نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: قانون کولن ۲

Reza Razavi

۱ - دو بار الکتریکی نقطه‌ای ناهم‌نام q_1 و q_2 در فاصلهٔ $30cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر اندازهٔ بار q_2 پنج برابر اندازهٔ بار q_1 باشد، اندازهٔ نیروی الکتریکی‌ای که بار q_1 به q_2 وارد می‌کند، چند برابر اندازهٔ نیروی الکتریکی است که بار q_2 به بار q_1 وارد می‌کند؟

① ۵ ② ۲۵ ③ ۱ ④ $\frac{1}{5}$

۲ - هستهٔ اتم هلیم دارای دو نوترون و دو پروتون است. اگر فاصلهٔ دو پروتون از یکدیگر 4×10^{-15} متر باشد، بزرگی نیروی دافعهٔ کولنی میان این دو پروتون چند نیوتون است؟ $(e = 1.6 \times 10^{-19} C \ , \ k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

① ۱۶ ② 1.6×10^3 ③ 1.44×10^2 ④ ۱۴٫۴

۳ - دو کرهٔ رسانا دارای بارهای $q_1 = 20\mu C$ و q_2، در فاصلهٔ ۴۰ سانتی‌متری، یکدیگر را با نیرویی به بزرگی $90N$ می‌رانند، بار q_2 برحسب کولن کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

① 8×10^{-5} ② -8×10^{-5} ③ 4×10^{-5} ④ -4×10^{-5}

۴ - در هستهٔ اتم هلیم، دو پروتون و دو نوترون قرار دارد و فاصلهٔ تقریبی پروتون‌ها از یکدیگر $2 \times 10^{-15} m$ است. نیروی الکتریکی بین پروتون‌ها چند نیوتون و از چه نوعی است؟ $(e = 1.6 \times 10^{-19} C \ , \ k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

① ۵۷٫۶، جاذبه ② ۵۷٫۶، دافعه ③ ۱۱۵٫۲، جاذبه ④ ۱۱۵٫۲، دافعه

۵ - کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

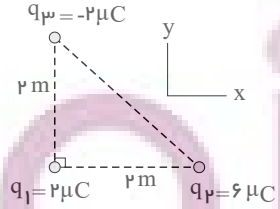
① میدان الکتریکی کمیتی است برداری و جهت آن همان جهت نیروی وارد بر بار آزمون است.

② هر چه اندازهٔ بار آزمون بزرگ‌تر باشد، بزرگی میدان الکتریکی کوچک‌تر خواهد شد.

③ یکای میدان الکتریکی در SI، نیوتون بر کولن است.

④ بار الکتریکی q_1 که در فاصلهٔ d از بار q_2 قرار دارد، به وسیلهٔ میدان الکتریکی خودش بر بار q_2 نیرو وارد می‌کند. $(d \neq 0)$

۶ - سه ذرهٔ باردار با بارهای q_1، q_2 و q_3 مطابق شکل در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. نیروی خالص وارد بر بار q_1 کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



① $(5.4 \times 10^{-2} N)\vec{i} + (-1.8 \times 10^{-2} N)\vec{j}$

② $(-5.4 \times 10^{-2} N)\vec{i} + (1.8 \times 10^{-2} N)\vec{j}$

③ $(2.7 \times 10^{-2} N)\vec{i} + (-0.9 \times 10^{-2} N)\vec{j}$

④ $(-2.7 \times 10^{-2} N)\vec{i} + (0.9 \times 10^{-2} N)\vec{j}$

۷ - در هستهٔ اتم هلیم، دو پروتون به فاصلهٔ تقریبی $2.4 \times 10^{-15} m$ از یکدیگر قرار دارند. حداقل اندازهٔ نیروی جاذبهٔ هسته‌ای داخل هسته چند نیوتون است؟ $(e = 1.6 \times 10^{-19} C$ و $k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

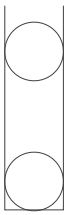
① ۱۰ ② ۲۰ ③ ۳۰ ④ ۴۰

پوستر برای موفقیت

۸ - دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 1\mu C$ و $q_2 = 2\mu C$ در چه فاصله‌ای برحسب سانتی‌متر به یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی ۱۸ نیوتون وارد می‌کنند؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

۱) $\sqrt{10}$ ۲) $\frac{\sqrt{10}}{10}$ ۳) $\frac{1}{10\sqrt{10}}$ ۴) $10\sqrt{10}$

۹ - در شکل زیر، دو گوی فلزی کوچک مشابه با جرم‌های ۱۰ گرم و بار الکتریکی مثبت q در فاصلهٔ ۳ سانتی‌متر از هم قرار دارند، به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است. بار q چند نانوکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$، $g = 10 \frac{N}{kg}$ و از تمامی اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود.)



۱) ۰٫۱ ۲) ۱
۳) ۱۰ ۴) ۱۰۰

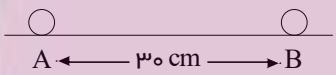
۱۰ - دو ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = 5\mu C$ و $q_2 = 2\mu C$ در فاصلهٔ ۳ متری از یکدیگر ثابت شده‌اند. اندازهٔ نیرویی که این دو ذرهٔ باردار برهم وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟ $(k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2)$

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۰ ۳) ۱ ۴) ۰٫۰۱

۱۱ - دو ذره دارای بار الکتریکی $q_1 = +1\mu C$ و $q_2 = -8\mu C$ در فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متری از هم ثابت شده‌اند. بزرگی نیروی الکتریکی که بار q_2 بر بار q_1 وارد می‌کند، چند برابر بزرگی نیروی الکتریکی است که بار q_1 بر بار q_2 وارد می‌کند؟ $(k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2)$

۱) ۱ ۲) $\frac{8}{8}$ ۳) ۸ ۴) $\frac{4}{5}$

۱۲ - گلولهٔ نارسانا و کوچک A با بار الکتریکی $-2\mu C$ و جرم ۱۰ گرم روی سطح بدون اصطکاکی قرار دارد. اگر مطابق شکل، گلولهٔ نارسانا و کوچک دیگری با بار $-3\mu C$ در فاصلهٔ $30cm$ این گلوله قرار دهیم، شتاب حرکت گلولهٔ A در شروع حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2)$

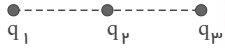


۱) ۶۰ ۲) ۶
۳) ۰٫۶ ۴) ۰٫۰۶

۱۳ - دو ذرهٔ باردار که در فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دارند، نیرویی الکتریکی به بزرگی ۰٫۴۵ نیوتون به یکدیگر وارد می‌کنند. اگر فاصلهٔ این دو ذره را به $\frac{r}{2}$ کاهش دهیم و اندازهٔ بار الکتریکی یکی از این دو ذره را ۲ برابر کنیم، اندازهٔ نیروی الکتریکی بین دو ذره چند نیوتون می‌شود؟

۱) ۳٫۶ ۲) ۱٫۸ ۳) ۰٫۲۲۵ ۴) ۰٫۹

۱۴ - مطابق شکل زیر سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_1، q_2 و q_3 در سه نقطه ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 از طرف دو بار دیگر برابر صفر باشد، کدام گزینه در مورد بارهای q_1 و q_2 صحیح است؟



۱) $q_1 q_2 > 0$، $|q_2| < |q_1|$ ۲) $q_1 q_2 < 0$، $|q_2| < |q_1|$
۳) $q_1 q_2 < 0$، $|q_1| < |q_2|$ ۴) $q_1 q_2 > 0$، $|q_1| < |q_2|$

۱۵ - دو بار الکتریکی از فاصله $15cm$ نیروی $12N$ بر یکدیگر وارد می‌کنند این دو بار از فاصله $10cm$ نیروی چند نیوتن بر یکدیگر وارد می‌کنند؟

۱) ۱۸ ۲) ۲۷ ۳) ۱۵ ۴) ۱۲٫۵

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۳ با توجه به قانون سوم نیوتون اندازهٔ نیروی الکتریکی‌ای که بار q_1 به q_2 وارد می‌کنند برابر اندازهٔ نیروی الکتریکی‌ای است که بار q_2 به q_1 وارد می‌کند.

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12} \rightarrow F_{21} = F_{12} = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} \rightarrow \frac{F_{12}}{F_{21}} = 1$$

۲ - گزینه ۴ اندازهٔ هر بار پروتون برابر $e = 1{,}6 \times 10^{-19} C$ است.

$$q_1 = q_2 = 1{,}6 \times 10^{-19} C$$

$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1{,}6 \times 10^{-19} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{(4 \times 10^{-15})^2} = 14{,}4N$$

۳ - گزینه ۱

$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{20 \times 10^{-6} \times |q_2|}{1600 \times 10^{-4}} \rightarrow |q_2| = 8 \times 10^{-5} C$$

نیروی دو بار رانشی است و بار q_1 مثبت است بنابراین q_2 نیز باید مثبت باشد:

$$q_2 = +8 \times 10^{-5}$$

۴ - گزینه ۲ طبق قانون کولن داریم:

$$F = \text{———}$$

و از آن‌جایی که بار الکترون و پروتون هم‌اندازه است.

$$q_p = e = 1{,}6 \times 10^{-19} C$$

بنابراین:

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 1{,}6 \times 10^{-19} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{(2 \times 10^{-15})^2}$$

$$F = \frac{}{4 \times 10^{-30}} = 57{,}6N$$

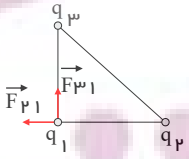
واضح است که نیروی بین پروتون‌ها (دو بار هم‌نام مثبت) دافعه است.

۵ - گزینه ۲ بزرگی میدان به مقدار بار آزمون وابسته نیست چون طبق رابطهٔ $E = \frac{F}{q_0}$. q_0 در صورت و مخرج ساده می‌شود:

$$E = \frac{\frac{kqq_0}{r^2}}{q_0} = \frac{kq}{r^2}$$

۶ - گزینه ۴

ابتدا نیروهای وارد بر بار q_1 را رسم و سپس بر حسب بردار یکه می‌نویسیم:



$$F_{21} = \frac{kq_2 q_1}{r^2} \Rightarrow F_{21} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{2^2} = 27 \times 10^{-3} N$$

$$F_{31} = \frac{kq_3 q_1}{r^2} \Rightarrow F_{31} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{2^2} = 9 \times 10^{-3} N$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \vec{F}_{21} = -2{,}7 \times 10^{-2}\vec{i} \\ \vec{F}_{31} = +0{,}9 \times 10^{-2}\vec{j} \end{cases} \Rightarrow F_T = (-2{,}7 \times 10^{-2})\vec{i} + (0{,}9 \times 10^{-2})\vec{j}$$

۷ - گزینه ۴ نیروی جاذبهٔ هسته‌ای باید بتواند بر نیروی دافعه کولونی پروتون‌ها غلبه کند و پروتون‌ها را در کنار هم در هسته نگه دارد. پس حداقل اندازهٔ آن برابر اندازهٔ نیروی دافعهٔ پروتون‌ها است.

$$F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2} = \frac{kee}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (1{,}6 \times 10^{-19})^2}{(2{,}4 \times 10^{-15})^2} = 40N$$

پاسخ گزینهٔ ۴ است.

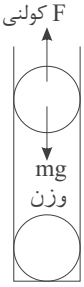
۸ – گزینه ۱ طبق رابطهٔ قانون کولن خواهیم داشت:

$$F=\frac{kq_1q_2}{r^2}\Rightarrow 18=\frac{9\times10^{+9}\times1\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{r^2}$$

$$\xrightarrow{\text{ساده می‌کنیم}} 1=\frac{10^{-3}}{r^2}\Rightarrow r^2=10^{-3}$$

$$\xrightarrow{\sqrt{\ }} r=\sqrt{10^{-3}}(m)\xrightarrow[\times10^{+2}]{\text{تبدیل به }cm} r=10^2\sqrt{10^{-3}}=\sqrt{10}\,cm$$

۹ – گزینه ۴ شرط تعادل، صفر شدن نیروی خالص وارد بر گوی‌هاست. از طرفی به گوی بالایی یک نیروی وزن رو به پایین و یک نیروی دافعهٔ کولنی رو به بالا وارد می‌شود که برای اینکه این دو نیرو یکدیگر را خنثی کنند باید هم‌اندازه باشد. پس:



$$F=mg$$

$$\frac{kq_1q_2}{r^2}=mg\Rightarrow\frac{9\times10^{+9}\times q\times q}{(3\times10^{-2})^2}=\underbrace{10\times10^{-3}}_{\text{تبدیل }g\text{ به }kg}\times10$$

$$\Rightarrow 10^{13}\times q^2=10^{-1}\Rightarrow q^2=10^{-14}\Rightarrow q=10^{-7}C$$

$$\xrightarrow[\times10^{+9}]{\text{تبدیل به }nc} q=100\,nc$$

۱۰ – گزینه ۴ طبق رابطهٔ کولن نیروی بین دو بار q_1 و q_2 در فاصلهٔ r برابر است با:

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

$$\text{پس}\xrightarrow[|q_1|=5\mu C=5\times10^{-6}C]{|q_2|=2\mu C=2\times10^{-6}C} F=\frac{9\times10^{9}\times5\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{3^2}=10^{-2}=0/01\,(N)$$

۱۱ – گزینه ۱ طبق رابطهٔ $F=\frac{kq_1q_2}{r^2}$ نیروی بار q_1 به q_2 برابر $F_{12}=\frac{kq_1q_2}{r^2}$ و نیروی q_2 به q_1 برابر $F_{21}=\frac{kq_2q_1}{r^2}$ خواهد بود که مقدار هر دوی آن‌ها یکی خواهد بود.

لازم است که بدانیم طبق قانون سوم نیوتن نیروی F_{12} و F_{21} عمل و عکس‌العمل هستند یعنی مقدار مساوی و جهت خلاف یکدیگر را دارند.

$$\vec{F}_{12}=-\vec{F}_{21}\ ,\ \left|\vec{F}_{12}\right|=\left|\vec{F}_{21}\right|$$

۱۲ – گزینه ۱ طبق رابطهٔ $F=kq_1q_2/r^2$ نیروی وارد بر بار q_A را پیدا می‌کنیم، از طرفی سؤال از ما شتاب را خواسته که از قانون دوم نیوتون $(F=ma)$ می‌توان شتاب را پیدا کرد، پس:

$$\begin{cases}F=\dfrac{k|q_1||q_2|}{r^2}\\ F=ma\end{cases}\Rightarrow ma=\frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$\Rightarrow \underbrace{10\times10^{-3}}_{\substack{\text{تبدیل }g\\ \text{به }kg}}\times a=\frac{9\times10^{9}\times2\times10^{-6}\times3\times10^{-6}}{(30\times10^{-2})^2}\rightarrow a=60m/s^2$$

۱۳ – گزینه ۱ براساس رابطهٔ قانون کولن $F=\frac{kq_1q_2}{r^2}$ برای مقایسهٔ دو حالت داریم:

$$\frac{F'}{F}=\frac{q'_1}{q_1}\times\frac{q'_2}{q_2}\times\left(\frac{r}{r'}\right)^2\rightarrow\frac{F'}{0/45}=\frac{q_1}{q_1}\times\frac{2q_2}{q_2}\times\left(\frac{r}{\frac{r}{2}}\right)^2=1\times2\times4=8$$

$$\rightarrow F'=0/45\times8=3/6\,(N)$$

۱۴ – گزینه ۲

چون برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 از طرف دو بار دیگر برابر صفر است؛ بنابراین میدان الکتریکی برایند حاصل از دو بار در محل بار q_3 برابر با صفر است و دو بار ناهم‌نام هستند ($q_1q_2<0$) و از طرفی برایند میدان الکتریکی در نزدیکی بار با اندازهٔ کوچکتر برابر صفر می‌گردد، یعنی $|q_2|<|q_1|$.

۱۵ – گزینه ۲

$$\begin{cases}12=\frac{kq_1q_2}{15^2}\\ F'=\frac{kq_1q_2}{10^2}\end{cases}\Rightarrow\frac{12}{F'}=\frac{100}{225}=\frac{4}{9}\Rightarrow F'=27N$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۱۳	۴ - ۱۰	۴ - ۷	۲ - ۴	۳ - ۱
۲ - ۱۴	۱ - ۱۱	۱ - ۸	۲ - ۵	۴ - ۲
۲ - ۱۵	۱ - ۱۲	۴ - ۹	۴ - ۶	۱ - ۳

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت