



کتاب آنلاین®

مرجع تخصصی عرضه آنلاین کتاب

www.ketabonline.ir

درس‌نامه + پرسش‌های چهارگزینه‌ای + پاسخ‌های کاملاً تشریحی

فیزیک ۲ تجربی

(یازدهم) ویراست سوم

رضا خالو، امیرعلی میری



انتشرالگو

۲۲۲ پرسش‌های چهارگزینه‌ای در درس‌نامه‌ها | ۱۲۸۵ پرسش‌های چهارگزینه‌ای در پایان درس‌نامه‌ها | ۹ آزمون فصل به فصل و جامع

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 مجموعهٔ 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 پایهٔ 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 مراجعه به سایت الگو دریافت کنید. همچنین برای اینکه متوجه شوید که تست، شامل یک تست مشابه در پاسخ است، علامت  در کنار شمارهٔ 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.)

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. (پاسخنامه کلیدی آزمون‌های هر فصل و آزمون‌های جامع در انتهای کتاب آمده است و پاسخ تشریحی آن‌ها را نیز می‌توانید با مراجعه به سایت نشر الگو دریافت کنید.) در پایان لازم است از تلاش صمیمانه کارکنان نشر الگو سپاسگزاری کنیم، در واحد ویرایش خانم زهره نوری و همچنین خانم فاطمه کزازی و آقای روزبه عسگری که ویرایش این کتاب بی‌یاری ایشان امکان‌پذیر نبود و در واحد حروفچینی خانم ویدا محسنی برای صفحه‌آرایی کتاب؛ همچنین از سرکار خانم ستین مختار مسئول واحد ویراستاری و حروفچینی قدردانی می‌کنیم.

رضا خالو

امیرعلی میری

فهرست

فصل اول: الکتریسیته ساکن

- بخش اول (قسمت اول): بار الکتریکی ۲
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت اول) ۹
- بخش اول (قسمت دوم): قانون کولن ۱۳
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت دوم) ۲۱
- بخش دوم: میدان الکتریکی ۳۸
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم ۴۷
- بخش سوم (قسمت اول): انرژی پتانسیل الکتریکی -
پتانسیل الکتریکی ۶۳
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم (قسمت اول) ۶۹
- بخش سوم (قسمت دوم): میدان الکتریکی در داخل رساناها ۷۷
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم (قسمت دوم) ۸۰
- بخش چهارم: خازن ۸۵
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ۹۱
- آزمون ۱ ۹۹
- آزمون ۲ سایت نشر الگو

فصل سوم: مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

- بخش اول (قسمت اول): مفاهیم اولیه مغناطیس ۲۰۴
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت اول) ۲۰۷
- بخش اول (قسمت دوم): نیروی مغناطیسی وارد بر بار
متحرک در میدان مغناطیسی ۲۱۰
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت دوم) ۲۱۶

فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

- بخش اول: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم ۱۰۴
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول ۱۱۱
- بخش دوم (قسمت اول): نیروی محرکه الکتریکی و مدارها ۱۱۹
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم (قسمت اول) ۱۲۲

آزمون‌های جامع

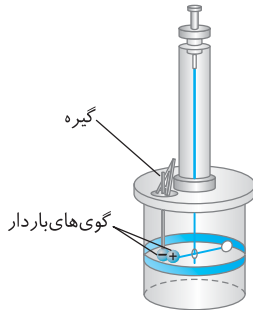
آزمون جامع ۱	۳۰۸
آزمون جامع ۲	۳۱۱
آزمون جامع ۳	۳۱۴
پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع	سایت نشر الگو

فصل چهارم: پاسخ‌های تشریحی

پاسخ فصل اول	۳۱۸
پاسخ آزمون ۱	۳۸۶
پاسخ فصل دوم	۳۹۰
پاسخ آزمون ۱	۴۶۷
پاسخ فصل سوم	۴۷۱
پاسخ آزمون ۱	۵۲۲
پاسخ‌نامه کلیدی	۵۲۴

بخش اول (قسمت سوم): نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان	۲۲۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول (قسمت سوم)	۲۲۵
بخش دوم (قسمت اول): میدان مغناطیسی سیم راست حامل جریان	۲۳۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم (قسمت اول)	۲۳۷
بخش دوم (قسمت دوم): میدان مغناطیسی حلقه دایره‌ای و سیم‌لوله حامل جریان	۲۴۴
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم (قسمت دوم)	۲۴۸
بخش دوم (قسمت سوم): ویژگی‌های مغناطیسی مواد	۲۵۴
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم (قسمت سوم)	۲۵۵
بخش سوم (قسمت اول): پدیده القای الکترومغناطیسی	۲۵۸
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم (قسمت اول)	۲۶۱
بخش سوم (قسمت دوم): قانون القای الکترومغناطیسی فاراده	۲۶۴
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم (قسمت دوم)	۲۷۱
بخش سوم (قسمت سوم): نمودارها	۲۸۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم (قسمت سوم)	۲۸۳
بخش چهارم (قسمت اول): القاگرها	۲۸۹
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم (قسمت اول)	۲۹۲
بخش چهارم (قسمت دوم): جریان متناوب	۲۹۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم (قسمت دوم)	۳۰۰
آزمون ۱	۳۰۴
آزمون ۲	سایت نشر الگو

بخش اول (قسمت دوم): قانون کولن



بعد از شناسایی رفتار الکتریکی اجسام باردار، پرسشی که مطرح شد این بود که نیروی الکتریکی بین دو بار به چه عواملی بستگی دارد؟ شارل آگوستین کولن دانشمند فرانسوی اولین کسی بود که با استفاده از یک ترازوی پیچشی موفق شد که به این پرسش پاسخ دهد.

نیروی الکتریکی بین دو بار $\left\{ \begin{array}{l} \text{با حاصل ضرب دو بار نسبت مستقیم دارد.} \\ \text{با مربع فاصله دوبار نسبت وارون دارد.} \end{array} \right.$

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

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \quad \text{فاصله دو بار بر حسب متر (m)}$$

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

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

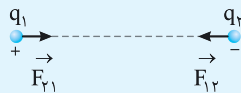
جهت نیرو با توجه به ناهمنام یا همنام بودن بارها و رابیشی و رانشی بودن نیروی بین بارها تعیین می‌شود.

ثابت کولن را می‌توان بر حسب ثابت دیگری به نام ضریب گذردهی الکتریکی 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 برداریه و با قانون کولن اندازه بردار نیرو به‌درست میار.

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

(ب) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی ناهمنام، جاذبه است.



(الف) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی همنام، دافعه است.



F_{12} نیرویی است که بار الکتریکی q_1 بر بار الکتریکی q_2 وارد می‌کند. F_{21} نیرویی است که بار الکتریکی q_2 بر بار الکتریکی q_1 وارد می‌کند.

یادآوری

قانون سوم نیوتون: هرگاه جسم A بر جسم B نیروی F را وارد کند جسم B بر جسم A نیرویی هم‌اندازه F و در خلاف جهت آن وارد می‌کند.

با توجه به یادآوری بالا نیرویی که بار q_1 بر q_2 وارد می‌کند هم‌اندازه و در خلاف جهت نیرویی است که q_2 بر q_1 وارد می‌کند. $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ 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:

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

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

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت بار یک کولنی، بار بسیار بزرگی است که می‌تواند از فاصله 1000 متری بر بار یک کولنی دیگر نیرویی به این بزرگی وارد کند.



تست ۱۱

در اتم هلیوم فاصله الکترون از پروتونی $1/4 \times 10^{-10} \text{ m}$ و فاصله دو پروتون در هسته آن برابر $2 \times 10^{-15} \text{ m}$ می باشد. نیرویی که پروتون ها به هم وارد می کنند چند برابر نیرویی است که الکترون به پروتون وارد می کند؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

از کتاب درسی

(۱) $1/6 \times 10^{-9}$ (۲) $3/2 \times 10^{-9}$ (۳) $4/9 \times 10^{-9}$ (۴) باید بار الکترون و پروتون داده شود.

پاسخ

اندازه بار الکترون و بار پروتون با هم یکسان و برابر با $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ است و با توجه به قانون کولن و فاصله های داده شده نیروی الکتریکی خواسته شده را حساب می کنیم:

$$F_1 = k \frac{|q| \times |q|}{r^2} = \frac{k|q|^2}{(1/4 \times 10^{-10})^2} = \frac{ke^2}{(1/4 \times 10^{-10})^2}$$

$$F_2 = k \frac{|q| \times |q|}{r^2} = \frac{k|q|^2}{(2 \times 10^{-15})^2} = \frac{ke^2}{(2 \times 10^{-15})^2}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{k|e|^2}{(2 \times 10^{-15})^2}}{\frac{k|e|^2}{(1/4 \times 10^{-10})^2}} = \frac{(1/4 \times 10^{-10})^2}{(2 \times 10^{-15})^2} = \frac{1/16 \times 10^{-20}}{4 \times 10^{-30}} = 0/49 \times 10^{10} = 4/9 \times 10^{+9}$$

گزینه ۳

حالا برو تست های ۳۱ تا ۴۱ رو بزن.

نکته در قانون کولن $F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$ ، نیروی الکتریکی که دو ذره باردار بر هم وارد می کند:

(الف) با بار هر یک از ذره ها رابطه مستقیم دارد. به طور مثال با دو برابر شدن یکی از بارها نیروی الکتریکی دو برابر می شود.

(ب) با فاصله بین دو بار رابطه عکس و توان دو دارد به طور مثال با دو برابر شدن فاصله دو بار، نیروی الکتریکی $\frac{1}{4}$ برابر می شود.

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

تست ۱۲

دو بار الکتریکی همنام به فاصله d از یکدیگر قرار دارند و با نیروی F یکدیگر را می رانند. این دو بار را چه اندازه و در چه جهتی جابه جا 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 می کنیم:

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

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

گزینه ۳

نکته در بعضی از تست ها از شما در مورد شتاب پرسش می شود. در این سؤال ها باید ابتدا با توجه به قانون کولن نیروی الکتریکی را حساب کنید و سپس به کمک قانون دوم نیوتون ($F = ma$) شتاب را به دست آورید.

تست ۱۳

دو ذره A و B به ترتیب دارای جرم m_A و $m_B = 3m_A$ و بار q_A و $q_B = \frac{1}{3}q_A$ 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؟

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

پاسخ بنا به قانون سوم نیوتون نیروی الکتروستاتیکی که ذره A بر ذره B وارد می‌کند با نیروی الکتروستاتیکی که ذره B بر ذره A وارد می‌کند، برابر و در خلاف جهت هم هستند. از این رو:

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

گزینه ۳

حالا برو تست‌های ۴۲ تا ۴۸ رو بزن.

تست ۱۴

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

تجربی - ۸۸

- (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

حالا برو تست‌های ۴۹ تا ۵۴ رو بزن.

تست ۱۵

دو کره فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_1 = -3\mu C$ 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؟

- (۱) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. (۲) ۲۰ 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

$$\text{است با: } q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{-3 + 15}{2} = 6\mu C$$

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{k \times 3 \times 15}{r^2} = \frac{45k}{r^2}, \quad F' = \frac{kq_1'q_2'}{r^2} = \frac{k \times 6 \times 6}{r^2} = \frac{36k}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{r^2}{\frac{45k}{r^2}} = \frac{4}{5} = 0.8 \Rightarrow F' = 0.8F \xrightarrow{\Delta F = F' - F}$$

$$\Delta F = 0.8F - F \Rightarrow \Delta F = -0.2F \Rightarrow \frac{\Delta F}{F} = -20\%$$

گزینه ۲

دقت کردید که در رابطه $\frac{q_1 + q_2}{2}$ علامت بارها مهم است.



تست ۱۶

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:

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

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

در حالت اول نیروی بین دو کره برابر است با:

$$F' = k \frac{q'_1 q'_2}{r^2} \Rightarrow F' = k \frac{(\frac{q_1 + q_2}{2})^2}{r^2}$$

در حالت دوم نیروی بین دو کره خواهد شد:

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

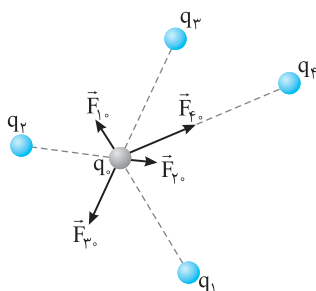
دو عدد دلخواه مثال بزنید، مثلاً $q_1 = 4$ و $q_2 = 8$ ، در این صورت داریم: $q_1 q_2 = 8 \times 4 = 32$ ، $(\frac{4+8}{2})^2 = (\frac{12}{2})^2 = 36$ ، دقت کردید

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

گزینه ۲

حالا برو تست‌های ۵۵ تا ۵۹ رو بزن.

برایند نیروهای الکتروستاتیکی

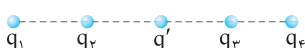


هرگاه چند ذره باردار بر یک ذره باردار نیرو وارد کنند، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره برایند نیروهایی است که هر یک از ذره‌های دیگر جداگانه بر آن ذره وارد می‌کند. (اصل برهم‌نهی نیروهای الکتروستاتیکی)

راستی متوجه شدید اصل برهم‌نهی پی‌میگه؟ میگه آله پندبار به یک بار نیرو وارد کنن، نیروی هر بار رو حساب می‌کنیم بعد بین همه نیروها برایند می‌گیریم تا نیروی خالص به‌دست بیار.

نیروی بین بارهای در یک امتداد

اگر چند بار در یک امتداد قرار داشته باشند و نیروی الکتریکی خالص وارد بر یکی از آن‌ها به طور مثال، نیروی الکتریکی وارد بر q' خواسته شود:



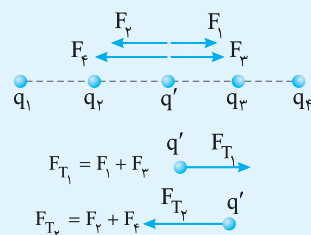
۱ ابتدا جهت نیروهای وارد بر بار q' را با توجه به همانم یا ناهمنام بودن بارها مشخص می‌کنیم.

۲ در گام بعد اندازه هر یک از نیروها را به کمک قانون کولن حساب می‌کنیم.

۳ نیروی خالص را به کمک برایند بردارها حساب می‌کنیم.

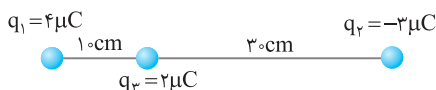
(ب) برای به‌دست آوردن نیروی خالص وارد بر یک بار، برایند نیروهای خالصی که در قسمت (الف) به‌دست آورده بودیم را حساب می‌کنیم. این نیروهای خالص در خلاف جهت هم قرار دارند، بنابراین از یکدیگر کم می‌شوند و نیروی خالص وارد بر یک بار الکتریکی در جهت نیروی بزرگ‌تر قرار می‌گیرد:

$$F_T = |F_{T_1} - F_{T_2}|$$



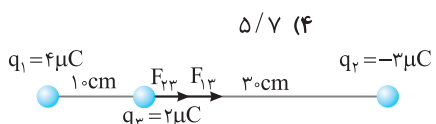
(الف) در نیروهای وارد بر یک بار نیروهای هم‌جهت را با یکدیگر جمع می‌کنیم. نیروی خالص در جهت هر یک از این نیروها قرار می‌گیرد.

تست ۱۷



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؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)



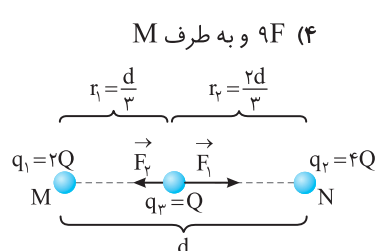
پاسخ نیروهای وارد بر بار q_3 را رسم می‌کنیم. این دو نیرو که با توجه به علامت بارها مشخص می‌شود هم‌جهت با هم بوده پس:

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

گزینه ۲

نیروی الکتریکی بین دو بار همنام $2Q$ و $4Q$ که روی پاره خط 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: ابتدا نیروی F بین دو بار $q_1 = 2Q$ و $q_2 = 4Q$ را حساب می‌کنیم.

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F = k \frac{(2Q)(4Q)}{r^2} \Rightarrow F = 8 \frac{kQ^2}{r^2} \Rightarrow k \frac{Q^2}{r^2} = \frac{F}{8}$$

بار سوم یعنی Q را q_3 می‌نامیم $q_3 = Q$ و نیرویی که بار q_1 بر q_3 وارد می‌کند را بر حسب F به‌دست می‌آوریم.

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

نیرویی که بار q_1 بر q_3 وارد می‌کند:

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

نیرویی که بار q_2 بر q_3 وارد می‌کند:

مطابق شکل این دو نیرو هم‌راستا و در خلاف جهت یکدیگرند، بنابراین اندازه نیروی خالص وارد بر بار $q_3 = Q$ بر حسب F را می‌توان به شکل زیر

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

به‌دست آورد:

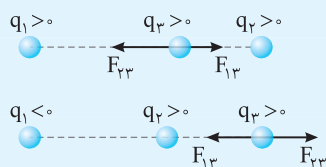
جهت این نیرو هم‌جهت با نیروی بزرگ‌تر یعنی $\vec{F}_1$ و به طرف نقطه N خواهد بود.

گزینه ۱

حالا برو تست‌های ۶۰ تا ۷۵ رو بزن.

نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی صفر شود.

نکته: اگر دو بار q_1 و q_2 داشته باشیم و سؤال از ما بخواهد بار q_3 را در نقطه‌ای قرار دهیم تا نیروی خالص وارد بر آن صفر شود دو حالت وجود دارد:



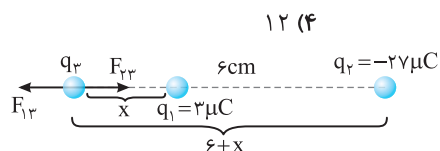
۱. بارهای الکتریکی همنام باشند، نیروی خالص وارد بر بار سوم (q_3) بین دو بار و نزدیک به باری

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

۲. بارهای الکتریکی ناهمنام باشند، نیروی خالص وارد بر بار سوم (q_3) خارج از خط وصل‌کننده دو بار و

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

دو بار $q_1 = 3\mu C$ و $q_2 = -27\mu C$ در فاصله 6cm 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؟



(۱) ۳ (۲) ۶ (۳) ۹ (۴) ۱۲

پاسخ: دو بار q_1 و q_2 ناهمنام‌اند پس بار q_3 باید خارج از دو بار و نزدیک به بار با اندازه

کمتر یعنی بار q_1 قرار گیرد. ($|q_2| > |q_1|$) در این صورت فاصله بار q_1 تا q_3 برابر x و

فاصله بار q_2 تا q_3 برابر $6+x$ سانتی‌متر است. اگر بار q_3 را مثبت در نظر بگیریم:

$$F_{13} = F_{23} \Rightarrow k \frac{|q_1||q_3|}{x^2 \times 10^{-4}} = k \frac{|q_2||q_3|}{(6+x)^2 \times 10^{-4}} \xrightarrow{\text{ساده می‌کنیم}} \frac{3 \times 10^{-6}}{x^2 \times 10^{-4}} = \frac{27 \times 10^{-6}}{(6+x)^2 \times 10^{-4}} \Rightarrow \frac{(6+x)^2}{x^2} = \frac{27 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}} = 9$$

$$\Rightarrow \frac{(6+x)^2}{x^2} = 9 \xrightarrow{\text{از دو طرف جذر می‌گیریم}} \frac{(6+x)}{x} = 3 \Rightarrow 3x = 6+x \Rightarrow 2x = 6 \Rightarrow x = 3\text{cm}$$

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

گزینه ۳

راستی متوجه شدید که نوع بار q_3 در این مسئله تأثیری ندارد و q_3 از دو طرف تساوی نیروها حذف می‌شود.

حالا برو تست‌های ۷۶ تا ۹۰ رو بزن.



برایند نیروهای الکتریکی حاصل از چند بار واقع بر یک صفحه

اکنون می‌خواهیم نیروی بین بارهایی را بررسی کنیم که روی یک خط راست قرار ندارند. به همین دلیل محاسبه مقداری طولانی‌تر شده و شما باید با حوصله نیروهای وارد بر بار موردنظر 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 ساده‌تر حل آن‌ها را فرا بگیرید.

نکته اگر دو نیرو بر هم عمود باشند

$$F_T = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

الف) اندازه برایند این دو نیرو برابر است با:

ب) بردار نیروی خالص بین دو نیرو قرار می‌گیرد و به نیروی بزرگ‌تر، نزدیک‌تر است.

تست ۲۰

در شکل روبه‌رو نیروی خالص وارد بر بار $q_3 = +2 \mu\text{C}$ از طرف دو بار الکتریکی q_1 و q_2 چند

نیوتون است؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

- (۱) ۸۰
(۲) $100\sqrt{5}$
(۳) $20\sqrt{10}$

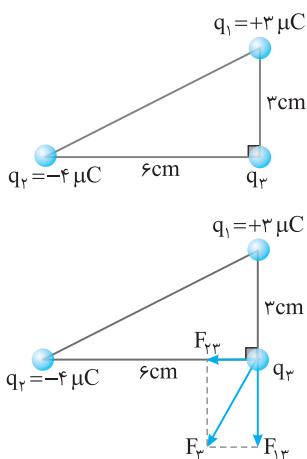
پاسخ بار q_1 با بار q_3 همانم بوده و آن را دفع می‌کند، بار q_2 و بار q_3 ناهمنام بوده و یکدیگر را می‌ربایند، نیروها را رسم می‌کنیم و اندازه آن‌ها را حساب می‌کنیم.

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

$$F_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{r^3} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}} = 20 \text{ N}$$

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

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



گزینه ۳

تست ۲۱

نیروی خالص وارد بر بار q_0 در شکل روبه‌رو چند نیوتون است؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

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

پاسخ ابتدا به کمک رابطه فیثاغورس فاصله q_1 تا q_0 و q_2 تا q_0 را به دست می‌آوریم. دقت کنید

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

که فاصله q_0 تا q_3 نیز ۱ m است.

نیروی که بار q_1 بر q_0 (F_{10}) وارد می‌کند خواهد شد:

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

نیروی که بار q_2 بر q_0 وارد می‌کند نیز همین مقدار است.

برایند دو نیروی F_{10} و F_{20} را F می‌نامیم که با توجه به تقارن روی محور افقی قرار می‌گیرد و با توجه به شکل اندازه آن را از رابطه فیثاغورس به دست می‌آوریم.

$$F = \sqrt{F_{10}^2 + F_{20}^2} = \sqrt{(72 \times 10^{-3})^2 + (72 \times 10^{-3})^2} \Rightarrow F = 72\sqrt{2} \times 10^{-3} \text{ N}$$

نکته اگر دو بردار عمود بر هم دارای اندازه یکسان باشند، اندازه برایند این دو نیرو $\sqrt{2}$ برابر اندازه هر یک از این نیروهاست.



حال نیروی که بار q_3 بر بار q_0 وارد می‌کند (F_{30}) را به دست می‌آوریم. $F_{30} = k \frac{|q_3||q_0|}{r^2} \Rightarrow F_{30} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{1} = 72 \times 10^{-3} \text{ N}$

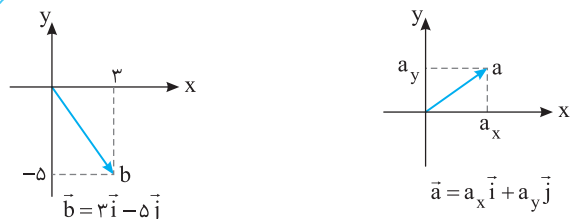
با توجه به شکل نیروهای F و F_{30} بر هم عمودند از این رو نیروی برایند (نیروی خالص) وارد بر q_0 خواهد شد:

$$F_T = \sqrt{F_{30}^2 + F^2} = \sqrt{(72 \times 10^{-3})^2 + (72\sqrt{2} \times 10^{-3})^2} \Rightarrow F_T = 7/2\sqrt{3} \times 10^{-2} \text{ N}$$

گزینه ۳

نیروی خالص برحسب بردارهای یک

یادآوری ریاضی



مطابق شکل روبه‌رو اگر برداری را بتوانیم به مؤلفه‌هایی در راستای محور افقی (X) و در راستای محور قائم (Y) تجزیه کنیم، می‌توانیم بردار را به کمک بردارهای یک $\vec{i}$ و $\vec{j}$ نمایش دهیم.

(ب) مؤلفه در راستای محور Y را با بردار یک $\vec{j}$ نشان می‌دهیم.

(الف) مؤلفه در راستای محور X را با بردار یک $\vec{i}$ نشان می‌دهیم.

تست ۲۲

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

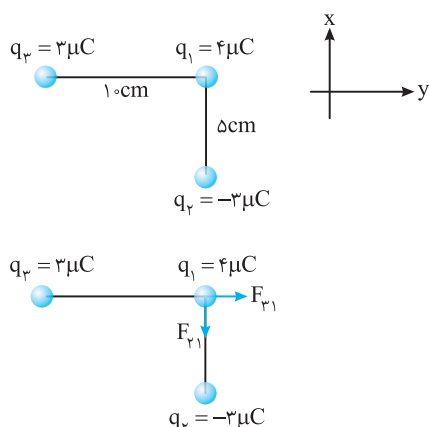
$$(k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2)$$

$$(1) 10/8\vec{i} - 43/2\vec{j}$$

$$(2) -21/6\vec{i} - 43/2\vec{j}$$

$$(3) -10/8\vec{i} - 43/2\vec{j}$$

$$(4) 2/16\vec{i} - 43/2\vec{j}$$



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.

$$F_{r1} = k \frac{|q_2||q_1|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{r1} = 43/2 \text{ N}$$

$$F_{s1} = k \frac{|q_3||q_1|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{10^{-2}} \Rightarrow F_{s1} = 10/8 \text{ N}$$

نیروی $\vec{F}_{r1}$ در جهت منفی محور Yها و نیروی $\vec{F}_{s1}$ در جهت مثبت محور Xها است، از این‌رو نیروی وارد بر q_1 خواهد شد: $\vec{F} = +10/8\vec{i} - 43/2\vec{j}$

گزینه ۱

حالا برو تست‌های ۱۰۵ تا ۱۰۹ رو بزن.

نکته وقتی برایند سه نیرو صفر می‌شود که برایند دو نیرو از آن‌ها با نیروی سوم هم‌اندازه و در خلاف جهت آن باشد.

نکته قبل در مورد نیروهای الکتریکی صادق است یعنی اگر بر یک بار الکتریکی توسط سه بار الکتریکی دیگر نیرو وارد شود و نیروی خالص صفر باشد، برایند هر دو نیروی الکتریکی، هم‌اندازه و در خلاف جهت نیروی سوم است.

تست ۲۳

بارهای q و q' در رأس‌های مربعی مطابق شکل مقابل قرار دارند. اگر برایند نیروهای وارد بر بار q' صفر باشد،

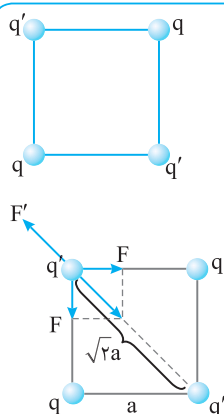
$$\frac{q'}{q} \text{ کدام است؟}$$

$$(2) -2\sqrt{2}$$

$$(1) -\sqrt{2}$$

$$(4) 2\sqrt{2}$$

$$(3) \sqrt{2}$$



پاسخ بارهای q' در دو سر قطر مربع همنام هستند و 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 برایند 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 برایند دو نیروی ربایشی F با نیروی رانشی F' برابر باشد:

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

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

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

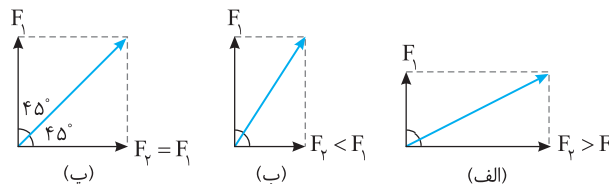
گزینه ۲

حالا برو تست‌های ۱۱۰ تا ۱۱۶ رو بزن.



بررسی جهت برابند دو بردار عمود بر هم (تجزیه نیروی خالص)

با توجه به سه شکل دیده می‌شود که نیروی خالص (برابند) به نیروی بزرگ‌تر نزدیک‌تر است. (الف و ب) اگر بردارها (نیروها) هم‌اندازه باشند زاویه نیروی برابند با هر دو نیرو 45° می‌شود. (پ)



تست ۲۴

در شکل روبه‌رو جهت نیروی خالصی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می‌کنند نشان داده شده است. کدام

گزینه درست است؟

(۱) q_1 و q_3 همنام، $|q_1| < |q_2|$

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

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

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

پاسخ در حل این مسائل به ترتیب زیر عمل می‌کنیم.

۱ ابتدا اضلاع AB و BC را امتداد می‌دهیم.

۲ نیروی F را بر امتداد این اضلاع تجزیه می‌کنیم. در این صورت نیرویی که q_1 و q_2 بر q_3 وارد می‌کنند مشخص می‌شود.

۳ q_1 و q_3 را می‌رانند پس این دو همنام هستند، q_2 با نیروی F_{23} بار q_3 را می‌رباید، بنابراین q_2 و q_3 ناهمنام هستند.

۴ فاصله بارهای q_1 و q_2 تا q_3 یکسان است و چون $F_{13} > F_{23}$ است در نتیجه $|q_1| > |q_2|$ است.

گزینه ۲

تست ۲۵

سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. برابند نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد

می‌کنند ($\vec{F}$) موازی با قاعده مثلث است. بار q_3 چند میکروکولن است؟

(۲) ۴

(۱) ۳

(۴) $\frac{27}{16}$

(۳) $\frac{9}{4}$

پاسخ ۱ ابتدا فاصله بار q_1 تا q_3 را به کمک فیثاغورس به دست می‌آوریم:

$$10^2 = x^2 + 6^2 \Rightarrow x = 8 \text{ cm}$$

۲ اضلاع AB و BC را امتداد داده و نیروی F را مطابق شکل بر این اضلاع تجزیه می‌کنیم.

۳ بار q_1 با نیروی F_1 بار q_3 را می‌رباید و بار q_2 بار q_3 را با نیروی F_2 می‌راند.

۴ در مثلث ABC، $\tan \alpha$ را حساب می‌کنیم.

۵ زاویه بین نیروی F و ضلع AB به دلیل موازی - مورب برابر α است. $\tan \alpha$ را این بار بر حسب F_1 و F_2 می‌نویسیم و از قانون کولن F_1 و F_2 را جای گذاری می‌کنیم:

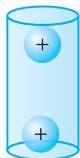
$$\tan \alpha = \frac{F_2}{F_1} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{\frac{k|q_2||q_3|}{8^2}}{\frac{k|q_1||q_3|}{10^2}} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{64}{36} \times \frac{|q_2|}{4} \Rightarrow |q_2| = \frac{27}{16} \mu\text{C}$$

گزینه ۴

نیروی الکتریکی همراه با نیروهای دیگر

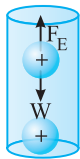
- نکته** گاهی اوقات علاوه بر نیروی الکتریکی بین دو بار، نیروهای دیگری بر بارها وارد می شود مانند نیروی وزن که برای به دست آوردن نیروی خالص:
- ۱ اگر دو نیرو هم جهت باشند با هم جمع می شوند.
 - ۲ اگر دو نیرو خلاف جهت باشند از هم کم می شوند.
 - ۳ اگر دو نیرو عمود بر هم باشند از رابطه فیثاغورس استفاده می شود.

تست ۲۶



در شکل روبه رو، دو گوی مشابه به جرم $9 \times 10^{-9} \text{ kg}$ دارای بار یکسان مثبت q در فاصله 1 cm هم قرار دارند. به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است. بار q چند میکروکولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

- (۱) 10^{-2} (۲) 10^{-8} (۳) 10^{-6} (۴) 10^{-1}



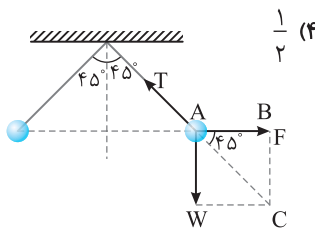
پاسخ نیروهای وارد بر گوی بالایی را رسم می کنیم. به این گوی دو نیروی وزن توسط کره زمین و نیروی دافعه الکتریکی توسط گوی پایینی وارد می شود. باید این دو نیرو با هم برابر باشد تا گوی بالایی به حالت معلق بماند.

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

گزینه ۱

تست ۲۷

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° می سازد. نیروی الکتریکی بین دو بار چند برابر وزن هر ذره است؟*



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

پاسخ شکل مسئله را رسم می کنیم و نیروهای وارد بر هر ذره را مشخص می کنیم.

- ۱ دو بار همنام یکدیگر را با نیروی الکتریکی F می رانند.
 - ۲ بر هر ذره نیروی وزن W رو به پایین وارد می شود.
 - ۳ نیرویی که ریسمان بر کره وارد می کند و آن را با حرف T نشان داده ایم. 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.

$$\tan 45^\circ = \frac{BC}{AB} \Rightarrow \tan 45^\circ = \frac{W}{F} \Rightarrow \frac{W}{F} = 1$$

گزینه ۱

حالا برو تست های ۱۲۶ تا ۱۳۳ رو بزن.

بخش اول (قسمت دوم): قانون کولن

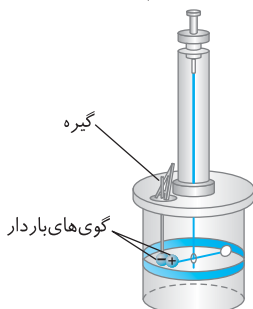


قانون کولن

کنکور دهه های گذشته

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

- (۱) $\text{N.m}^2/\text{C}^2$, $\text{C}^2/\text{N.m}^2$ (۲) $\text{N.m}^2/\text{C}^2$, $\text{C}^2/\text{N.m}^2$ (۳) $\text{C}^2/\text{N.m}^2$, $\text{N.m}^2/\text{C}^2$ (۴) C^2/m^2 , $\text{N.m}^2/\text{C}^2$



۳۲- شکل روبه رو مربوط به آزمایشی برای به دست آوردن است که با استفاده از حساب می شود.

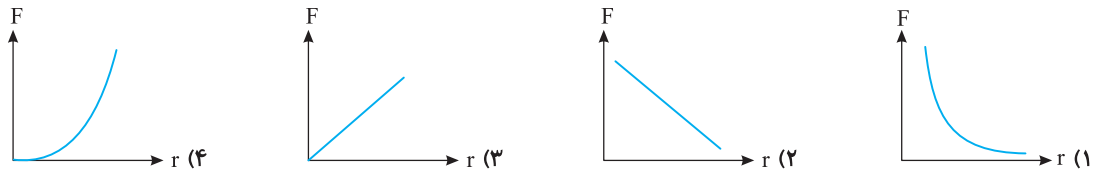
از کتاب درسی

- (۱) نیروی الکتریکی - میزان چرخش گیره
- (۲) نیروی الکتریکی - مدرج کردن استوانه و اندازه گیری فاصله زاویه ای بین دو گوی
- (۳) مقدار بار الکتریکی - میزان چرخش گیره
- (۴) مقدار بار الکتریکی - مدرج کردن استوانه و اندازه گیری فاصله زاویه ای بین دو گوی

* این نوع مسأله ها ترکیبی از الکتریسته ساکن و تعادل نیروها است که یادگیری آن به شما توصیه می شود زیرا در آزمون کنکور سراسری مسائل ترکیبی مباحث مختلف مورد پرسش قرار می گیرد.



۳۳- کدام یک از نمودارهای زیر تغییرات نیروی الکتروستاتیکی کولنی بین دو بار الکتریکی را برحسب فاصله آن‌ها درست نشان می‌دهد؟ کنکور دهه‌های گذشته



حال به تست‌های محاسباتی از قانون کولن رسیدیم.

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

از کتاب درسی ۱/۵ (۱) ۳ (۲) ۶ (۳) ۹ (۴)

۳۵- نیرویی که دو بار الکتریکی q_1 و $q_2 = +3 \mu C$ در فاصله $3 m$ بر هم وارد می‌کنند 30 میلی‌نیوتون و ربایشی است. بار q_1 در SI کدام است؟ ($k = 9 \times 10^9 N.m/C^2$)

۱) $+5 \times 10^{-6}$ (۲) -5×10^{-6} (۳) $+10^{-5}$ (۴) -10^{-5}

۳۶- دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 5q_1$ در فاصله 3 متری از هم قرار دارند و نیروی دافعه $2 \times 10^{-6} N$ را به یکدیگر وارد می‌کنند. q_1 چند میکروکولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 N.m^2/C^2$)

خارج تجربی - ۹۱

۱) ۱۰ (۲) ۵ (۳) ۴ (۴) ۲

۳۷- 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؟

($g = 10 N/kg$, جرم پروتون برابر با $1.6 \times 10^{-27} kg$ و $k = 9 \times 10^9 N.m^2/C^2$ است.)

۱) ۱۲/۰ (۲) ۱۲ (۳) ۱۳/۵ (۴) ۱۳۵

۳۸- 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 (۳) $\frac{1}{3}$ (۴) ۲

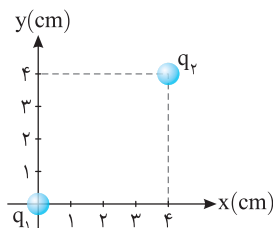
۳۹- بار الکتریکی q_1 بر بار الکتریکی نقطه‌ای $2q_1$ نیروی الکتریکی به بزرگی $20 N$ در جهت شمال شرقی وارد می‌کند. در این صورت بار $2q_1$ بر

بار q_1 چه نیرویی در چه جهتی وارد می‌کند؟

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

حال دو تست با محورهای X و Y ببینیم.

۴۰- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 8 \mu C$ و $q_2 = -4 \mu C$ مطابق شکل در دستگاه مختصات قرار گرفته‌اند. اندازه نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 از طرف بار q_1 چند نیوتون است؟



گرفته‌اند. اندازه نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 از طرف بار q_1 چند نیوتون است؟

($k = 9 \times 10^9 N.m^2/C^2$)

۱) ۹ (۲) ۹۰ (۳) $9/0$ (۴) $9/0$

۴۱- نیروی الکتروستاتیکی بین دو ذره باردار در SI به صورت $\vec{F} = (6)\vec{i} + (2\sqrt{7})\vec{j}$ است. چنانچه $q_1 = 0/4 \mu C$ و $q_2 = 2 \mu C$ باشد، فاصله

بین دو بار چند سانتی‌متر است؟ ($k = 9 \times 10^9 N.m^2/C^2$)

۱) ۳ (۲) ۹ (۳) $0/3$ (۴) $0/9$

مقایسه نیروی کولنی بین دو بار الکتریکی

۴۲- بارهای q و $Q = 2q$ در فاصله معینی از هم قرار دارند. اگر اندازه نیرویی که بار q بر بار Q وارد می‌کند، F باشد، اندازه نیرویی که Q بر

بار q وارد می‌کند چند F است؟

۱) $\sqrt{2}$ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۴

کنکور دهه‌های گذشته

۴۳- اگر اندازه بارهای هر یک از دو بار الکتریکی را ۳ برابر کنیم و فاصله بین آنها را نیز ۳ برابر کنیم، نیروی الکتریکی بین آنها چند برابر می‌شود؟

- (۱) $\frac{1}{3}$ (۲) ۱ (۳) ۳ (۴) ۹ ریاضی - ۹۸

۴۴- دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله ۴۰ سانتی‌متری به یکدیگر نیروی ۵۴ نیوتونی وارد می‌کنند. آنها را چند سانتی‌متر دیگر از هم دور کنیم تا بر یکدیگر نیروی ۶ نیوتون وارد کنند؟

- (۱) ۸۰ (۲) ۴۰ (۳) ۲۰ (۴) ۱۲۰

۴۵- مطابق شکل مقابل، بارهای الکتریکی مثبت و هم‌اندازه q در جای خود ثابت شده‌اند و به یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی F_1 وارد می‌کنند.

اگر تعدادی الکترون از جسم A به جسم B منتقل کنیم تا بار جسم B برابر $-2q$ شود، در این صورت بزرگی نیرویی که دو ذره به هم وارد می‌کنند، چند برابر F_1 می‌شود؟ خارج تجربی - ۱۴۰۰

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۸

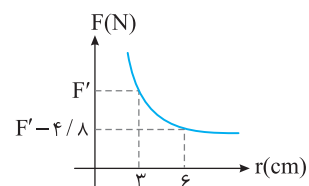
۴۶- نیروی دافعه بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در فاصله r از هم برابر با 2 N است. اگر به یکی از بارها $2 \mu\text{C}$ اضافه کنیم، این نیروی دافعه در همین فاصله برابر 3 N می‌شود. اندازه اولیه هر یک از این بارهای الکتریکی چند میکروکولن بوده است؟ کنکور دهه‌های گذشته

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۸

۴۷- 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 $\frac{r}{4}$ از هم قرار دهیم، اندازه نیرویی 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) $\frac{1}{16}$

۴۸- دو بار الکتریکی مشابه q در نزدیکی هم قرار دارند و نمودار نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای بر حسب فاصله بین آنها به صورت مقابل است. q چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$



- (۱) $\frac{1}{4} \text{ nC}$ (۲) $8\sqrt{2} \text{ nC}$ (۳) $4\sqrt{2} \text{ nC}$ (۴) $\frac{1}{8} \text{ nC}$ کنکور دهه‌های گذشته

در این تست‌ها تغییرات درصدی بیان شده است.

۴۹- دو بار الکتریکی همنام $q_1 = 8 \mu\text{C}$ 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

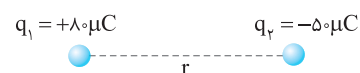
۵۰- دو بار نقطه‌ای در فاصله d از یکدیگر بر هم نیروی الکتریکی وارد می‌کنند. اگر بخواهیم با ثابت ماندن اندازه دو بار، اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی به اندازه ۶۹٪ افزایش یابد، فاصله دو بار را باید چند برابر فاصله d و چگونه تغییر دهیم؟

- (۱) $\frac{3}{13}$ ، افزایش (۲) $\frac{5}{3}$ ، افزایش (۳) $\frac{3}{13}$ ، کاهش (۴) $\frac{5}{3}$ ، کاهش

۵۱- اگر فاصله بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای را ۲۰ درصد افزایش دهیم، نیروی الکتریکی بین آنها، تقریباً چند درصد کاهش می‌یابد؟ ریاضی - ۱۴۰۱

- (۱) ۴۰ (۲) ۳۰ (۳) ۲۵ (۴) ۱۵

۵۲- 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

۵۳- دو بار نقطه‌ای $+4.0 \mu\text{C}$ و $-6.0 \mu\text{C}$ 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

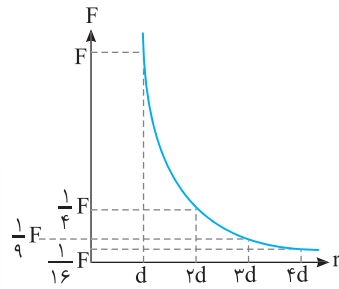
- (۱) $\frac{43}{75}$ (۲) $\frac{56}{25}$ (۳) $\frac{62}{5}$ (۴) $\frac{71}{4}$

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

$$F = \frac{kq_1q_2}{d^2}, r = 2d \Rightarrow F' = \frac{kq_1q_2}{4d^2} \Rightarrow F' = \frac{1}{4}F$$

$$r = 3d \Rightarrow F'' = \frac{kq_1q_2}{9d^2} \Rightarrow F'' = \frac{1}{9}F$$

$$r = 4d \Rightarrow F''' = \frac{kq_1q_2}{16d^2} \Rightarrow F''' = \frac{1}{16}F$$



بنابراین گزینه (۱) درست است.
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.

۱۳۴ 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:

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

$$\Rightarrow r^2 = 9 \times 10^{-4} \Rightarrow r = 3 \times 10^{-2} \text{ m} = 3 \text{ cm}$$

۱۳۵ نیروی بین دو بار الکتریکی ربایشی است، بنابراین دو بار ناهمنام هستند. بار $q_2 = +3\mu\text{C}$ مثبت بوده پس بار q_1 منفی است.

با توجه به قانون کولن، مقدار q_1 را به دست می‌آوریم.

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow \frac{F = 3 \times 10^{-3} \text{ N}}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{|q_1| \times (3 \times 10^{-6})}{r^2}$$

$$|q_1| = 10^{-5} \text{ C} \xrightarrow{q_1 \text{ منفی است}} q_1 = -10^{-5} \text{ C}$$

۱۳۶ با توجه به قانون کولن $(F = k \frac{q_1q_2}{r^2})$ خواهیم داشت:

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

۱۳۷ **خط‌نک:** ابتدا وزن هر پروتون را به دست آورده و در گام بعد، با توجه به صورت

تست اندازه آن را برابر نیروی کولنی (یعنی $k \frac{q_1q_2}{r^2}$) قرار می‌دهیم. وزن هر پروتون برابر است با:

$$W = mg \Rightarrow W = 1.6 \times 10^{-27} \times 10 = 1.6 \times 10^{-26} \text{ N}$$

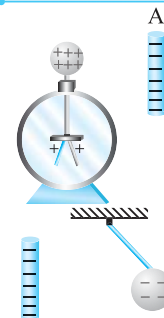
نیروی الکتریکی و نیروی وزن با هم برابرند:

$$F_e = W \Rightarrow k \frac{q_1q_2}{r^2} = 1.6 \times 10^{-26} \xrightarrow{\text{بار هر پروتون } 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}} \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2}$$

$$9 \times 10^9 \times \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{r^2} = 1.6 \times 10^{-26}$$

$$r^2 = \frac{9 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-26}} = 9 \times 10^{-3} \Rightarrow r^2 = 9 \times 10^{-3} \Rightarrow r = 3 \times 10^{-2} \text{ m} = 3 \text{ cm}$$

۲۸ بار الکتریکی الکتروسکوپ مثبت است و ورقه‌های الکتروسکوپ از هم دورند (منحرف شده‌اند). اگر بار منفی به کلاهک نزدیک کنیم مقدار 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 چسبند 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.



۲۹ **یادآوری:** هرگاه یک جسم باردار را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ بارداری نزدیک کنیم و ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک شوند، بار جسم و بار الکتروسکوپ ناهمنام هستند. با نزدیک کردن میله A به الکتروسکوپ ورقه‌ها به هم نزدیک شده‌اند بنابراین میله A دارای بار منفی است. بنابراین بار الکتریکی میله A و آونگ B همنام بوده و میله A، آونگ را رانده و آونگ به سمت راست منحرف می‌شود.

۳۰ **خط‌نک:** وقتی الکتروسکوپ دارای بار مثبت است:

- اگر جسم با بار مثبت را به آن نزدیک کنیم ورقه‌های الکتروسکوپ از هم دور می‌شوند.
- اگر جسم با بار منفی را 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.

۳۱ ابتدا با توجه به قانون کولن فرمول را بر اساس k مرتب می‌کنیم.

$$F = k \frac{q_1q_2}{r^2} \Rightarrow Fr^2 = kq_1q_2 \Rightarrow k = \frac{Fr^2}{q_1q_2}$$

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 خلا (ϵ_0) نیز نوشت:

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

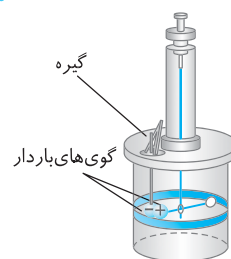
4π عدد ثابت و بدون یکا است. یکای k را که به دست آورده‌ایم در رابطه قبلی جای گذاری می‌کنیم.

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

در واقع یکای k و ϵ_0 ، وارون یکدیگرند.

۲۲۲ در ترازوی پیچشی کولن، در یک سر

یک میله نارسانای سبک افقی یک گوی باردار مثبت کوچک و در سر دیگر آن یک قرص قرار دارد، درحالی که میله نارسانا از وسط توسط یک رشته سیم کشسان و نازک آویخته شده است. یک گوی مشابه با بار منفی از حفره‌ای در 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.





۴۳۸ (A)

خط‌نک: هر وقت در سؤالی 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:

$$\begin{cases} F=m_A a_A \Rightarrow m_A a_A = m_B a_B \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{m_B}{m_A} \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{2}{1} \\ F=m_B a_B \end{cases}$$

۳۹۹ (A)

بار q_1 بر بار q_2 نیروی 20 N وارد می‌کند، بنا به قانون سوم نیوتون بار q_2 نیز بر بار q_1 همان نیروی 20 N را در خلاف جهت وارد می‌کند، بنابراین بردار نیروی q_1 بر q_2 را رسم می‌کنیم سپس یک بردار در خلاف جهت آن می‌کشیم. با توجه به شکل نیرویی که q_1 بر q_2 وارد می‌کند در جهت جنوب غربی است.

نتیجه‌گیری کلی: نیرویی که دو ذره q_1 و q_2 بر هم وارد می‌کنند هم‌اندازه 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.

۲۴۰ (A)

خط‌نک: برای به‌دست 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 $r = \sqrt{4^2 + 4^2} = 4\sqrt{2}\text{ cm}$ را به‌دست می‌آوریم. با توجه به قانون کولن، F خواهد شد:

$$F=k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F=9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(4\sqrt{2})^2} = 90\text{ N}$$

۱۴۱ (A)

خط‌نک: 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 این‌رو، ابتدا باید مقدار F را به‌دست آوریم:

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

یادآوری ریاضی

اکنون به حل مسئله می‌پردازیم:

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

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

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

۲۴۲ (A)

خط‌نک: بنا بر قانون سوم نیوتون نیرویی که دو ذره باردار به یکدیگر وارد می‌کنند، با هم برابر است.

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

۲۴۳ (A)

خط‌نک: در این تست‌ها باید با توجه به قانون کولن، نیروی الکتریکی را در دو حالت به‌دست آورده و با تقسیم آن‌ها نسبت خواسته شده را به‌دست آوریم. بارهای اولیه را q_1 و q_2 و فاصله دو بار را r می‌گیریم. در این صورت نیرویی که دو بار در حالت اول به هم

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

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

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

تست ۸: 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

۱۴۴ (A)

راه‌حل اول: قانون کولن را در دو حالت نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}, F' = \frac{kq_1 q_2}{r'^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \Rightarrow \frac{6}{48} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{8} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{r}{r'} \Rightarrow r' = \frac{1}{3}r$$

راه‌حل دوم:

خط‌نک: نیروی کولنی با فاصله رابطه عکس و مجذوری دارد یعنی اگر فاصله دو برابر شود نیرو $\frac{1}{4}$ برابر خواهد شد. با توجه به سؤال، نیرو از 48 N به 6 N رسیده یعنی نیرو $\frac{1}{8}$ برابر شده، پس فاصله دو بار از هم سه برابر شده است.

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

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

تست ۹: بار الکتریکی $8\mu\text{C}$ از فاصله r بر بار $2\mu\text{C}$ نیروی F وارد می‌کند. بار $2\mu\text{C}$ در چه فاصله‌ای بر بار $8\mu\text{C}$ نیرویی با اندازه $2F$ وارد می‌کند؟

کنکور دهه‌های گذشته

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

۱۴۵ (B)

خط‌نک: هر دو بار مثبت هستند و وقتی از بار $q_A = q$ تعدادی الکترون گرفته شود بار q_A مثبت‌تر می‌شود ($q_A' > q_A$) و وقتی این الکترون‌ها به بار B داده می‌شود بار مثبت آن کاهش می‌یابد. اما با توجه به صورت مسئله تعداد الکترون‌ها آن قدر زیاد بوده که بار الکتریکی B منفی شده و $q_B' = -2q$ می‌شود. البته با توجه به پایستگی بار، مجموع بارهای A و B قبل از انتقال الکترون و بعد از آن تغییر نمی‌کند.

$$q_A + q_B = q_A' + q_B' \Rightarrow q + (-2q) = q_A' + (-2q) \Rightarrow q_A' = q$$

با توجه به پایستگی بار الکتریکی، مقدار بار A را برحسب q به دست می‌آوریم.

$$q_A + q_B = q_A' + q_B' \xrightarrow{q_A = q_B = q} 2q = q_A' - 2q \Rightarrow q_A' = 4q$$

نیروی کولنی که دو ذره در دو حالت به هم وارد می‌کنند را حساب می‌کنیم:

$$q_A = q \quad r \quad q_B = q$$