اول): توان الکتریکی در مدار ... ۱۶۳
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم (قسمت اول) ... ۱۶۸
- بخش چهارم (قسمت دوم): بررسی اثر تغییر مقاومت مدار بر جریان و ولتاژ ... ۱۷۴
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم (قسمت دوم) ... ۱۷۵
- آزمون ۱ ... ۱۸۱
- آزمون ۲ QR Code ...

● فصل سوم: مغناطیس

- بخش اول (قسمت اول): مفاهیم اولیه مغناطیس ... ۱۸۶
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت اول) ... ۱۸۹
- بخش اول (قسمت دوم): نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک در میدان مغناطیسی ... ۱۹۲
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت دوم) ... ۱۹۵
- بخش اول (قسمت سوم): نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان ... ۱۹۸
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت سوم) ... ۲۰۱

- بخش اول (قسمت اول): بار الکتریکی ... ۲
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت اول) ... ۸
- بخش اول (قسمت دوم): قانون کولن ... ۱۱
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت دوم) ... ۱۸
- بخش دوم: میدان الکتریکی ... ۳۰
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم ... ۳۹
- بخش سوم (قسمت اول): انرژی پتانسیل الکتریکی - پتانسیل الکتریکی ... ۵۱
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم (قسمت اول) ... ۵۷
- بخش سوم (قسمت دوم): میدان الکتریکی در داخل رساناها ... ۶۴
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم (قسمت دوم) ... ۶۸
- بخش چهارم: خازن ... ۷۶
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ... ۸۱
- آزمون ۱ ... ۸۸
- آزمون ۲ QR Code ...

● فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای

جریان مستقیم

- بخش اول: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم ... ۹۲
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول ... ۱۰۱
- بخش دوم (قسمت اول): نیروی محرکه الکتریکی و مدارها ... ۱۱۰
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم (قسمت اول) ... ۱۱۶

● آزمون‌های جامع

آزمون جامع ۱ ۲۷۸

آزمون جامع ۲ ۲۸۱

آزمون جامع ۳ ۲۸۴

● فصل پنجم: پاسخ‌های تشریحی

پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای سطح دوم QR Code

پاسخ تشریحی آزمون‌ها QR Code

پاسخنامه کلیدی ۴۲۵

سؤالات کنکور ۱۳۹۹ ۴۳۰

پاسخ تشریحی کنکور ۱۳۹۹ ۴۳۶

سؤالات کنکور ۱۴۰۰ ۴۴۲

پاسخنامه کلیدی کنکور ۱۴۰۰ ۴۴۸

سؤالات کنکور ۱۴۰۱ ۴۵۰

پاسخنامه کلیدی کنکور ۱۴۰۱ ۴۵۶

بخش دوم (قسمت اول): میدان مغناطیسی سیم راست حامل

جریان ۲۰۷

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم (قسمت اول) ۲۱۱

بخش دوم (قسمت دوم): میدان مغناطیسی حلقه دایره‌ای و

سیملوله حامل جریان ۲۱۵

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم (قسمت دوم) ۲۲۰

بخش دوم (قسمت سوم): ویژگی‌های مغناطیسی مواد ۲۲۶

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم (قسمت سوم) ۲۲۷

آزمون ۱ ۲۳۱

آزمون ۲ QR Code

● فصل چهارم: القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

بخش اول (قسمت اول): پدیده القای الکترومغناطیسی ۲۳۴

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت اول) ۲۳۶

بخش اول (قسمت دوم): قانون القای الکترومغناطیسی فاراده ۲۳۸

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت دوم) ۲۴۴

بخش اول (قسمت سوم): نمودارها ۲۵۰

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت سوم) ۲۵۲

بخش دوم (قسمت اول): القاگرها ۲۵۸

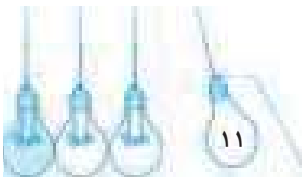
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم (قسمت اول) ۲۶۱

بخش دوم (قسمت دوم): جریان متناوب ۲۶۶

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم (قسمت دوم) ۲۷۰

آزمون ۱ ۲۷۵

آزمون ۲ QR Code



۲۵- میله‌ای با بار الکتریکی مثبت را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. ورقه‌های الکتروسکوپ ابتدا بسته و سپس از هم باز می‌شوند. بار الکتریکی الکتروسکوپ در ابتدا از چه نوع بوده است؟

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

۲۶- اگر الکتروسکوپی با بار منفی باردار شده باشد و کره فلزی خنثی‌ای را به آرامی به کلاهک آن نزدیک کنیم، انحراف ورقه‌ها چگونه خواهد بود؟

- (۱) به آرامی کم می‌شود. (۲) به آرامی زیاد می‌شود. (۳) ثابت می‌ماند. (۴) ورقه‌ها نوسان می‌کنند.

۲۷- اگر به کلاهک الکتروسکوپ که دارای بار الکتریکی مثبت است، یک میله رسانا با بار منفی را نزدیک کنیم و ثابت نگه داریم، مشاهده می‌کنیم (میله رسانا به کلاهک الکتروسکوپ برخورد نمی‌کند).

- (۱) فاصله دو صفحه الکتروسکوپ کم می‌شود. (۲) فاصله دو صفحه الکتروسکوپ ابتدا کم شده و سپس افزایش می‌یابد. (۳) دو صفحه الکتروسکوپ به هم می‌چسبند. (۴) هر سه گزینه ممکن است.

۲۸- جدول مقابل قسمتی از جدول الکتریسیته مالشی است. اگر میله‌ای از جنس A را با یکی از پارچه‌های

انتهای مثبت سری
پارچه ابریشمی
A
B
پارچه کتان
انتهای منفی سری



جدول مالش داده و به آرامی به الکتروسکوپ نزدیک کنیم، ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک می‌شوند و اگر میله‌ای از جنس B را با یکی از پارچه‌های جدول مالش دهیم و به الکتروسکوپ نزدیک کنیم، ورقه‌های الکتروسکوپ از هم دور می‌شوند. پارچه‌هایی که میله‌های A و B را با آن مالش داده‌ایم، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) پارچه کتان - پارچه ابریشمی (۲) پارچه کتان - پارچه کتان (۳) پارچه ابریشمی - پارچه ابریشمی (۴) پارچه ابریشمی - پارچه کتان

بخش اول (قسمت دوم): قانون کولن

نیروی که دو جسم باردار به هم وارد می‌کنند از قانونی به نام قانون کولن پیروی می‌کند که به صورت زیر بیان می‌شود.

تعریف قانون کولن: نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار نقطه‌ای با حاصل ضرب اندازه آن‌ها متناسب و با مجذور فاصله آن‌ها نسبت وارون دارد.

q_1 و q_2 بار دو جسم بر حسب کولن

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

فاصله دو بار بر حسب متر (m) r^2

$k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$ ثابت کولن

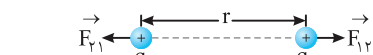
در این رابطه فقط اندازه بار را جایگذاری می‌کنیم و علامت بار تأثیری در رابطه ندارد.

جهت نیرو با توجه به ناهمنام یا همنام بودن بارها و جاذبه و دافعه بودن نیروی بین بارها تعیین می‌شود.

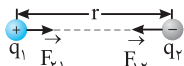
ثابت کولن را می‌توان بر حسب ثابت دیگری به نام ضریب گذردهی الکتریکی خلاء (ϵ_0) نوشت: $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N.m}^2$ ، $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

راستی نیروی الکتریکی کمیتی برداریم و با قانون کولن اندازه بردار نیرو به دست می‌آید.

نیروی بین دو بار همواره در راستای خط مستقیم بین دو بار است. به شکل‌های زیر دقت کنید.



الف-نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی همنام، دافعه است.



ب-نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی ناهمنام، جاذبه است.

راستی با قانون سوم نیوتون اندازه نیروی که بر q_1 بر اثر q_2 وارد می‌کند، (F_{12}) برابر با

اندازه نیروی که بر q_2 بر اثر q_1 وارد می‌کند (F_{21}) ، البته \vec{F}_{12} و \vec{F}_{21} در خلاف جهت هم هستند.

حال برای این که بزرگی بار یک کولنی رو درک کنید به مثال عددی زیر دقت کنید.

مثال: با نیرویی که دو بار الکتریکی یک کولنی در فاصله یک کیلومتری از یکدیگر بر هم وارد می‌کنند، حداکثر وزنه چند کیلوگرمی را می‌توان از زمین

بلند کرد؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$) با توجه به قانون کولن:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F_E = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 1}{(10^3)^2} = 9000 \text{ N}$$

با این نیرو می‌توان وزنه‌ای به جرم 900 kg ($9000 \text{ N} = mg \Rightarrow m = \frac{9000}{10} = 900 \text{ kg}$) را از زمین بلند کرد.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت بار یک کولنی، بار بسیار بزرگی است که می‌تواند از فاصله ۱۰۰۰ متری بر بار یک کولنی دیگر نیرویی به این بزرگی وارد کند. راستی به قانون کولن توجه کنید که اگر بارها را دو برابر کنید، نیروی بین دو بار دو برابر می‌شود و اگر فاصله بین بارها را دو برابر کنید، نیروی بین دو بار $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود یعنی نیروی الکتریکی با هر ذره نسبت مستقیم و با مجذور فاصله دو ذره برعکس، نسبت وارون دارد.

تست ۹ دو بار الکتریکی همنام به فاصله d از یکدیگر قرار دارند و با نیروی F یکدیگر را می‌رانند. این دو بار را چه اندازه و در چه جهتی جابه‌جا کنیم

تا نیروی رانش بین دو بار $\frac{F}{3}$ شود؟

(۱) $d\sqrt{3}$ ، از هم دور کنیم. (۲) $d\sqrt{3}$ ، به هم نزدیک کنیم. (۳) $d(\sqrt{3}-1)$ ، از هم دور کنیم. (۴) $d(\sqrt{3}-1)$ ، به هم نزدیک کنیم.

پاسخ با توجه به قانون کولن در دو حالت رابطه کولن را نوشته بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{cases} F = k \frac{|q| \times |q|}{d^2} \\ F' = k \frac{|q| \times |q|}{d'^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{d}{d'}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{3} = \left(\frac{d}{d'}\right)^2 \Rightarrow d' = \sqrt{3}d$$

فاصله جدید بین دو بار $\sqrt{3}d$ است.

برای به دست آوردن جهت و اندازه حرکت فاصله جدید و قدیم را از یکدیگر کم می‌کنیم.

$$d' - d = \sqrt{3}d - d = (\sqrt{3} - 1)d$$

چون $(\sqrt{3} - 1)$ مقداری مثبت است پس باید دو بار را از هم دور کنیم.

گزینه ۳

نکته در بعضی از تست‌ها از شما در مورد شتاب پرسش می‌شود که باید از قانون دوم نیوتون $F = ma$ کمک بگیرید.

تست ۱۰ دو ذره A و B به ترتیب دارای جرم m_A و $m_B = 3m_A$ و بار q_A و $q_B = \frac{1}{4}q_A$ در نزدیکی هم قرار دارند. اگر بر هر ذره تنها نیروی

الکترواستاتیکی ذره دیگر وارد شود و تحت تأثیر این نیرو هر ذره شتاب بگیرد، شتاب ذره A چند برابر شتاب ذره B است؟

(۱) ۶ (۲) $\frac{2}{3}$ (۳) ۳ (۴) $\frac{1}{6}$

پاسخ بنا به قانون سوم نیوتون نیروی الکترواستاتیکی که ذره A بر ذره B وارد می‌کند با نیروی الکترواستاتیکی که ذره B بر ذره A وارد می‌کند،

$$|F_A| = |F_B| \Rightarrow m_A |a_A| = m_B |a_B| \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{m_B}{m_A} = 3$$

برابر و در خلاف جهت هم هستند. از این‌رو:

گزینه ۳

تست‌های مشابه: تست‌های ۲۹ تا ۳۹

تست ۱۱ دو بار الکتریکی نقطه‌ای یکسان در فاصله ثابتی از هم قرار دارند و به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار الکتریکی یکی را

تجربی - ۸۸

کم کرده و همان مقدار بر بار دیگری اضافه کنیم، نیرویی که به هم وارد می‌کنند، چند F می‌شود؟

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

پاسخ هنگامی که ۲۵٪ از بار یکی را کم می‌کنیم یعنی $\frac{25}{100} = \frac{1}{4}$ از بار q کم کرده‌ایم و قرار است همین مقدار را به دیگری اضافه کنیم، در این صورت

$$q'_1 = q - \frac{1}{4}q \Rightarrow q'_1 = \frac{3}{4}q, \quad q'_2 = q + \frac{1}{4}q \Rightarrow q'_2 = \frac{5}{4}q$$

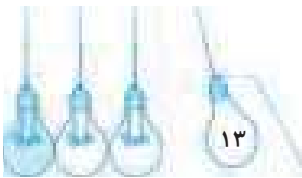
بار جدید هر یک خواهد شد:

اکنون نیروی دو بار را در حالت اول و دوم به دست آورده و بر هم تقسیم می‌کنیم تا متوجه شویم نیرو چند برابر شده است.

$$\frac{F'}{F} = \frac{k \frac{(\frac{3}{4}q)(\frac{5}{4}q)}{r^2}}{k \frac{(q)(q)}{r^2}} = \frac{15}{16}$$

گزینه ۳

تست‌های مشابه: تست‌های ۴۰ تا ۴۹



نشرالگو

تست ۱۲ دو کره فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_1 = +5\mu C$ و $q_2 = +15\mu C$ در فاصله r ، نیروی F بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر این دو کره را در یک لحظه با یکدیگر تماس دهیم، به طوری که فقط بین دو کره مبادله بار صورت گیرد و مجدداً به همان فاصله قبلی برگردانیم، نیروی دافعه بین دو کره چگونه تغییر می‌کند؟

تجربی - ۹۱

(۱) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. (۲) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد. (۳) تقریباً ۳۳ درصد کاهش می‌یابد. (۴) تقریباً ۳۳ درصد افزایش می‌یابد.

پاسخ

دو کره، فلزی و رسانا و مشابه هم هستند و وقتی به هم تماس داده شوند، بار الکتریکی به طور مساوی بین آن دو تقسیم می‌شود و بار هر یک برابر است با: $q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{15 + 5}{2} = 10\mu C$ ، نیرو را پیش از تماس و بعد از تماس دو کره می‌نویسیم و بر هم تقسیم می‌کنیم.

$$\left\{ \begin{array}{l} F = \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{k \times 5 \times 15}{r^2} = \frac{75k}{r^2} \\ F' = \frac{kq'_1q'_2}{r^2} = \frac{k \times 10 \times 10}{r^2} = \frac{100k}{r^2} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{r^2}{75k} = \frac{4}{3} \approx 1/33 \Rightarrow F' = 1/33F \xrightarrow{\Delta F = F' - F} \Delta F = 1/33F - F = -32/33F$$

گزینه ۴

پس نیرو تقریباً $33/100$ یا ۳۳ درصد افزایش می‌یابد.

تذکر

دقت کنید فلزات دارای الکترون آزاد هستند که به راحتی جابه‌جا می‌شوند. وقتی کره‌های فلزی مشابه را به هم تماس می‌دهیم، کره‌ها با هم

بار مبادله می‌کنند تا بار آن‌ها برابر شود و بنا به اصل پایستگی خواهیم داشت:

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

تست ۱۳ دو کره کوچک مشابه رسانا، با بار مثبت q_1 و q_2 ($q_1 \neq q_2$) در فاصله r بر هم نیروی F را وارد می‌کنند. چنانچه دو کره را با هم تماس داده و مجدداً در فاصله r قرار دهیم، نیروی بین آن دو چه تغییری خواهد کرد؟

(۱) تغییر نمی‌کند. (۲) افزایش می‌یابد. (۳) کاهش می‌یابد. (۴) هر سه حالت ممکن است.

پاسخ

کره‌ها رسانا هستند و بار به راحتی در آن‌ها جابه‌جا می‌شود. وقتی دو کره را به هم تماس می‌دهیم چون دو کره مشابه و رسانا هستند، بار آن‌ها

با هم برابر شده و بار هر یک برابر است با:

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

در حالت اول نیروی بین دو کره برابر است با:

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

در حالت دوم نیروی بین دو کره خواهد شد:

$$F' = k \frac{q'_1q'_2}{r^2} \Rightarrow F' = k \frac{(q_1 + q_2)^2}{4r^2}$$

اکنون برای مقایسه F' و F باید بررسی شود که $(\frac{q_1 + q_2}{2})^2$ بزرگ‌تر است یا q_1q_2 ، برای این منظور با یک مثال عددی ساده مسأله را حل می‌کنیم.

دو عدد دلخواه مثال بنزید، مثلاً $q_1 = 4$ و $q_2 = 8$ ، در این صورت داریم: $q_1q_2 = 8 \times 4 = 32$ ، $(\frac{q_1 + q_2}{2})^2 = (\frac{4 + 8}{2})^2 = 36$. دقت کردید.

$36 > 32$ است بنابراین هر دو عدد دلخواه غیرمساوی دیگری را هم که مثال بنزید خواهید دید که $(\frac{q_1 + q_2}{2})^2 > q_1q_2$ ، بنابراین $F' > F$ است.

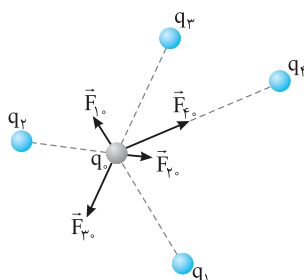
گزینه ۳

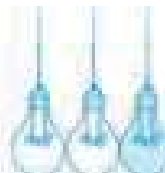
تست‌های مشابه: تست‌های ۴۹ تا ۵۱

برایند نیروهای الکتروستاتیکی

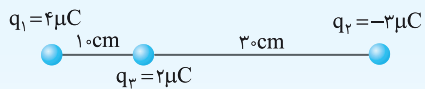
- هرگاه چند ذره باردار بر یک ذره باردار نیرو وارد کنند، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره برایند نیروهایی است که هر یک از ذره‌های دیگر جداگانه بر آن ذره وارد می‌کند. (اصل برهم‌نهی نیروهای الکتروستاتیکی)

راستی متوجه شدید اصل برهم‌نهی چیست؟ میلیه؟ میلیه! که چندبار به یک بار نیرو وارد کنند. نیروی هر بار رو حساب می‌کنیم بعد بین همه نیروها برایند می‌گیریم تا نیروی خالص بدست بیار.





تست ۱۴ در شکل روبه‌رو سه بار نقطه‌ای نشان داده شده است. نیروی خالص وارد بر بار q_3 از طرف دو بار دیگر چند نیوتون است؟

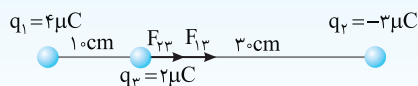


(۲) $7/8$

(۱) $6/6$

(۴) $5/7$

(۳) $4/2$



پاسخ نیروهای وارد بر بار q_3 را رسم می‌کنیم. این دو نیرو که با توجه به علامت بارها مشخص می‌شود هم‌جهت با هم بوده پس:

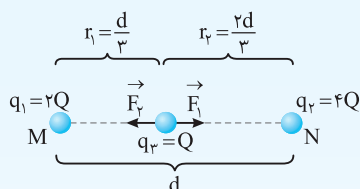
$$F_3 = F_{13} + F_{23} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{10^{-2}} + 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} \Rightarrow F_3 = 7/2 + 0/6 = 7/8 \text{ N}$$

گزینه ۲ ✓

تست ۱۵ نیروی الکتریکی بین دو بار هم‌نام $2Q$ و $4Q$ که روی پاره‌خط MN به فاصله d از هم قرار دارند. برابر F است. اگر بار سوم Q را در فاصله

$\frac{d}{3}$ از M (محل بار $2Q$) و بین دو بار قرار دهیم، نیروی خالص وارد بر آن چقدر و در کدام جهت است؟

- (۱) $\frac{9}{8}F$ و به طرف N (۲) $9F$ و به طرف N (۳) $\frac{9}{8}F$ و به طرف M (۴) $9F$ و به طرف M



پاسخ اگر برای بار الکتریکی $q_3 = Q$ نیروهای وارد از طرف $q_1 = 2Q$ و $q_2 = 4Q$

را مطابق شکل روبه‌رو نمایش دهیم، خواهیم داشت:

نیروی بین دو بار $(2Q)q_1$ و $(4Q)q_2$

$$F = \frac{kQ^2}{d^2} \Rightarrow \frac{kQ^2}{d^2} = \frac{F}{8}$$

$$F_1 = \frac{kq_1q_3}{r_1^2} = \frac{k \times 2Q \times Q}{(\frac{d}{3})^2} = 18 \frac{kQ^2}{d^2} \xrightarrow{\frac{kQ^2}{d^2} = \frac{F}{8}} F_1 = \frac{18}{8} F = \frac{9}{4} F$$

$$F_2 = \frac{kq_2q_3}{r_2^2} = \frac{k \times 4Q \times Q}{(\frac{2d}{3})^2} = 9 \frac{kQ^2}{d^2} \xrightarrow{\frac{kQ^2}{d^2} = \frac{F}{8}} F_2 = \frac{9}{8} F$$

چون این دو نیرو هم‌راستا و در خلاف جهت یکدیگرند، بنابراین اندازه برابری این دو نیروی وارد بر بار $q_3 = Q$ برابر خواهد شد با:

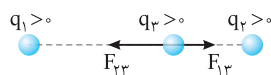
$$F_{q_3} = F_1 - F_2 = \frac{9}{4} F - \frac{9}{8} F = \frac{9}{8} F$$

گزینه ۱ ✓

جهت این نیرو هم‌جهت با نیروی بزرگ‌تر یعنی F_1 و به طرف نقطه N خواهد بود.

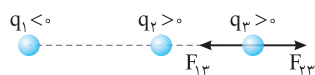
تست‌های مشابه: تست‌های ۵۲ تا ۶۰

نکته اگر دو بار q_1 و q_2



۱ هم‌نام باشند، نیروی وارد بر بار سوم (q_3) بین دو بار و نزدیک به باری که مقدار کمتری

دارد، صفر می‌شود ($|q_1| > |q_2|$) $F_{23} - F_{13} = 0 \Rightarrow F_{23} = F_{13}$



۲ ناهم‌نام باشند، نیروی وارد بر بار سوم (q_3) خارج از خط وصل‌کننده دو بار و نزدیک به

باری که مقدار کمتری دارد، صفر می‌شود ($|q_1| > |q_2|$) $F_{23} - F_{13} = 0 \Rightarrow F_{23} = F_{13}$

تست ۱۶ دو بار $q_1 = 3 \mu C$ و $q_2 = -27 \mu C$ در فاصله 6 cm از هم قرار دارند. بار q_3 را در فاصله چند سانتی‌متری از بار q_2 قرار دهیم تا

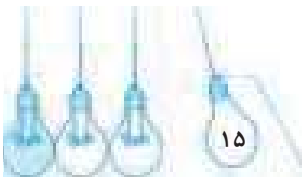
نیروی خالص وارد بر آن صفر شود؟

(۴) 12

(۳) 9

(۲) 6

(۱) 3



پاسخ دو بار q_1 و q_2 ناهمنام اند پس بار q_3 باید خارج از دو بار و نزدیک به بار با کوچکتر کمتر $(|q_2| > |q_1|)$ قرار گیرد. اگر بار q_3 را مثبت در نظر بگیریم:

$$F_{13} = F_{23} \Rightarrow k \frac{|q_1||q_3|}{x^2 \times 10^{-4}} = k \frac{|q_2||q_3|}{(6+x)^2 \times 10^{-4}}$$

ساده می کنیم

$$\frac{3 \times 10^{-6}}{x^2 \times 10^{-4}} = \frac{27 \times 10^{-6}}{(6+x)^2 \times 10^{-4}} \Rightarrow \frac{(6+x)^2}{x^2} = \frac{27 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}} = 9$$

از دو طرف جذر می گیریم

$$\frac{(6+x)}{x} = 3 \Rightarrow 3x = 6+x \Rightarrow 2x = 6 \Rightarrow x = 3 \text{ cm}$$

گزینه ۳

بنابراین فاصله q_2 تا q_3 $6+3=9 \text{ cm}$ است.

راستی متوجه شدید که نوع بار q_3 در این مسئله تاثیری ندارد و q_3 از هر طرف توی نیروها حذف می شه.

تست های مشابه: تست های ۶۱ تا ۶۶

اکنون می خواهیم نیروی بین بارهایی را بررسی کنیم که روی یک خط راست قرار ندارند. به همین دلیل محاسبه مقداری طولانی تر شده و شما باید با حوصله نیروهای وارد بر بار مورد نظر را رسم کرده و مقدار هر نیرو را به کمک قانون کولن حساب کنید و دست آخر نیروی خالص را به کمک روابط ریاضی به دست آورید. بنابراین حل این مسائل را با دقت دنبال کنید تا روش ساده حل آنها را فرا بگیرید.

تست ۱۷ در شکل روبه رو نیروی خالص وارد بر بار $q_3 = +2 \mu\text{C}$ از طرف دو بار الکتریکی q_1 و q_2 چند نیوتون است؟

۱) ۸۰
۲) ۱۰۰
۳) $20\sqrt{10}$
۴) $20\sqrt{5}$

پاسخ بار q_1 با بار q_3 همنام بوده و آن را دفع می کند. بار q_2 و بار q_3 ناهمنام بوده و یکدیگر را می ربایند. نیروها را رسم می کنیم و اندازه آنها را حساب می کنیم.

$$F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 60 \text{ N}$$

$$F_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}} = 20 \text{ N}$$

حالا به کمک رابطه فیثاغورس نیروی خالص وارد بر q_3 را به دست می آوریم:

$$F_3 = \sqrt{(F_{13})^2 + (F_{23})^2} \Rightarrow F_3 = \sqrt{60^2 + 20^2} = \sqrt{4000} \Rightarrow F_3 = 20\sqrt{10} \text{ N}$$

گزینه ۳

تست ۱۸ نیروی خالص وارد بر بار q_0 در شکل روبه رو چند نیوتون است؟

۱) صفر
۲) $7/2\sqrt{2} \times 10^{-2}$
۳) $7/2 \times \sqrt{3} \times 10^{-2}$
۴) $7/2(\sqrt{2}-1) \times 10^{-2}$

پاسخ ابتدا به کمک رابطه فیثاغورس فاصله q_1 تا q_0 و q_2 تا q_0 را به دست می آوریم. دقت کنید که فاصله q_0 تا q_3 نیز ۱ m است.

$$r = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2} \text{ m}$$

$$F = k \frac{|q_1||q_0|}{r^2} \Rightarrow F_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(\sqrt{2})^2} \Rightarrow F_1 = 72 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_2 = F_1 = 72 \times 10^{-3} \text{ N}$$

نیروی که بر بار q_0 وارد می کند نیز همین مقدار است.

برای دو نیروی F_1 و F_2 می نامیم که با توجه به تقارن روی محور افقی قرار می گیرد و با توجه به شکل اندازه آن را از رابطه فیثاغورس به دست می آوریم.

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{(72 \times 10^{-3})^2 + (72 \times 10^{-3})^2} \Rightarrow F = 72\sqrt{2} \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_3 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{1} = 72 \times 10^{-3} \text{ N}$$

حال نیرویی که بر بار q_0 وارد می کند (F_3) را به دست می آوریم.

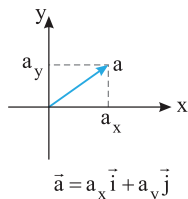
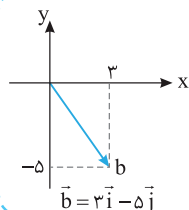
با توجه به شکل نیروهای F و F_3 بر هم عمودند از این رو نیروی برابری (نیروی خالص) وارد بر q_0 خواهد شد:

$$F_T = \sqrt{F^2 + F_3^2} = \sqrt{(72\sqrt{2} \times 10^{-3})^2 + (72 \times 10^{-3})^2} \Rightarrow F_T = 7/2\sqrt{3} \times 10^{-2} \text{ N}$$

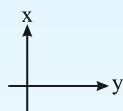
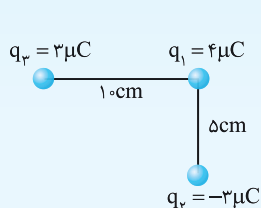
گزینه ۳

تست های مشابه: تست های ۷۱ تا ۷۶

یادآوری ریاضی

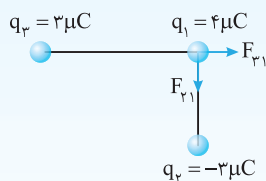


در ریاضی فراگرفته‌ایم که می‌توان یک بردار را مطابق شکل‌های روبه‌رو برحسب بردارهای یکه \vec{i} و \vec{j} بنویسیم.



تست ۱۹ در شکل روبه‌رو بردار نیروی وارد بر بار q_1 برحسب \vec{i} و \vec{j} کدام است؟

- (۱) $10/8\vec{i} - 43/2\vec{j}$
- (۲) $-21/6\vec{i} - 43/2\vec{j}$
- (۳) $-10/8\vec{i} - 43/2\vec{j}$
- (۴) $2/16\vec{i} - 43/2\vec{j}$



پاسخ نیروهای وارد بر بار q_1 را به‌دست می‌آوریم. بار منفی q_2 بار q_1 را می‌رباید و بار مثبت q_3 بار q_1 را می‌راند.

$$F_{r1} = k \frac{|q_r||q_1|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{r1} = 43/2 \text{ N}$$

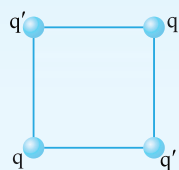
$$F_{31} = k \frac{|q_3||q_1|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{10^{-2}} \Rightarrow F_{31} = 10/8 \text{ N}$$

نیروی \vec{F}_{r1} در جهت منفی محور y ‌ها و نیروی \vec{F}_{31} در جهت مثبت محور x ‌ها است. از این‌رو نیروی وارد بر q_1 خواهد شد: $\vec{F} = +10/8\vec{i} - 43/2\vec{j}$

گزینه ۱ ✓

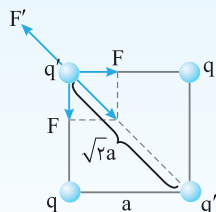
تست‌های مشابه: تست‌های ۱۱ تا ۱۰

تکته در تست زیر برابری سه نیروی وارد بر یک بار صفر شده است. وقتی برابری سه نیرو صفر می‌شود که برابری دو نیرو از آن‌ها با نیروی سوم هم‌اندازه و در خلاف جهت آن باشد.



تست ۲۰ بارهای q و q' در رأس‌های مربعی مطابق شکل مقابل قرار دارند. اگر برابری نیروهای وارد بر بار q' صفر باشد، کدام است $\frac{q'}{q}$ ؟

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



پاسخ نیروهایی که دو بار q' بر هم وارد می‌کنند، رانشی است. بنابراین بارهای q باید با بارهای q' ناهم‌نام بوده و بر آن‌ها نیروی ربایشی وارد کنند تا برابری نیروهای وارد بر q' صفر شود. اگر طول ضلع مربع را a بگیریم، طول قطر آن (فاصله بین بارهای q و q') خواهد بود. باید برابری دو نیروی ربایشی F با نیروی رانشی F' برابر باشد:

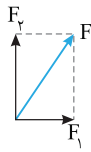
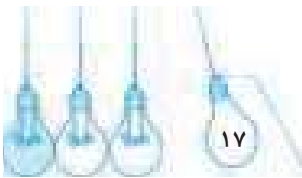
$$F'^2 = F^2 + F^2 \Rightarrow F'^2 = 2F^2 \Rightarrow F' = \sqrt{2}F \Rightarrow k \frac{q'q'}{(\sqrt{2}a)^2} = \sqrt{2} \left(k \frac{qq'}{a^2} \right) \Rightarrow \left| \frac{q'}{q} \right| = 2\sqrt{2}$$

اما همان‌گونه که بیان شد، q و q' ناهم‌نام بوده، از این‌رو:

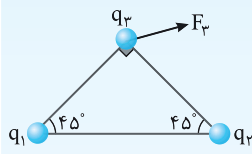
$$\frac{q'}{q} = -2\sqrt{2}$$

گزینه ۲ ✓

تست‌های مشابه: تست‌های ۱۱ تا ۱۴



راستی دقت کردید که آنگه براین دو بردار رو رسم کنید. بردار براینده به بردار بزرگتر نزدیک تره (به شکل روبه رو نگاه کنید) با توجه به این نکته به حل تست‌هاک زیر دقت کنید. ($F_p > F_1$)



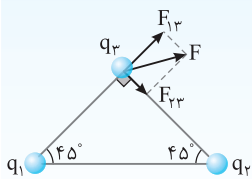
تست ۲۱ در شکل روبه رو جهت نیروی خالصی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می‌کنند نشان داده شده است. کدام گزینه درست است؟

(۲) q_3 و q_2 ناهمنام، $|q_1| > |q_2|$

(۱) q_3 و q_1 همنام، $|q_1| < |q_2|$

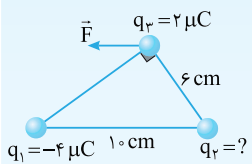
(۴) q_1 و q_2 ناهمنام، $|q_1| < |q_2|$

(۳) q_3 و q_1 ناهمنام، $|q_1| > |q_2|$



پاسخ نیروی بین دو بار در امتداد خط مستقیم واصل دو بار است، یعنی نیرویی که q_1 بر q_3 وارد می‌کند در امتداد ضلع AC و نیرویی که q_2 بر q_3 وارد می‌کند در امتداد BC است. نیروی F را در امتداد خط مستقیم بین بارها تجزیه می‌کنیم. قطعاً نیرویی که بار q_1 بر بار q_3 وارد می‌کند بیشتر است زیرا نیروی خالص F به سمت نیروی بین q_1 و q_3 متمایل شده است. از این رو باید $|q_1| > |q_2|$ باشد و بارهای q_1 و q_3 همدیگر را برانند و بارهای q_2 و q_3 یکدیگر را براینند پس q_3 و q_1 همنام و q_3 و q_2 ناهمنام اند.

گزینه ۲



تست ۲۲ سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. براینده نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می‌کنند (\vec{F}) موازی با قاعده مثلث است. بار q_2 چند میکروکولن است؟

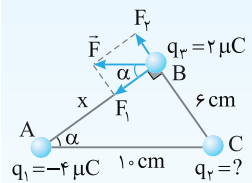
خارج ریاضی - ۸۸

(۲) ۴

(۱) ۳

(۴) ۲۷ / ۱۶

(۳) ۹ / ۴



پاسخ ابتدا فاصله بار q_1 تا q_3 را به دست می‌آوریم:

بار q_1 ، بار q_3 را می‌ریاید و نیروی F_1 را مطابق شکل بر q_3 وارد می‌کند. در این صورت برای آن که نیروی براینده وارد بر q_3 موازی قاعده مثلث باشد، باید بار q_2 مثبت بوده و بار q_3 را براند. با توجه به شکل، زاویه بین بردار F و بردار F_1 برابر α است و با توجه به شکل در مثلث ABC، $\tan \alpha = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$ است.

$$\tan \alpha = \frac{F_2}{F_1} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{k \frac{q_2 \times q_3}{6^2}}{k \frac{q_1 \times q_3}{8^2}} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{64}{36} \times \frac{q_2}{4} \Rightarrow q_2 = \frac{27}{16} \mu C$$

از طرفی:

گزینه ۴

تست‌های مشابه: تست‌های ۱۱۵ تا ۹۰

نگنه گاهی اوقات علاوه بر نیروی الکتریکی بین دو بار، نیروهای دیگری بر بارها وارد می‌شود مانند نیروی وزن که برای به دست آوردن نیروی خالص:

- ۱ اگر دو نیرو هم جهت باشند با هم جمع می‌شوند.
- ۲ اگر خلاف جهت باشند از هم کم می‌شوند.
- ۳ اگر عمود بر هم باشند از رابطه فیثاغورس استفاده می‌شود.



تست ۲۳ در شکل روبه رو، دو گوی مشابه به جرم $9g$ دارای بار یکسان مثبت q در فاصله ۱ cm هم قرار دارند. به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است. بار q چند میکروکولن است؟

(۴) 10^{-1}

(۳) 10^{-6}

(۲) 10^{-8}

(۱) 10^{-2}

پاسخ نیروهای وارد بر گوی بالایی را رسم می‌کنیم. به این گوی دو نیروی وزن توسط کره زمین و نیروی دافعه الکتریکی توسط گوی پایینی وارد می‌شود. باید این دو نیرو با هم برابر باشد تا گوی بالایی به حالت معلق بماند.

$$W = F_E \Rightarrow mg = k \frac{|q||q|}{r^2} \Rightarrow 0.09 \times 10^{-3} \times 10 = 9 \times 10^9 \times \frac{q^2}{10^{-4}} \Rightarrow q^2 = \frac{10^{-7}}{10^9} = 10^{-16} \Rightarrow q = 10^{-8} C = 10^{-2} \mu C$$

گزینه ۱

تست ۲۴ دو کره کوچک با بار الکتریکی یکسان q از دو ریسمان هم طول آویخته شده و در اثر رانش الکتریکی دو بار، هر ریسمان با راستای قائم زاویه

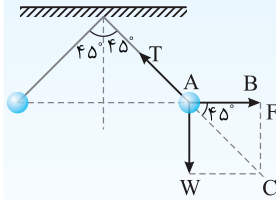
45° می‌سازد. نیروی الکتریکی بین دو بار چند برابر وزن هر ذره است؟*

$$\frac{1}{2} \quad (۴)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \quad (۳)$$

$$\sqrt{2} \quad (۲)$$

$$۱ \quad (۱)$$



پاسخ شکل مسأله را رسم می‌کنیم و نیروهای وارد بر هر ذره را مشخص می‌کنیم.

۱- دو بار همنام یکدیگر را با نیروی الکتریکی F می‌رانند.

۲- بر هر ذره نیروی وزن W رو به پایین وارد می‌شود.

۳- نیرویی که ریسمان بر کره وارد می‌کند و آن را با حرف T نشان داده‌ایم. این نیرو در امتداد ریسمان است. با توجه به شکل و فرض مسأله نیروی T باید در امتداد نیروی $\vec{W} + \vec{F}$ باشد تا بتواند آن را خنثی کرده و نیروی خالص صفر شود و کره در تعادل بماند.

با توجه به شکل در مثلث ABC می‌توان نوشت: $\tan 45^\circ = \frac{BC}{AB} \Rightarrow \tan 45^\circ = \frac{W}{F} \Rightarrow \frac{W}{F} = 1$

گزینه ۱ ✓

تست‌های مشابه: تست‌های ۹۱ تا ۹۵

بخش اول (قسمت دوم)

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

قانون کولن

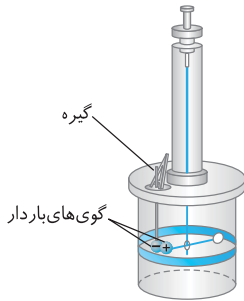
کنکور دهه‌های گذشته +

۲۹- یکای ثابت کولن (k) و ضریب گذردهی خلأ (ϵ_0) در SI به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(۱) $N \cdot m^2, C^2 / N \cdot m^2$ (۲) $C^2 / N \cdot m^2, N \cdot m^2 / C^2$ (۳) $C^2 / N \cdot m^2, N \cdot m^2 / C^2$ (۴) $C^2 / m^2, N \cdot m^2 / C^2$

۳۰- شکل روبه‌رو مربوط به آزمایشی برای به‌دست آوردن است که با استفاده از حساب می‌شود.

از کتاب درسی



(۱) نیروی الکتریکی - میزان چرخش گیره

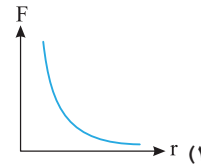
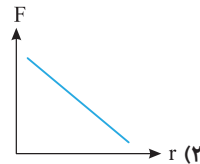
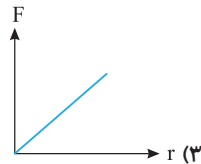
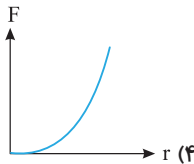
(۲) نیروی الکتریکی - مدرج کردن استوانه و اندازه‌گیری فاصله زاویه‌ای بین دو گوی

(۳) مقدار بار الکتریکی - میزان چرخش گیره

(۴) مقدار بار الکتریکی - مدرج کردن استوانه و اندازه‌گیری فاصله زاویه‌ای بین دو گوی

۳۱- کدام یک از نمودارهای زیر تغییرات نیروی الکتروستاتیکی کولنی بین دو بار الکتریکی را برحسب فاصله

آن‌ها درست نشان می‌دهد؟



حال به تست‌های محاسباتی از قانون کولن رسیدیم.

۳۲- نیرویی که دو بار الکتریکی $q_1 = 1 \mu C$ و $q_2 = -4 \mu C$ در فاصله r برهم وارد می‌کنند $40 N$ است. r چند سانتی‌متر است؟ ($k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$)

$$۹ \quad (۴)$$

$$۶ \quad (۳)$$

$$۳ \quad (۲)$$

$$۱/۵ \quad (۱)$$

۳۳- دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 5q_1$ در فاصله ۳ متری از هم قرار دارند و نیروی دافعه $۰.۲ N$ را به یکدیگر وارد می‌کنند. q_1 چند

خارج تجربی - ۹۱

میکروکولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$)

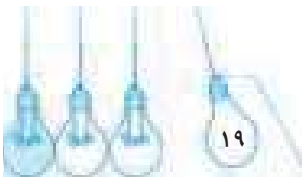
$$۲ \quad (۴)$$

$$۴ \quad (۳)$$

$$۵ \quad (۲)$$

$$۱۰ \quad (۱)$$

* این نوع مسأله‌ها ترکیبی از الکتروسیستة ساکن و تعادل نیروها است که یادگیری آن به شما توصیه می‌شود زیرا در آزمون کنکور سراسری مسائل ترکیبی مباحث مختلف مورد پرسش قرار می‌گیرد.



۳۴- فاصله بین دو پروتون تقریباً چند سانتی‌متر باشد تا اندازه نیروی دافعه الکتریکی وارد بر هر پروتون با وزن آن در سطح زمین مساوی باشد؟
 (C) $e = 1.6 \times 10^{-19}$ ، $g = 10$ N/kg ، جرم پروتون برابر با 1.67×10^{-27} kg و $k = 9 \times 10^9$ N.m²/C² است.)

قلم‌چی

- ۱) ۱۲/۰ (۲) ۱۲ (۲) ۱۳/۵ (۳) ۱۳۵ (۴)

۳۵- بارهای q و $Q = 2q$ در فاصله معینی از هم قرار دارند. اگر اندازه نیروی که بار q بر بار Q وارد می‌کند، F باشد، اندازه نیروی که Q بر q وارد می‌کند چند F است؟

کنکور دهه‌های گذشته

- ۱) $\sqrt{2}$ (۲) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴)

۳۶- دو ذره A و B با جرم‌های m_A و $m_B = 2m_A$ و بار q_A و q_B در نزدیکی هم قرار دارند. اگر بر هر ذره تنها نیروی الکتروستاتیکی ذره دیگر وارد شود و تحت تأثیر این نیرو هر ذره شتاب بگیرد، شتاب ذره A چند برابر شتاب ذره B است؟

آزمون مدارس برتر

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

۳۷- بار الکتریکی q_1 بر بار الکتریکی نقطه‌ای $2q_1$ نیروی الکتریکی به بزرگی 20 N در جهت شمال شرقی وارد می‌کند. در این صورت بار $2q_1$ بر بار q_1 چه نیرویی در چه جهتی وارد می‌کند؟

قلم‌چی

۱) 20 N در جهت شمال شرقی (۲) 40 N در جهت شمال شرقی (۳) 20 N در جهت جنوب غربی (۴) 40 N در جهت جنوب غربی

ریاضی - ۹۸

۳۸- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 8 \mu\text{C}$ و $q_2 = -4 \mu\text{C}$ مطابق شکل در دستگاه مختصات قرار گرفته‌اند. اندازه نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 از طرف بار q_1 چند نیوتون است؟
 (C) $k = 9 \times 10^9$ N.m²/C²)

قلم‌چی

- ۱) ۹ (۲) ۹۰ (۳) 0.9 (۴) 0.09

۳۹- نیروی الکتروستاتیکی بین دو ذره باردار در SI به صورت $\vec{F} = (6)\vec{i} - (2\sqrt{7})\vec{j}$ است. چنانچه $q_1 = 0.4 \mu\text{C}$ و $q_2 = 2 \mu\text{C}$ باشد، فاصله بین دو بار چند سانتی‌متر است؟
 (C) $k = 9 \times 10^9$ N.m²/C²)

- ۱) ۳ (۲) ۹ (۳) 0.3 (۴) 0.9

در تست‌های زیر به مقایسه نیروی کولنی در دو حالت می‌پردازیم.

۴۰- دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله 40 سانتی‌متری به یکدیگر نیروی 54 نیوتونی وارد می‌کنند. آن‌ها را چند سانتی‌متر دیگر از هم دور کنیم تا بر یکدیگر نیروی 6 نیوتون وارد کنند؟

ریاضی - ۹۸

- ۱) ۸۰ (۲) ۴۰ (۳) ۲۰ (۴) ۱۲۰

۴۱- اگر اندازه بارهای هر یک از دو بار الکتریکی را 3 برابر کنیم و فاصله بین آن‌ها را نیز 3 برابر کنیم، نیروی الکتریکی بین آن‌ها چند برابر می‌شود؟

ریاضی - ۹۸

- ۱) $\frac{1}{3}$ (۲) ۱ (۳) ۳ (۴) ۹

۴۲- نیروی دافعه بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در فاصله r از هم برابر با 2 N است. اگر به یکی از بارها $2 \mu\text{C}$ اضافه کنیم، این نیروی دافعه در همین فاصله برابر 3 N می‌شود. اندازه اولیه هر یک از این بارهای الکتریکی چند میکروکولن بوده است؟

خارج تجربی - ۸۵

- ۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۸

۴۳- دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 2 \mu\text{C}$ و $q_2 = -2 \mu\text{C}$ به فاصله r از یکدیگر قرار دارند. اگر نصف یکی از بارها را برداریم و به دیگری اضافه کنیم و دو بار را به فاصله $\frac{r}{2}$ از هم قرار دهیم، اندازه نیروی که دو بار بر یکدیگر وارد می‌کنند، در مقایسه با حالت قبل چند برابر می‌شود؟

خارج تجربی - ۸۷

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

در این تست‌ها تغییرات درصدی بیان شده است.

۴۴- دو بار نقطه‌ای در فاصله d از یکدیگر بر هم نیروی الکتریکی وارد می‌کنند. اگر بخواهیم با ثابت ماندن اندازه دو بار، اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی به اندازه 69% افزایش یابد، فاصله دو بار را باید چند برابر فاصله d و چگونه تغییر دهیم؟

- ۱) $\frac{3}{13}$ ، افزایش (۲) 0.3 ، افزایش (۳) $\frac{3}{13}$ ، کاهش (۴) 0.3 ، کاهش



۴۵ مطابق شکل روبه‌رو، دو بار الکتریکی در فاصله r ، نیروی جاذبه F بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر با ثابت بودن فاصله‌ها ۲۵ درصد از بار q_1 را به q_2 انتقال دهیم، نیروی جاذبه بین دو بار چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

خارج تجربی - ۹۸

۱) ۲۵، کاهش
۲) ۲۵، افزایش
۳) ۵۵، کاهش
۴) ۵۵، افزایش

۴۶ دو بار الکتریکی همنام $q_1 = 8 \mu C$ و q_2 در فاصله r ، بر هم نیروی F وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار q_1 را برداشته و به q_2 اضافه کنیم، بدون تغییر فاصله بارها، نیروی متقابل بین آن‌ها ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. مقدار اولیه q_2 چند میکروکولن است؟

ریاضی - ۸۹

۱) ۲
۲) ۱
۳) ۳
۴) ۴

۴۷ دو بار نقطه‌ای $+4 \mu C$ و $-6 \mu C$ در فاصله 10 cm از یکدیگر قرار دارند. اگر ۲۵ درصد اندازه هر کدام از بارها از آن‌ها کاسته شود، نیروی الکتریکی بین آن‌ها چند درصد کاهش می‌یابد؟

آزمون مدارس برتر

۱) ۴۳/۷۵
۲) ۵۶/۲۵
۳) ۶۲/۵
۴) ۷۱/۴

۴۸ دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 2q_1$ در فاصله r از هم قرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می‌کنند. چند درصد از بار q_2 را به q_1 منتقل کنیم تا در همان فاصله نیروی دافعه بین بارهای الکتریکی بیشینه شود؟

ریاضی - ۹۵

۱) ۱۵
۲) ۲۵
۳) ۴۰
۴) ۵۰

در تست‌های زیر، به دلیل تماس دو ذره باردار با هم، نیروی کولنی تغییر می‌کند.

۴۹ دو کره رسانای کوچک و مشابه که دارای بارهای الکتریکی $2 \mu C$ و $-6 \mu C$ هستند، در فاصله d از یکدیگر به هم نیروی الکتریکی به بزرگی $2/48 \text{ N}$ وارد می‌کنند. دو کره را به هم تماس می‌دهیم و سپس در فاصله $3d$ از یکدیگر قرار می‌دهیم، هنگام تماس چه تعداد الکترون از یک کره به کره دیگر منتقل شده است و بزرگی نیروی الکتریکی که دو کره در حالت جدید به هم وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

۱) $3, 2 \times 10^{-19}$
۲) $2, 2 \times 10^{-19}$
۳) $3, 2 \times 10^{-13}$
۴) $2, 2 \times 10^{-13}$

۵۰ دو گلوله فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی می‌باشند، از فاصله 30 سانتی‌متری، نیروی جاذبه 4 نیوتون بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر این دو گلوله را به هم تماس دهیم، بار الکتریکی هر کدام $3 \mu C$ خواهد شد. بار اولیه گلوله‌ها بر حسب میکروکولن کدام است؟

ریاضی - ۹۴

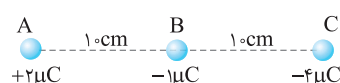
۱) 12 و -6
۲) 10 و -4
۳) 9 و -3
۴) 8 و -2

۵۱ دو کره فلزی که روی پایه‌های عایقی قرار دارند، دارای بار الکتریکی هستند. اندازه نیروی الکتریکی بین این دو کره با فاصله d برابر F است. اگر آن دو را به هم تماس داده و دوباره در همان فاصله قرار دهیم، اندازه نیروی الکتریکی بین دو کره برابر F' می‌شود. کدام رابطه بین F و F' برقرار است؟

کنکور دهه‌های گذشته

۱) $F > F'$
۲) $F < F'$
۳) $F = F'$
۴) بسته به شرایط، هر سه حالت ممکن است.

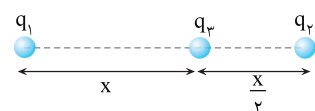
برایند نیروی الکتریکی چند بار واقع بر یک خط



۵۲ مطابق شکل سه ذره باردار بر روی یک خط قرار دارند. کدام گزینه جهت و اندازه نیروی خالص وارد بر ذره C (برحسب نیوتون) را به درستی نشان می‌دهد؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

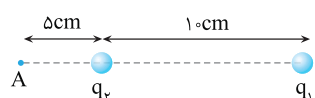
از کتاب درسی

۱) $3/6, \rightarrow$
۲) $3/6, \leftarrow$
۳) $1/8, \rightarrow$
۴) $1/8, \leftarrow$



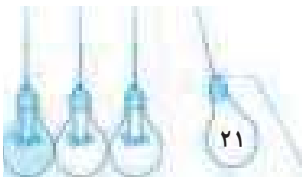
۵۳ مطابق شکل سه ذره باردار $q_1 = 2 \mu C$ و $q_2 = -4 \mu C$ و $q_3 = 1 \mu C$ روی خط راست و در فاصله ثابت از هم قرار گرفته‌اند. اگر برایند نیروهای وارد بر بار q_3 باشد، 45 N باشد، x چند سانتی‌متر است؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

۱) ۳
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۱۲

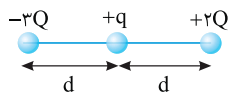


۵۴ مطابق شکل دو ذره باردار $q_1 = 1 \mu C$ و $q_2 = -1 \mu C$ در فاصله 10 cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. بار چند میکروکولنی را در نقطه A قرار دهیم تا نیروی خالص وارد بر آن 2×10^{-2} نیوتون شود؟

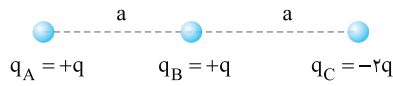
۱) -0.5
۲) 0.5
۳) 0.1
۴) گزینه‌های (۱) و (۲) می‌توانند درست باشند.



نشرالگو

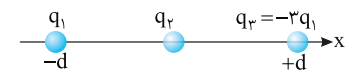


- ۵۵ اندازه نیروی کولنی بین دو بار $+Q$ و $+q$ در فاصله d برابر با F است. در شکل داده شده اندازه نیروها از طرف دو بار $+2Q$ و $-3Q$ بر بار $+q$ چند برابر F است؟
- (۱) ۶
(۲) ۱
(۳) ۵
(۴) ۲



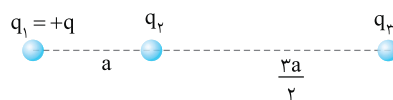
- ۵۶ مطابق شکل روبه‌رو سه ذره باردار روی یک خط قرار دارند. برابند نیروهای وارد بر بار q_B برابر \vec{F} است. اگر بار ذره C به جای $-2q$ ، $+2q$ بود، نیروی خالص وارد بر q_B برابر کدام گزینه می‌شد؟

(۱) $\frac{1}{3} \vec{F}$ (۲) $-\frac{1}{3} \vec{F}$ (۳) $\frac{1}{2} \vec{F}$



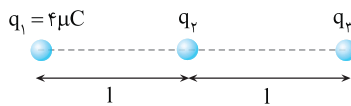
- ۵۷ مطابق شکل سه بار نقطه‌ای روی محور x قرار دارند. در این حالت اندازه نیروی خالص وارد بر بار q_2 برابر F است. اگر بار q_2 را به اندازه $\frac{d}{2}$ روی محور x به بار q_1 نزدیک کنیم، نیروی خالص وارد بر بار q_2 چند برابر F خواهد شد؟

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



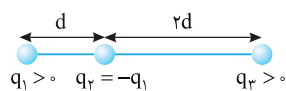
- ۵۸ در شکل مقابل برابند نیروهای وارد بر بار q_2 به اندازه F و به سمت راست است. اگر اندازه نیرویی که q_2 به q_1 وارد می‌کند $\frac{F}{2}$ و به سمت چپ باشد، کدام گزینه در مورد نیروی وارد بر q_3 از سوی بار q_2 درست است؟

(۱) F به سمت راست (۲) $\frac{F}{2}$ به سمت راست (۳) $\frac{F}{2}$ به سمت چپ (۴) F به سمت چپ



- ۵۹ در شکل روبه‌رو سه بار نقطه‌ای قرار دارند. برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 هم‌اندازه نیروی الکتریکی است که بار q_1 بر q_3 وارد می‌کند. q_2 چند میکروکولن است؟

(۱) ۸ (۲) ۲
(۳) -۲ (۴) -۸



- ۶۰ سه بار نقطه‌ای مطابق شکل روبه‌رو ثابت شده‌اند. اگر برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 هم‌اندازه برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 باشد، q_3/q_1 کدام است؟

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

خارج تجزی - ۹۵

در تست‌های زیر به بررسی حالتی می‌پردازیم که برابند نیروهای وارد بر یک یا چند ذره روی خط راست برابر صفر می‌شود.



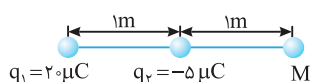
- ۶۱ در نقاط A ، B و C به ترتیب بارهای الکتریکی q_A ، q_B و q_C مطابق شکل قرار دارند. اگر برابند نیروهای وارد بر بار q_C صفر شود، الزاماً بارهای و ناهمنامند و مقدار بار q_B از مقدار بار q_A است.

کنکور دهه‌های گذشته

(۱) $q_B - q_A$ - بزرگ‌تر
(۲) $q_B - q_A$ - کوچک‌تر
(۳) $q_C - q_A$ - بزرگ‌تر
(۴) $q_C - q_A$ - کوچک‌تر

- ۶۲ دو بار الکتریکی $q_1 = +q$ و $q_2 = +4q$ در دو نقطه A و B به فاصله $AB = 30 \text{ cm}$ قرار دارند. بار سوم q' را بین دو بار در چه فاصله‌ای از بار q_2 قرار دهیم تا به حال تعادل قرار گیرد؟

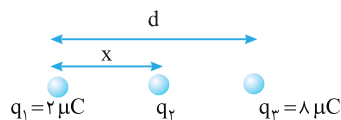
(۱) 10 cm (۲) 15 cm (۳) 20 cm (۴) 25 cm



۶۳- در شكل روبه‌رو، در نقطه M بار الكتريكي نقطه‌ای چند ميكروكولني قرار دهيم تا بر ايند نيروهاي وارد بر آن از طرف بارهاي ديگر صفر باشد؟

- (۱) ۲
(۲) ۴-
(۳) ۵

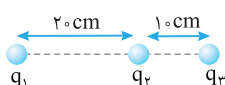
(۴) هر مقدار دلخواه مي‌تواند باشد.



۶۴- سه بار نقطه‌ای مطابق شكل قرار دارند. بر ايند نيروهاي الكتروستاتيكي وارد بر هر يك از بارها صفر است. بار q2 چند ميكروكولن است؟

خارج تجربي - ۸۹

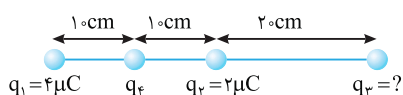
- (۱) $-\frac{2}{9}$
(۲) $+\frac{2}{9}$
(۳) $-\frac{8}{9}$
(۴) $+\frac{8}{9}$



۶۵- در شكل روبه‌رو، بر ايند نيروهاي الكتريكي وارد بر هريك از بارهاي نقطه‌ای برابر صفر است. $q3/q2$ كدام است؟

تجربي - ۹۳

- (۱) ۴-
(۲) ۴+
(۳) $-\frac{9}{4}$
(۴) $+\frac{9}{4}$

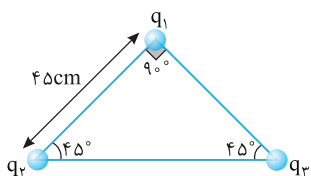


۶۶- در شكل مقابل، بر ايند نيروهاي الكتريكي وارد بر بار q2 برابر صفر است. بار q3 چند ميكروكولن است؟

رياضي - ۹۱

- (۱) ۱۸
(۲) ۸
(۳) ۸-
(۴) ۱۸-

بر ايند نيروهاي الكتريكي حاصل از چند بار واقع بر يك صفحه

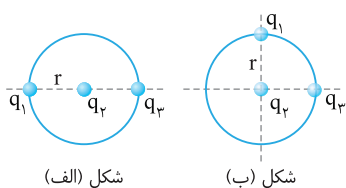


۶۷- سه بار نقطه‌ای $q1 = q2 = q3 = 9.0 \mu C$ در سه رأس مثلث شكل مقابل قرار دارند.

از كتاب درسي

نيروي وارد بر بار q1 چند نيوتن است؟ ($k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$)

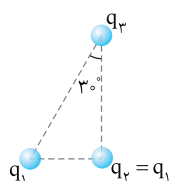
- (۱) $36.0\sqrt{2}$
(۲) $9.0\sqrt{2}$
(۳) $36\sqrt{2}$
(۴) $9\sqrt{2}$



۶۸- در شكل‌های روبه‌رو بار q1 و q2 مثبت و بار q3 منفي است. نيروي که بار q1 بر بار q2 در فاصله r وارد می‌کند ۸N و نيروي که بار q3 بر بار q2 وارد می‌کند ۶N است.

اندازه نيروي خالص وارد بر بار q2 در شكل (الف) چند برابر نيروي خالص وارد بر بار q2 در شكل (ب) است؟

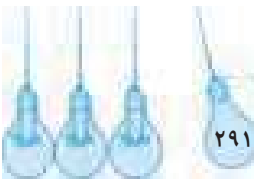
- (۱) ۰/۲
(۲) ۵
(۳) ۱/۴
(۴) $\frac{5}{4}$



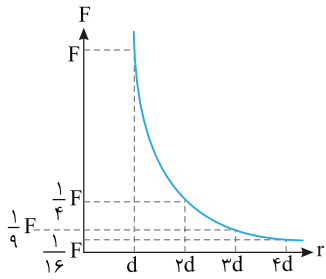
۶۹- سه ذره باردار در سه رأس يك مثلث قائم‌الزاويه قرار دارند. بزرگي نيروي الكتريكي که بار q1 بر بار q2 وارد می‌کند F1 و بزرگي نيروي الكتريكي که بار q2 به q3 وارد می‌کند F2 است. در صورتي که $F1 = F2$ باشد، بزرگي نيروي که q1 به q3 وارد می‌کند چند برابر F1 است؟

خارج رياضي - ۹۸

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



نشرالگو



البته می‌توان گفت که گزینه‌های (۲) و (۳) مربوط به تابع خطی $(y=ax+b)$ است پس نمی‌تواند جواب باشد و باید نمودار منحنی باشد البته منحنی که با افزایش d باید F کم شود، بنابراین گزینه (۴) نادرست و گزینه (۱) درست است.

۲۲ **A** اندازه نیرویی که این دو بار بر هم وارد می‌کنند 40 N است. با توجه به قانون کولن می‌توان اندازه نیروی الکتریکی را بررسی کرد:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow 40 = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-12}}{40} \\ \Rightarrow r^2 = 9 \times 10^{-4} \Rightarrow r = 3 \times 10^{-2} \text{ m} = 3 \text{ cm}$$

۲۳ **A** با توجه به قانون کولن $(F = k \frac{q_1 q_2}{r^2})$ خواهیم داشت:

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

۲۴ **A** خط فکری: ابتدا وزن هر پروتون را به دست آورده و در گام بعد، با توجه به صورت تست اندازه آن را برابر نیروی کولنی (یعنی $k \frac{q_1 q_2}{r^2}$) قرار می‌دهیم. وزن هر

$$W = mg \Rightarrow W = 1/6 \times 10^{-27} \times 10 = 1/6 \times 10^{-26} \text{ N}$$

نیروی الکتریکی و نیروی وزن با هم برابرند:

$$F_e = W \Rightarrow k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 1/6 \times 10^{-26} \Rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-19} \times C}{k} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-26}}{C^2}$$

$$9 \times 10^9 \times \frac{1/6 \times 10^{-26}}{r^2} = 1/6 \times 10^{-26}$$

$$r^2 = \frac{9 \times 10^9 \times 1/6 \times 10^{-26}}{1/6 \times 10^{-26}} = 9 \times 10^{-2} \Rightarrow r = 3 \times 10^{-1} \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow r = 3^2 \times 4^2 \times (10^{-2})^2 \Rightarrow r = 3 \times 4 \times 10^{-2} \text{ m} = 12 \text{ cm}$$

۲۵ **A** خط فکری: بنا بر قانون سوم نیوتون نیرویی که دو ذره باردار به یکدیگر وارد می‌کنند، با هم برابر است.

$$F = k \frac{|q||Q|}{r^2}, F' = k \frac{|Q||q|}{r^2} \Rightarrow F = F'$$

۲۶ **A** خط فکری: هر وقت در سوالاتی نیرو و شتاب گفته شده بود حواستان به قانون دوم نیوتون $(F=ma)$ باشد.

اندازه نیروی الکتریکی که دو ذره A و B بر هم وارد می‌کنند یکسان و برابر $F = k \frac{q_A q_B}{r^2}$ است. این نیرو به هر دو ذره وارد می‌شود، با توجه به قانون دوم نیوتون شتاب هر ذره را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases} F = m_A a_A \\ F = m_B a_B \end{cases} \Rightarrow m_A a_A = m_B a_B \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{m_B}{m_A} \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{2m_A}{m_A} = 2$$

۲۷ **A** بار q_1 بر بار $2q_1$ نیروی 20 N وارد می‌کند. بنا به قانون سوم نیوتون بار $2q_1$ نیز بر بار q_1 همان نیروی 20 N را در خلاف جهت وارد می‌کند، بنابراین بردار نیروی q_1 بر $2q_1$ را رسم می‌کنیم سپس یک بردار در خلاف جهت آن می‌کشیم. با توجه به شکل نیرویی که $2q_1$ بر q_1 وارد می‌کند در جهت جنوب غربی است.

نتیجه گیری کلی: نیرویی که دو ذره q_1 و q_2 بر هم وارد می‌کنند هم اندازه و خلاف جهت هم‌اند، یعنی اگر نیرویی که q_1 بر q_2 وارد می‌کند به سمت راست باشد، نیرویی که q_2 بر q_1 وارد می‌کند به سمت چپ است.



۲۷ **B** بار الکتریکی الکتروسکوپ مثبت است و ورقه‌های الکتروسکوپ از هم دورند (منحرف شده‌اند). اگر بار منفی به کلاهک نزدیک کنیم مقداری بار مثبت از ورقه‌ها به دلیل جاذبه بار منفی به کلاهک می‌روند و انحراف ورقه‌ها کم می‌شود. البته این در حالتی است که بار منفی کمتر از بار مثبت الکتروسکوپ باشد. اگر بار منفی میله اندکی از بار مثبت الکتروسکوپ بیشتر باشد، می‌تواند در یک فاصله معین تمام بارهای مثبت ورقه‌ها را به سوی کلاهک بکشد و ورقه‌ها بدون بار شده و به هم بچسبند و اگر بار منفی میله از بار مثبت الکتروسکوپ بسیار بیشتر باشد، با نزدیک کردن آرام میله به کلاهک، بارهای مثبت ورقه به سمت کلاهک رفته، انحراف ورقه‌ها کم می‌شود و با نزدیک‌تر کردن میله، ورقه‌ها چسبیده و وقتی میله به کلاهک خیلی نزدیک شود ورقه‌ها این بار دارای بار منفی شده و یکدیگر را می‌رانند که ممکن است انحراف ورقه‌ها از حالت اول نیز بیشتر شود.

۲۸ **B** خط فکری: وقتی الکتروسکوپ دارای بار مثبت است:

- اگر جسم با بار مثبت را به آرامی به آن نزدیک کنیم ورقه‌های الکتروسکوپ از هم دور می‌شوند.
- اگر جسم با بار منفی را به آرامی به آن نزدیک کنیم ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک می‌شوند.
با نزدیک کردن میله A ، ورقه‌ها به هم نزدیک شده‌اند، پس میله A باید دارای بار منفی شده باشد یعنی در اثر مالش با پارچه از پارچه الکترون بگیرد و در جدول الکتریسیته مالشی نسبت به پارچه به انتهای منفی نزدیک‌تر باشد پس میله A با پارچه ابریشمی مالش داده شده است. با نزدیک کردن میله B ، ورقه‌ها از هم دور شده‌اند، پس میله B در اثر مالش با پارچه دارای بار مثبت شده و در واقع نسبت به پارچه در جدول الکتریسیته مالشی به انتهای مثبت نزدیک‌تر است پس میله B با پارچه کتان مالش داده شده است.

۲۹ **A** ابتدا با توجه به قانون کولن فرمول را بر اساس k مرتب می‌کنیم.

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

یکای نیرو در SI، نیوتون و یکای طول (r) متر و یکای بار الکتریکی کولن است. اکنون یکای آن‌ها را در رابطه‌ای که به دست آورده‌ایم، قرار می‌دهیم. k یکای $\text{N.m}^2/\text{C}^2$ ثابت کولن را می‌توان بر حسب یک ضریب ثابت دیگر به نام ضریب گذردهی الکتریکی ϵ_0 نیز نوشت:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \Rightarrow \epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$$

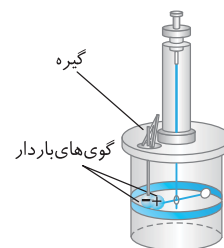
4π عدد ثابت و بدون یکا است، یکای k را که به دست آورده‌ایم در رابطه قبلی جای گذاری می‌کنیم.

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \times \frac{1}{\text{N.m}^2/\text{C}^2}} \Rightarrow \epsilon_0 = \text{یکای } \frac{\text{C}^2}{\text{N.m}^2}$$

در واقع یکای k و ϵ_0 ، وارون یکدیگرند.

۳۰ **A** در ترازوی پیچشی کولن، در یک سر یک میله نارسا سبک افقی یک

گوی باردار مثبت کوچک و در سر دیگر آن یک قرص قرار دارد، درحالی که میله نارسا از وسط توسط یک رشته سیم کشسان و نازک آویخته شده است. یک گوی مشابه با بار منفی از حفره‌ای به داخل استوانه شیشه‌ای برده می‌شود. گوی با بار منفی گوی با بار مثبت را می‌رباید و سبب چرخش میله می‌شود. با اندازه‌گیری زاویه پیچش میله نیروی بین دو بار را می‌توان اندازه‌گیری کرد و کولن توانست با این روش نیروی الکتریکی بین دو بار و عوامل مؤثر بر آن را به دست آورد.



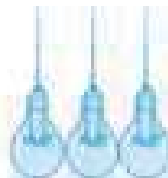
۳۱ **A** فرض کنید که بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله d بر هم نیروی F را وارد می‌کنند. نیروی بین دو بار را برای فاصله‌های $2d$ ، $3d$ ، $4d$ ، ... به دست می‌آوریم سپس با نقطه‌یابی نمودار F را بر حسب d رسم می‌کنیم.

$$F = \frac{kq_1 q_2}{d^2}, r = 2d \Rightarrow F' = \frac{kq_1 q_2}{4d^2} \Rightarrow F' = \frac{1}{4} F$$

$$r = 3d \Rightarrow F'' = \frac{kq_1 q_2}{9d^2} \Rightarrow F'' = \frac{1}{9} F$$

$$r = 4d \Rightarrow F''' = \frac{kq_1 q_2}{16d^2} \Rightarrow F''' = \frac{1}{16} F$$

بنابراین گزینه (۱) درست است.



تست ۹ دو ذره باردار مشابه با بار الکتریکی یکسان در فاصله a از یکدیگر قرار دارند. در چه تعداد از تغییرات مطرح شده، نیروی الکتریکی دو بار بر یکدیگر $\frac{1}{9}$ برابر می‌شود؟

(الف) یکی از بارها را دو برابر و بار دیگر را نصف، سپس فاصله دو ذره را سه برابر کنیم. / (ب) فقط یکی از بارها را به $\frac{1}{4}$ مقدار اولیه آن رسانده و فاصله دو ذره را $\frac{3}{2}$ برابر کنیم. / (پ) بار هر ذره را $\frac{1}{3}$ و فاصله آن‌ها را سه برابر کنیم.

۱ (۱)	۲ (۲)
۳ (۳)	۴ (۴) صفر

گزینه ۲ **۴۲** **A** نیروی بین دو بار الکتریکی را در حالت اول و حالت دوم به دست آورده و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad q_1 = q_2 \rightarrow \frac{1}{9} = k \frac{q^2}{r^2}$$

$$F' = k \frac{q_1' q_2'}{r'^2} \quad q_1' = q_2' = q+2 \rightarrow \frac{1}{3} = k \frac{q(q+2)}{r'^2}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{k \frac{q(q+2)}{r'^2}}{k \frac{q^2}{r^2}} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{q^2 + 2q}{q^2} \Rightarrow 3q^2 = q^2 + 2q + 2q \Rightarrow 2q^2 = 4q \Rightarrow q = 2 \mu C$$

۴۳ **A** نیروی بین دو بار در حالت اول برابر است با:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \Rightarrow F = k \times \frac{2 \times 2}{r^2} = k \frac{4}{r^2}$$

در حالت دوم، نصف بار یکی از کره‌ها را به دیگری منتقل کرده‌ایم، در این صورت اگر نصف بار $q_1 = 2 \mu C$ یعنی $q_1 = 1 \mu C$ را به $q_2 = -2 \mu C$ اضافه کنیم، خواهیم داشت:

$$q_1' = 2 - 1 = 1 \mu C, \quad q_2' = -2 + 1 = -1 \mu C, \quad r' = \frac{r}{2} \Rightarrow F' = k \times \frac{1 \times 1}{(\frac{r}{2})^2} = k \frac{4}{r^2}$$

در این صورت $F' = F$ می‌شود و خواهیم داشت: $\frac{F'}{F} = 1$

۴۴ **A** نیروی بین دو بار ۶۹٪ افزایش یافته در این صورت:

$$F' = F + 0.69F = 1.69F \Rightarrow \frac{kq_1 q_2}{d'^2} = 1.69 \times \frac{kq_1 q_2}{d^2} \Rightarrow d' = \frac{1}{1.3} d$$

تغییرات فاصله $(d' - d)$ خواسته شده است از این رو خواهیم داشت:

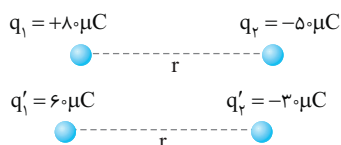
$$\Delta d = d' - d = \frac{1}{1.3} d - d = -\frac{0.3}{1.3} d = -\frac{3}{13} d$$

توجه کنید که علامت منفی در تغییرات به معنی کاهش کمیت بوده و اگر تغییرات مثبت به دست آید یعنی کمیت افزایش یافته است.

۴۵ **B** **خط فکری ۱:** ۲۵ درصد از بار q_1 یعنی $\frac{25}{100} q_1$ یا $\frac{1}{4} q_1$ را به بار q_2 منتقل کرده‌ایم، بنابراین ابتدا بارهای جدید هر یک را حساب می‌کنیم:

$$q_1' = q_1 - \frac{1}{4} q_1 = \frac{3}{4} q_1 = \frac{3}{4} \times 80 = 60 \mu C, \quad q_2' = q_2 + \frac{1}{4} q_1 = -50 + \frac{1}{4} \times 80 = -30 \mu C$$

نیرو را در دو حالت به دست می‌آوریم و بر هم تقسیم می‌کنیم.



$$F_1 = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{k \frac{|q_1'| |q_2'|}{r^2}}{k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}} = \frac{|q_1'| |q_2'|}{|q_1| |q_2|} = \frac{60 \times 30}{80 \times 50} = \frac{9}{20} \Rightarrow F_2 = \frac{9}{20} F_1$$

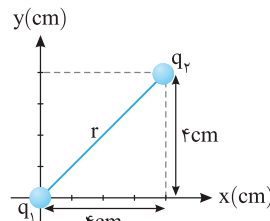
$$F' = k \frac{|q_1'| |q_2'|}{(r')^2} \Rightarrow F' = k \frac{(3q_1)(3q_2)}{(3r)^2} \Rightarrow F' = k \frac{9q_1 q_2}{9r^2} \Rightarrow F' = F$$

۳۸ **A** **خط فکری:** برای به دست آوردن نیروی بین دو ذره باردار باید بار هر دو ذره و فاصله بین آن‌ها را داشته باشیم. بار هر دو ذره را داریم و در شکل داده شده فاصله دو بار q_1 و q_2 وتر مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقینی به ساق‌های 4 cm بوده که به کمک رابطه فیثاغورس r را به دست می‌آوریم.

$$r = \sqrt{4^2 + 4^2} = 4\sqrt{2} \text{ cm}$$

با توجه به قانون کولن، F خواهد شد:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{32 \times 10^{-4}} = 9 \text{ N}$$



۳۹ **A** **خط فکری:** در این مسئله باید از قانون کولن $F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$ استفاده کنیم اما اندازه نیروی F را در اختیار نداریم بلکه بردار آن برحسب \vec{i} و \vec{j} داده شده است از این رو، ابتدا باید مقدار F را به دست آوریم:

اینکون به حل مسئله می‌پردازیم:

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} \Rightarrow F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\vec{F} = 6\vec{i} + 2\sqrt{3}\vec{j} \Rightarrow |\vec{F}| = \sqrt{6^2 + (2\sqrt{3})^2} = \sqrt{36 + 12} = \sqrt{48} = 4\sqrt{3} \text{ N}$$

حال با استفاده از قانون کولن و داشتن اندازه نیرو و بارها، فاصله دو بار را حساب می‌کنیم:

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

$$\Rightarrow r = 3 \times 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow r = 3 \text{ cm}$$

۴۰ **A** **راه حل اول:** قانون کولن را در دو حالت نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}, \quad F' = \frac{kq_1 q_2}{r'^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \Rightarrow \frac{6}{54} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{9} = \frac{r^2}{r'^2} \Rightarrow r' = \frac{1}{3} r, \quad \Delta r = 120 - 40 = 80 \text{ cm}$$

راه حل دوم: **خط فکری:** نیروی کولنی با فاصله رابطه عکس و معذوری دارد یعنی اگر فاصله دو برابر شود نیرو $\frac{1}{4}$ برابر خواهد شد. با توجه به سؤال، نیرو از 54 N به 6 N رسیده یعنی نیرو $\frac{1}{9}$ برابر شده، پس فاصله دو بار از هم سه برابر شده است.

$$r_1 = 3r_2 \quad r_1 = 40 \text{ cm} \rightarrow r_2 = 120 \text{ cm}$$

در این صورت ذره‌ها را باید $r_2 - r_1 = 120 - 40 = 80 \text{ cm}$ از هم دور کنیم.

تست ۸ بار الکتریکی $8 \mu C$ از فاصله r بر بار $2 \mu C$ نیروی F را وارد می‌کند. بار $2 \mu C$ در چه فاصله‌ای بر بار $8 \mu C$ نیرویی با اندازه $2F$ وارد می‌کند؟ **تجربی - ۸۰**

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

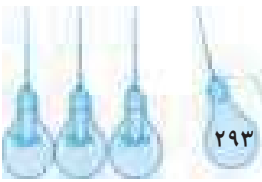
۴۱ **A** **خط فکری:** در این تست‌ها باید با توجه به قانون کولن، نیروی الکتریکی را در دو حالت به دست آورده و با تقسیم آن‌ها نسبت خواسته شده را به دست آوریم. بارهای اولیه را q_1 و q_2 و فاصله دو بار را r می‌گیریم. در این صورت نیرویی که دو بار

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

در حالت اول به هم وارد می‌کنند برابر است با:

در حالت دوم اندازه هر بار سه برابر شده پس $q_1' = 3q_1$ و $q_2' = 3q_2$ و فاصله دو بار سه برابر شده بنابراین $r' = 3r$ است. نیرو در حالت دوم خواهد شد:

$$F' = k \frac{|q_1'| |q_2'|}{(r')^2} \Rightarrow F' = k \frac{(3q_1)(3q_2)}{(3r)^2} \Rightarrow F' = k \frac{9q_1 q_2}{9r^2} \Rightarrow F' = F$$



نشرالگو

خط فکری ۲: می توان اثبات کرد، حاصل ضرب دو عدد که مجموع ثابتی دارند وقتی بیشینه است که دو عدد برابر باشند. در اینجا هم بار بین دو ذره منتقل می شود پس مجموع بار دو ذره ثابت می ماند (پایستگی بار) و برای اینکه نیروی که دو ذره به هم وارد می کنند $(k \frac{q_1 q_2}{r^2})$ بیشینه شود باید $q_1 q_2$ بیشینه شود.

برای آن که نیرو بیشینه شود باید $q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$ باشد:

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{3}{2} q_1$$

حال درصد تغییرات بار q_2 را حساب می کنیم:

$$\frac{\Delta q_2}{q_2} \times 100 = \frac{q_2' - q_2}{q_2} \times 100 = \frac{-\frac{1}{2} q_1}{\frac{3}{2} q_1} \times 100 = -25\%$$

۴۹ بنا به اصل پایستگی بار الکتریکی خواهیم داشت:

$$q_1' + q_2' = q_1 + q_2 \Rightarrow q_1' + q_2' = (0/2) + (-6/2) = -6 \mu C$$

براهای q_1' و q_2' با هم برابرند زیرا دو کره رسانا و مشابه هستند.

$$2q_1' = -6 \mu C \Rightarrow q_1' = -3 \mu C$$

در این صورت مقدار بار جابه جا شده برابر است با:

$$|\Delta q_2| = |q_2| - |q_2'| = |-6/2| - |-3| = 3/2 \mu C$$

اکنون تعداد الکترون های جابه جا شده را به دست می آوریم:

$$q = ne \Rightarrow 3/2 \times 10^{-6} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 2 \times 10^{13}$$

نسبت نیروها در دو حالت خواهد شد:

$$\frac{F'}{F} = \frac{k \frac{|q_1'| |q_2'|}{r'^2}}{k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left| \frac{q_1'}{q_1} \right| \times \left| \frac{q_2'}{q_2} \right| \times \frac{r^2}{r'^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{r^2}{r'^2}$$

$$\frac{F'}{F} = \left(\frac{3}{2} \right) \left(\frac{3}{2} \right) \left(\frac{d}{3d} \right)^2 \Rightarrow F' = 2N$$

تست ۱۱: دو کره کوچک فلزی یکسان که دارای بار الکتریکی ۲ق و ۳ق- می باشند از فاصله d بر هم نیروی F_1 را وارد می کنند. دو کره را با هم تماس داده، سپس در همان فاصله قرار می دهیم. در این حالت دو کره بر هم نیروی F_2 وارد می کنند. $\frac{F_2}{F_1}$ برابر کدام است؟

$$\frac{1}{12} \quad (1) \quad \frac{1}{6} \quad (2)$$

$$\frac{1}{24} \quad (3) \quad \frac{1}{3} \quad (4)$$

راه حل اول: نیروی اولیه بین دو گلوله ریاضی است. در نتیجه بار آن ها در ابتدا ناهم نام است. پس از تماس آن دو با هم بار هر دو برابر می شود:

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = +3 \mu C \Rightarrow q_1 + q_2 = +6 \mu C = 6 \times 10^{-6} C$$

از طرفی با توجه به فرض مسأله و قانون کولن خواهیم داشت:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow -4 = 9 \times 10^9 \frac{q_1 q_2}{9 \times 10^{-2}} \Rightarrow q_1 q_2 = -4 \times 10^{-11} = -4 \times 10^{-12} C^2$$

با توجه به خاصیت معادله درجه دوم می توان q_1 و q_2 را ریشه های یک معادله درجه دوم دانست که حاصل ضرب دو ریشه -4×10^{-12} و حاصل جمع آن ها $+6 \times 10^{-6}$ شده است و معادله را نوشت:

$$q^2 - 6 \times 10^{-6} q - 4 \times 10^{-12} = 0 \Rightarrow q = \frac{+3 \times 10^{-6} \pm \sqrt{9 \times 10^{-12} + 4 \times 10^{-12}}}{1}$$

$$\Rightarrow q = 3 \times 10^{-6} \pm 7 \times 10^{-6} \Rightarrow \begin{cases} q_1 = 10 \times 10^{-6} = +10 \mu C \\ q_2 = -4 \times 10^{-6} = -4 \mu C \end{cases}$$

خط فکری ۲: درصد تغییرات نیرو برابر $\frac{\Delta F}{F} \times 100$ است که اگر حاصل آن مثبت باشد

یعنی نیرو به اندازه a درصد افزایش یافته و اگر حاصل آن منفی باشد یعنی نیرو به اندازه a درصد کاهش یافته است:

$$\frac{\Delta F}{F} \times 100 = \frac{F_2 - F_1}{F_1} \times 100 = \frac{9}{20} \frac{F_1 - F_1}{F_1} \times 100 = -\frac{11}{20} \times 100 = -55\%$$

نیرو ۵۵ درصد کاهش یافته است \Rightarrow

۴۶ با توجه به سؤال $\frac{25}{100} = \frac{1}{4}$ بار q_1 را برداشته و به بار q_2 اضافه کرده ایم، بنابراین:

$$q_1' = q_1 - \frac{25}{100} q_1 = 8 - \frac{1}{4} \times 8 = 6 \mu C, q_2' = q_2 + \frac{1}{4} q_1 = q_2 + \frac{1}{4} \times 8 \Rightarrow q_2' = q_2 + 2$$

$$F' = F + 50\% F = \frac{3}{2} F \quad \text{نیروی بین دو بار ۵۰ درصد افزایش یافته پس:}$$

حال نیروی الکتریکی را در دو حالت با توجه به قانون کولن $(k \frac{q_1 q_2}{r^2})$ به دست آورده

و برهم تقسیم می کنیم تا ثابت کولن (k) و فاصله دو بار که در دو حالت یکسان می ماند، با هم ساده شوند.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = k \frac{(\lambda) q_2}{r^2}, F' = k \frac{q_1' q_2'}{r'^2} \Rightarrow F' = k \frac{(6)(q_2 + 2)}{r'^2}$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{F'}{F} = \frac{8 q_2}{6(q_2 + 2)} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{4}{3} \left(\frac{q_2}{q_2 + 2} \right) \Rightarrow 2 q_2 = q_2 + 2 \Rightarrow q_2 = 2 \mu C$$

تست ۱۰: دو بار q در فاصله r، یکدیگر را با نیروی F دفع می کنند. چند درصد از بار یکی را برداشته و به دیگری بیفزاییم تا در همان فاصله r یکدیگر را با نیروی $0.84F$ دفع کنند؟

۱۶ (۱)	۳۶ (۲)
۴۰ (۳)	۶۰ (۴)

کزینه ۳

۴۷ ۲۵ درصد از اندازه بار هر دو ذره کاهش یافته است یعنی اندازه هر دو بار

به اندازه $\frac{25}{100} = \frac{1}{4}$ بارشان کاهش می یابد. دقت کنید برای بار $q_2 = -6 \mu C$ اندازه

بار $6 \mu C$ بوده که اگر $\frac{1}{4}$ از آن کاسته شود، اندازه بار $4.5 \mu C$ خواهد شد:

$$|q_1'| = |q_1| - \frac{25}{100} |q_1| = 30 \mu C, |q_2'| = |q_2| - \frac{25}{100} |q_2| = +4.5 \mu C$$

بنابراین چون بار q_1 مثبت است بار q_1' برابر $+30 \mu C$ شده و چون بار q_2 منفی بوده بار q_2' نیز $-4.5 \mu C$ است. فاصله دو ذره تغییر نکرده پس با داشتن بار اولیه آن ها،

نیروی الکتریکی اولیه و با داشتن بار ثانویه آن ها، نیروی الکتریکی ثانویه را حساب کرده تا بتوانیم تغییرات نیروی الکتریکی را به دست آوریم:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \Rightarrow F = k \times \frac{4.5 \times 6 \times 10^{-12}}{r^2}$$

$$F' = k \frac{|q_1'| |q_2'|}{r'^2} \Rightarrow F' = k \times \frac{30 \times 4.5 \times 10^{-12}}{r'^2}$$

درصد تغییرات برابر است با:

$$\frac{\Delta F}{F} \times 100 = \frac{\Delta F}{F} \times 100$$

$$\Rightarrow \frac{F' - F}{F} \times 100 = \frac{F'}{F} \times 100 - 100 = \frac{k \times 10^{-12} (1350 - 2400)}{k \times 2400 \times 10^{-12}} \times 100 = -43.75\%$$



B ۵۴ ۴ خط فکری: در این سؤال برخلاف سؤال‌های قبل که یک مجهول داشتیم با دو مجهول سروکار داریم. ۱- علامت باری که در نقطه A قرار گرفته و ۲- اندازه این بار. بنابراین برای حل سؤال دو حالت در نظر می‌گیریم:

(۱) بار q مثبت باشد: بار q_1 و q همنام‌اند پس F_1 نیروی دافعه و بار q_2 و q_1 ناهمنام‌اند پس F_2 نیروی جاذبه است:

$$F_1 = k \frac{|q_1||q|}{r_1^2} \Rightarrow F_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times q}{(2.25 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow F_1 = \frac{9 \times 10^6 q}{2.25} = \frac{4 \times 10^6 q}{0.25}$$

$$F_2 = k \frac{|q_2||q|}{r_2^2} \Rightarrow F_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times q}{(2.5 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow F_2 = \frac{9 \times 10^6 q}{2.5}$$

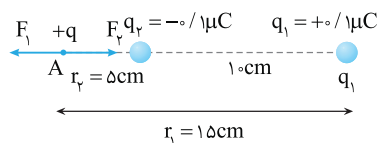
نیروهای F_1 و F_2 خلاف جهت همدان پس نیروی خالص وارد بر q حاصل تفاضل این دو نیرو است:

$$|\vec{F}_T| = |\vec{F}_2 - \vec{F}_1| \Rightarrow \frac{9 \times 10^6 q}{2.5} - \frac{4 \times 10^6 q}{0.25} = \frac{1}{6} \times 10^{-2}$$

$$\frac{1}{6} \times 10^{-2} = \frac{9 \times 10^6 q}{2.5} (9 - 1) \Rightarrow \frac{1}{6} \times 10^{-2} = \frac{8 \times 10^6 q}{2.5} \times 8$$

$$\frac{1}{6} \times 10^{-2} \times 2.5 = \frac{1}{6} \times 10^{-2} \times 2.5 \times 8 \times q \Rightarrow q = \frac{1}{6 \times 8} \times 10^{-2} = \frac{1}{48} \times 10^{-2} = 2.08 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$= 2.08 \times 10^{-5} \text{ C} = 20.8 \mu\text{C}$$

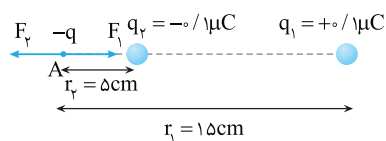


(۲) بار q منفی باشد: با توجه به تغییر بار q، جهت نیروهای F_1 و F_2 تغییر می‌کند اما اندازه این نیروها تغییر نخواهد کرد. دقت کنید که چون بار q منفی است پس در قانون کولن |q| را قرار می‌دهیم:

$$F_1 = k \frac{q_1|q|}{r_1^2} = \frac{|q| \times 10^6}{2.25}, F_2 = k \frac{q_2|q|}{r_2^2} = \frac{|q| \times 9 \times 10^6}{2.5} \Rightarrow |\vec{F}_T| = |\vec{F}_2 - \vec{F}_1|$$

$$\Rightarrow \frac{1}{6} \times 10^{-2} = \frac{9 \times 10^6 |q|}{2.5} - \frac{10^6 |q|}{2.25} \Rightarrow |q| = 2.08 \times 10^{-5} \text{ C} = 20.8 \mu\text{C}$$

چون فرض کردیم q منفی است بنابراین $q = -20.8 \mu\text{C}$

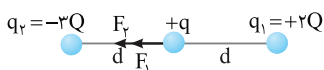


A ۵۵ ۳ خط فکری: با توجه به قانون کولن، نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار با بار هر ذره رابطه مستقیم دارد، پس اگر بار یکی از ذره‌ها دو برابر شود نیروی الکتریکی بین آنها نیز دو برابر خواهد شد.

در فاصله d نیرویی که بار +Q بر بار +q وارد می‌کند F است. بنابراین نیرویی که بار +2Q بر بار +q در همان فاصله d وارد می‌کند $F_1 = 2F$ و نیرویی که بار -3Q بر بار +q در همان فاصله d وارد می‌کند $F_2 = 3F$ است.

نیروهای F_1 و F_2 هم جهت بوده و با هم جمع می‌شوند.

$$F_T = F_1 + F_2 = 2F + 3F = 5F$$



راه حل دوم: در این روش با توجه به اینکه در فرض مسأله نیروی جاذبه ۴N است، داریم:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow -4 = 9 \times 10^9 \times \frac{q_1 q_2}{9 \times 10^{-2}} \Rightarrow q_1 q_2 = -4 \times 10^{-12} \text{ C}^2$$

اکنون از گزینه‌ها کمک می‌گیریم، تنها گزینه‌ای که حاصل ضرب اعداد آن $-4 \times 10^{-12} \text{ C}^2$ می‌شود، گزینه (۲) است.

A ۵۱ ۴ درباره اندازه ذره کره فلزی و نوع بار دو کره در صورت مسأله، اطلاعاتی داده نشده است. از این رو نمی‌توان در مورد رابطه نیروی F و F' اظهار نظر قطعی کرد و گزینه (۴) پاسخ درست است.

A ۵۲ ۴ خط فکری: نیرو کمیتری برداری است که هم جهت دارد و هم اندازه:

$$1 - \text{اندازه نیروهای وارد بر هر ذره به وسیله قانون کولن} \frac{k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}}{\text{به دست می‌آید.}}$$

۲- اگر نیروهای وارد بر یک ذره:

(الف) هم جهت باشند $F_T = F_1 + F_2$ و بردار برآیند در جهت نیروهای F_1 و F_2 است.

(ب) خلاف جهت باشند $F_T = |F_1 - F_2|$ و بردار برآیند در جهت نیروی بزرگ‌تر است.

بارهای A و C ناهمنام‌اند پس نیروی بین آنها راپاشی است.

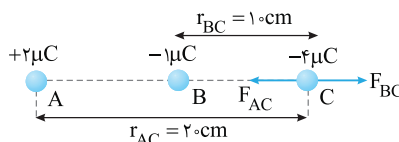
بارهای B و C همنام‌اند پس نیروی بین آنها رانشی است.

حال با استفاده از قانون کولن، اندازه نیروی F_{AC} و F_{BC} را به دست می‌آوریم:

$$|\vec{F}_{BC}| = k \frac{|q_B||q_C|}{r_{BC}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 3/6 \text{ N}$$

$$|\vec{F}_{AC}| = k \frac{|q_A||q_C|}{r_{AC}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(40 \times 10^{-2})^2} = 1/8 \text{ N}$$

این دو نیرو خلاف جهت همدان و اندازه آنها برابر $F_T = 1/8 \text{ N}$ و جهت آن $|\vec{F}_T| = |\vec{F}_{BC} - \vec{F}_{AC}| = 3/6 - 1/8 = 1/8 \text{ N}$ در جهت بردار نیروی بزرگ‌تر (\vec{F}_{BC}) است.

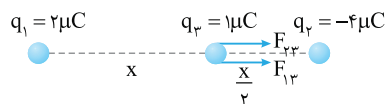


تست ۱۲ در همین تست، اندازه نیروی خالص وارد بر ذره B چند نیوتون است؟

- (۱) $1/8$ → (۲) $1/8$ ← (۳) $5/4$ ← (۴) $5/4$ →

A ۵۳ ۲ با توجه به نوع بارها جهت نیرویی که ذره‌های q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد

می‌کنند مطابق شکل در یک جهت هستند و برآیند نیروهای وارد بر q_3 برابر جمع دو نیروی \vec{F}_{23} و \vec{F}_{13} است:



$$F_{23} + F_{13} = 4.5 \text{ N} \Rightarrow k \frac{|q_2||q_3|}{(\frac{x}{2})^2} + k \frac{|q_1||q_3|}{x^2} = 4.5$$

$$9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{\frac{x^2}{4}} + 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{x^2} = 4.5$$

$$\frac{144 \times 10^{-3}}{x^2} + \frac{72 \times 10^{-3}}{x^2} = 4.5 \Rightarrow \frac{216 \times 10^{-3}}{x^2} = 4.5 \Rightarrow x^2 = \frac{216 \times 10^{-3}}{4.5} = 48 \times 10^{-3} = 4.8 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$x = \sqrt{4.8 \times 10^{-2}} = 2.19 \times 10^{-1} \text{ m} = 21.9 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow 3/6 \times 10^{-2} = x^2 \Rightarrow 36 \times 10^{-4} = x^2 \Rightarrow x = \sqrt{36 \times 10^{-4}} = 6 \times 10^{-2} \text{ m} = 6 \text{ cm}$$