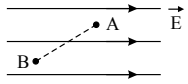
فیزیک 2 (تجربی)

فصل اول : الکتریسیته ساکن پتانسیل الکتریکی - رابطه اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه میدان الکتریکی یکنواخت

۱ - در شکل زیر، بار الکتریکی $q=-۵۰\mu C$ از نقطهٔ A به پتانسیل الکتریکی ۱۲۰ ولت به نقطهٔ B می‌رود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن $۵mJ$ تغییر می‌کند. پتانسیل الکتریکی نقطهٔ B چند ولت است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



① ۲۰

② ۱۱۰

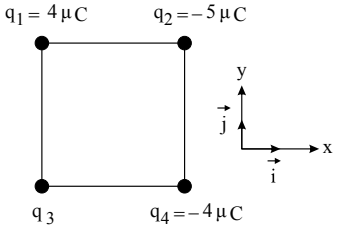
③ ۱۳۰

④ ۲۲۰

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۲ - چهار ذرهٔ باردار مطابق شکل زیر در رأس‌های یک مربع به ضلع $۲۰cm$ قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر $q_۲$ در SI به‌صورت $\vec{F}=-۹\vec{i}$ باشد، $q_۳$ چند میکروکولن است؟ $(k=۹\times ۱۰^۹ N\cdot m^۲/C^۲)$

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



① $-۸\sqrt{۲}$

② -۴

③ ۴

④ $۸\sqrt{۲}$

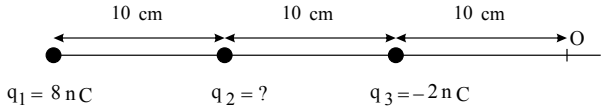
https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799

6/21/24, 02:37
Page 1 of 92

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۳ - سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند . میدان الکتریکی برایند حاصل از سه بار در نقطهٔ O برابر $۱۰۰N/C$ به سمت چپ است. بار $q_۲$ چند نانو کولن می‌تواند باشد؟ ($k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$)

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) $+۴$

۲) $+۲$

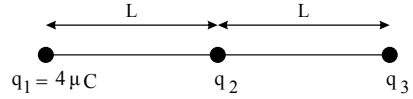
۳) -۲

۴) -۴

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۴ - در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای قرار دارند. برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ هم‌اندازهٔ نیروی الکتریکی است که بار $q_۱$ بر $q_۳$ وارد می‌کند. $q_۲$ چند میکروکولن است؟

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۸

۲) ۲

۳) -۲

۴) -۸

خازن - انرژی خازن

۵ - بار خازنی به ظرفیت $۵\mu F$، ۲۵ درصد افزایش می‌یابد و در اثر آن، $۹۰\mu J$ به انرژی ذخیره‌شده در خازن افزوده می‌شود. ولتاژ اولیهٔ دو سر خازن چند ولت بوده است؟

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

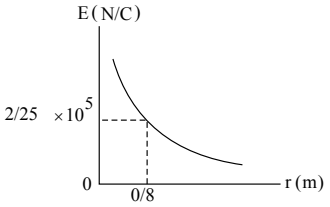
۱) ۸ ۲) ۱۲٫۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 3 of 92

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۶ - نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی q برحسب فاصله از آن به‌صورت شکل زیر است. اگر بار الکتریکی $q' = ۹\mu C$ را در فاصلهٔ ۹۰ سانتی‌متری بار q قرار دهیم، نیرویی که دو ذرهٔ باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۸

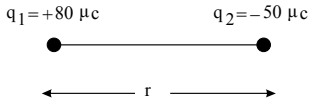


۱) ۰٫۱۶
۲) ۰٫۳۲
۳) ۱٫۶
۴) ۳٫۲

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

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

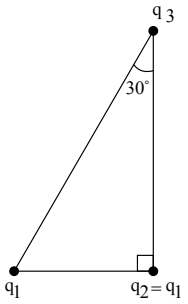
متوسط‌مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۸



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

۸ - سه ذرهٔ باردار در سه رأس یک مثلث قائم‌الزاویه قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی که بار q_1 به q_2 وارد می‌کند، F_1 و بزرگی نیروی الکتریکی که q_2 به q_3 وارد می‌کند، F_2 است. درصورتی که $F_1 = F_2$ باشد، بزرگی نیرویی که q_1 به q_3 وارد می‌کند، چند برابر F_1 است؟

سخت‌مرجع: خارج از کشور - ۱۳۹۸



۱) $\frac{۳}{۴}$
۲) ۱
۳) $\frac{۴}{۳}$
۴) $\frac{۳}{۲}$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 5 of 92

۹- سه ذرهٔ باردار $q_1 = 12\mu C$، $q_2 = 3\mu C$ و q_3 در صفحهٔ $x-y$ به‌ترتیب در مختصات $(x_1 = 4cm, y_1 = 3cm)$، $(x_2 = -8cm, y_2 = 12cm)$ و (x_3, y_3) قرار دارند، اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر ذره صفر باشد، q_3 چند میکروکولن است؟

سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

① $\frac{16}{3}$ ② $\frac{4}{3}$ ③ $-\frac{4}{3}$ ④ $-\frac{16}{3}$

خازن - انرژی خازن

۱۰- فاصلهٔ بین صفحات خازنی $5mm$، مساحت هر یک از صفحه‌های آن $40cm^2$ و بین صفحات آن هوا است. اگر فاصلهٔ بین صفحات خازن $4mm$ کاهش یابد، ظرفیت خازن چند پیکوفاراد افزایش می‌یابد؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

$(\varepsilon_0 = 9 \times 10^{-12} C^2/N \cdot m^2)$

① ۷٫۲ ② ۲۴ ③ ۲۸٫۸ ④ ۳۶

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۱۱- اگر اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از یک بار الکتریکی نقطه‌ای در ۳۰ سانتی‌متری آن، $1/6 \times 10^4 \frac{N}{C}$ کمتر از اندازهٔ میدان الکتریکی در ۱۰ سانتی‌متری آن باشد، اندازهٔ میدان الکتریکی در فاصلهٔ یک متری آن ذرهٔ باردار چند نیوتون‌برکولن است؟

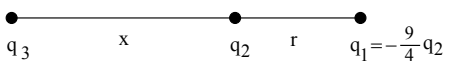
متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

① ۹۰ ② ۱۲۰ ③ ۱۸۰ ④ ۲۴۰

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۱۲- در شکل زیر، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هریک از بارهای الکتریکی صفر است. نسبت‌های $\frac{x}{r}$ و $\frac{q_3}{q_2}$ به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

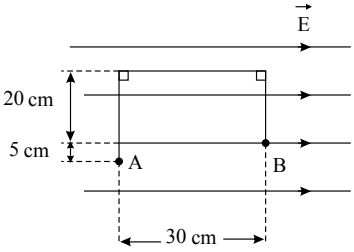


① $9، \frac{3}{2}$ ② $-9، \frac{3}{2}$ ③ $9، 2$ ④ $-9، 2$

انرژی پتانسیل الکتریکی

۱۳ - در شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت $E = ۱۰^{۵}\frac{N}{C}$، بار نقطه‌ای $q = -۵\mu C$ از طریق مسیر نشان‌داده‌شده از نقطهٔ A به نقطهٔ B منتقل شده است. در این انتقال، انرژی پتانسیل الکتریکی این ذرهٔ باردار چند ژول تغییر می‌کند؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



① $+۰/۱۵$

② $-۰/۱۵$

③ $+۰/۱۰$

④ $-۰/۱۰$

خازن - انرژی خازن

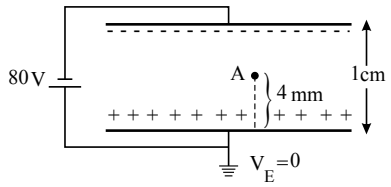
۱۴ - ظرفیت خازنی $۱۲\mu F$ و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحهٔ آن ثابت و برابر $V_۱$ است. اگر $-۶\mu C$ بار الکتریکی را از صفحهٔ منفی آن به صفحهٔ مثبت آن انتقال دهیم، انرژی ذخیره‌شده در آن $۲۸/۵\mu J$ کاهش می‌یابد. $V_۱$ چند ولت است؟

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

① ۵ ② ۱۰ ③ ۱۵ ④ ۲۰

۱۵ - دو صفحهٔ رسانای موازی با ابعاد بزرگ را مطابق شکل زیر به یک باتری وصل کرده‌ایم، پتانسیل نقطهٔ A چند ولت است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



① -۴۸

② -۳۲

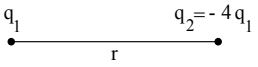
③ $+۳۲$

④ $+۴۸$

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۱۶ - در شکل زیر، میدان الکتریکی حاصل از بار $q_۱$ در محل بار $q_۲$، $\vec{E_۱}$ است و میدان الکتریکی حاصل از بار $q_۲$ در محل بار $q_۱$، $\vec{E_۲}$ است. کدام رابطه بین $\vec{E_۱}$ و $\vec{E_۲}$ برقرار است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



① $\vec{E_۲} = \vec{E_۱}$

② $\vec{E_۲} = ۴\vec{E_۱}$

③ $\vec{E_۲} = -\vec{E_۱}$

④ $\vec{E_۲} = -۴\vec{E_۱}$

خازن - انرژی خازن

۱۷ - یک خازن تخت به یک باتری بسته شده است. پس از مدتی، در حالی که خازن همچنان به باتری متصل است، فاصلهٔ بین صفحه‌های خازن را دو برابر می‌کنیم. کدام موارد زیر درست است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

الف- میدان الکتریکی میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

پ- ظرفیت خازن دو برابر می‌شود.

ب- اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

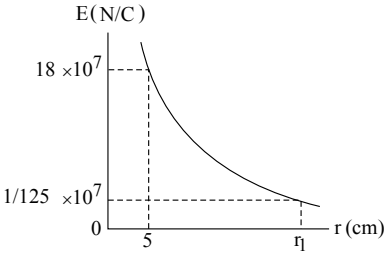
ت- بار روی صفحه‌ها نصف می‌شود.

۱) الف و ب **۲) الف و ت** **۳) ب و ت** **۴) پ و ت**

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۱۸ - نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q برحسب فاصله از آن، به‌صورت شکل زیر است. اندازهٔ q چند میکروکولن و r_1 چند سانتی‌متر است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$)

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) ۱۰،۵۰

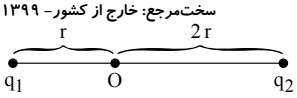
۲) ۲۰،۵۰

۳) ۱۰،۲۵

۴) ۲۰،۲۵

۱۹ - مطابق شکل زیر، دو ذرهٔ باردار $q_1 = -۲q$ و $q_۲ = ۶q$ در فاصلهٔ $۳r$ از هم قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص (برایند) ناشی از دو ذره در نقطهٔ O برابر E_1 است. اگر ۵۰ درصد از بار $q_۲$ به q_1 منتقل شود، بزرگی میدان الکتریکی خالص (برایند) در نقطهٔ O برابر $E_۲$ می‌شود. کدام $\frac{E_۲}{E_1}$ است؟

سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) $\frac{۱}{۱۴}$ **۲) $\frac{۱}{۶}$** **۳) $\frac{۱}{۴}$** **۴) $\frac{۱}{۲}$**

خازن - انرژی خازن

۲۰- اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ خازن را ۱٫۵ برابر می‌کنیم، درنتیجه $۲۰\mu C$ بر بار ذخیره‌شده در آن اضافه می‌شود و انرژی آن نیز $۲۰۰\mu J$ افزایش می‌یابد. ظرفیت خازن چند میکرو فاراد است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

① ۵ ② ۱۰ ③ ۱۵ ④ ۲۰

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

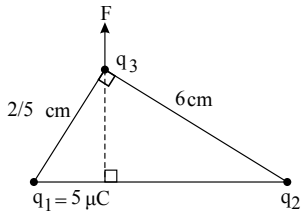
۲۱- دو کرهٔ فلزی خیلی کوچک و مشابه دارای بار الکتریکی ناهمنام $q_۱ > ۰$ و $|q_۲| > q_۱$ که در فاصلهٔ ۶۰ سانتی‌متری هم قرار دارند، برهم نیروی الکتریکی $۰٫۹N$ وارد می‌کنند. اگر کره‌ها را به‌هم تماس دهیم و دوباره به همان فاصلهٔ قبلی از هم دور کنیم، نیروی الکتریکی ۱٫۶ نیوتون به هم وارد می‌کنند. $q_۱$ چند میکروکولن است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$)

سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

① ۱ ② ۲ ③ ۱۰ ④ ۲۰

۲۲- دو ذرهٔ باردار $q_۱$ و $q_۲$ مطابق شکل زیر قرار دارند. نیروی الکتریکی خالص (برایند) ناشی از دو ذره به ذرهٔ باردار $q_۳$ برابر $\vec{F}$ است. $q_۲$ چند میکروکولن است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



① ۱۰۸
② ۲۴
③ ۱۲
④ ۶

خازن - انرژی خازن

۲۳- ظرفیت خازنی $۲\mu F$ است. اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ آن را یک ولت افزایش می‌دهیم، انرژی آن $۵ \times ۱۰^{-۶} J$ افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل اولیهٔ این خازن چند ولت بوده است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

① ۵ ② ۴ ③ ۳ ④ ۲

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۲۴ - دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = ۲۰\mu C$ و $q_2 = -۵\mu C$ در فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متری از هم ثابت نگه داشته شده‌اند. بار الکتریکی $q_3 = ۱۵\mu C$ را در این محیط در نقطه‌ای قرار می‌دهیم که نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر باشد. در این حالت، نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 چند نیوتون است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$

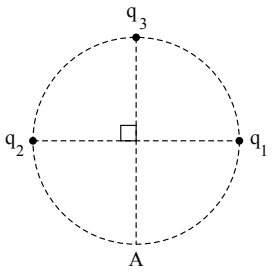
متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

① ۱٫۵ ② ۲٫۵ ③ ۳ ④ ۵

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۲۵ - در شکل زیر، میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A برابر صفر است. $\left|\frac{q_3}{q_1}\right|$ چقدر است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



① ۲
② $۲\sqrt{۲}$
③ ۴
④ $۴\sqrt{۲}$

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۲۶ - دو گوی رسانای کوچک و یکسان دارای بار الکتریکی $q_1 > ۰$ و $|q_2| > q_1$ که در فاصلهٔ معینی از هم قرار دارند، نیروی الکتریکی F را به هم وارد می‌کنند. اگر دو گوی را با هم تماس دهیم و در همان فاصله قرار دهیم، نیروی الکتریکی که به هم وارد می‌کنند، ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. $\frac{|q_2|}{q_1}$ کدام است؟

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

① ۲ ② ۴ ③ ۵ ④ ۱۰

خازن - انرژی خازن

۲۷ - ظرفیت خازنی ۵ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر $۳mC$ بار الکتریکی را از صفحهٔ منفی جدا کرده و به صفحهٔ مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازهٔ $۴٫۵J$ افزایش می‌یابد. q چند میلی‌کولن است؟

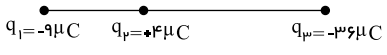
سخت‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

① ۳ ② ۶ ③ ۹ ④ ۱۲

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۲۸ - مطابق شکل زیر، نیروی خالص الکتریکی وارد بر هریک از ذره‌های باردار صفر است. اگر جای بار q_3 و q_1 عوض شود، بزرگی نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_2 چند برابر بزرگی نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_1 می‌شود؟

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

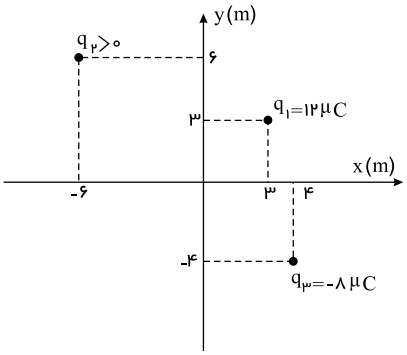


① $\frac{2}{3}$
② $\frac{5}{4}$
③ ۳
④ ۵

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۲۹ - مطابق شکل زیر، سه بار نقطه‌ای در صفحهٔ xoy قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ O (مبدأ مختصات) در SI برابر $۷/۵ \times ۱۰^{۳}$ است. بزرگی نیروی الکتریکی که بار q_1 به q_2 وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{Nm^{۲}}{C^{۲}})$

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



① $۲/۱۶ \times ۱۰^{-۲}$
② $۲/۶۴ \times ۱۰^{-۲}$
③ $۹/۲ \times ۱۰^{-۲}$
④ $۹/۶ \times ۱۰^{-۲}$

خازن - انرژی خازن

۳۰ - فاصلهٔ بین صفحه‌های یک خازن تخت $۵mm$ و مساحت هریک از صفحه‌ها $۲cm^{۲}$ است و خازن از مادهٔ دی الکتریک انعطاف‌پذیری به ثابت $k = ۴$ پر شده است. اگر فاصلهٔ بین صفحه‌ها $۳mm$ کاهش یابد، ظرفیت خازن چند پیکوفاراد افزایش می‌یابد؟ $(\varepsilon_{۰} = ۸/۸۵ \times ۱۰^{-۱۲} \frac{F}{m})$

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

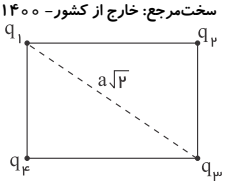
① ۲/۱۲۴
② ۲/۳۶
③ ۲۱/۲۴
④ ۲۳/۶

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 17 of 92

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۳۱- در شکل زیر، چهار ذره باردار در رأس‌هاس یک مربع قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۳$ صفر باشد، کدام رابطه درست است؟

سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



① $q_۴ = q_۲ = -۲\sqrt{۲}q_۱$

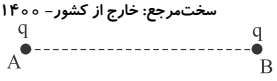
② $q_۴ = q_۲ = -\frac{\sqrt{۲}}{۴}q_۱$

③ $q_۴ = q_۲ = ۲\sqrt{۲}q_۱$

④ $q_۴ = q_۲ = \frac{\sqrt{۲}}{۴}q_۱$

۳۲- مطابق شکل زیر، بارهای الکتریکی مثبت و هم اندازهٔ q در جای خود ثابت شده‌اند و به یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی F وارد می‌کنند. اگر تعدادی الکترون از جسم A به جسم B منتقل کنیم تا بار جسم B برابر $-۲q$ شود، در این صورت بزرگی نیرویی که دو ذره به هم وارد می‌کنند، چند برابر F می‌شود؟

سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



① ۲

② ۴

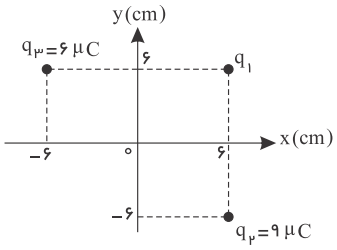
③ ۶

④ ۸

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۳۳- مطابق شکل زیر، سه بار نقطه‌ای در صفحهٔ xy قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ O (مبدأ مختصات) در SI، برابر $۱۰^۶ \times ۶/۲۵ \frac{N}{C}$ است. $|q_۱|$ چند میکروکولن است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{Nm^۲}{C^۲}$)

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



① ۲

② ۳

③ ۴

④ ۵

خازن - انرژی خازن

۳۴- اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازنی ۱۰ درصد کاهش یابد، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در آن هر کدام چند درصد (به ترتیب از راست به چپ) کاهش می‌یابند؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

① ۱۹ و ۱۰

② ۱۹ و ۱۹

③ ۱۰ و ۱۰

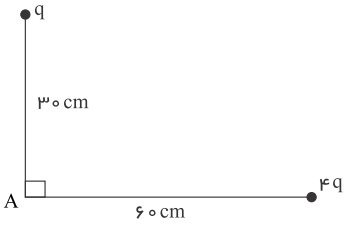
④ ۱۰ و ۱۹

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۳۵- شکل زیر، دو بار الکتریکی مثبت را نشان می‌دهد. اگر میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A برابر $۱۰۰۰\sqrt{۲}\frac{N}{C}$ باشد، q چند نانوکولن است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

$(k = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}})$



① $۲\sqrt{۲}$

② $۵\sqrt{۲}$

③ ۱۰

④ ۲۰

۳۶- ۴ بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = q_۲ = ۲\mu C$ و $q_۳ = q_۴ = -۲\mu C$ را طوری که در ۴ رأس مربعی به ضلع ۳۰ سانتی‌متر قرا می‌دهیم که میدان الکتریکی خالص در مرکز مربع برابر صفر باشد، در این حالت، نیروی الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای الکتریکی چند نیوتون است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

$(k = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}}, \sqrt{۲} = ۱٫۴)$

① ۰٫۱۸

② ۰٫۳۶

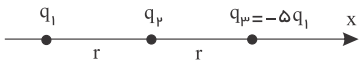
③ ۰٫۴۸

④ ۰٫۷۶

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۳۷- در شکل زیر سه ذرهٔ باداری روی محور x قرار دارند و به بار $q_۲$ نیروی الکتریکی خالص F وارد می‌شود. اگر بار $q_۳$ روی محور x به اندازهٔ $\frac{۴r}{۵}$ به بار $q_۲$ نزدیک شود، نیروی خالص وارد بر بار $q_۲$ چند برابر F می‌شود؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



① ۲۵

② ۲۱

③ $\frac{۱۳}{۳}$

④ $\frac{۲۵}{۶}$

پتانسیل الکتریکی - رابطه اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه میدان الکتریکی یکنواخت

۳۸- در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذرهٔ باداری را در نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی $V_1 = ۳۰V$ از حال سکون رها می‌کنیم. اگر ذره فقط تحت‌تأثیر میدان الکتریکی به نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی $V_۲ = ۸۰V$ برسد و انرژی جنبشی آن ۲ میلی‌ژول افزایش یابد، بار الکتریکی ذره چند میکروکولن است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

① ۸۰ ② ۴۰ ③ -۴۰ ④ -۸۰

خازن - انرژی خازن

۳۹- خازن شارژ شده‌ای را از مولد جدا می‌کنیم و در حالتی که بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند. عایقی که بین صفحات خازن را پر کرده، خارج می‌کنیم. اگر ثابت دی‌الکتریک عایق $k = ۲$ باشد، ظرفیت، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن و انرژی آن به ترتیب چند برابر می‌شوند؟

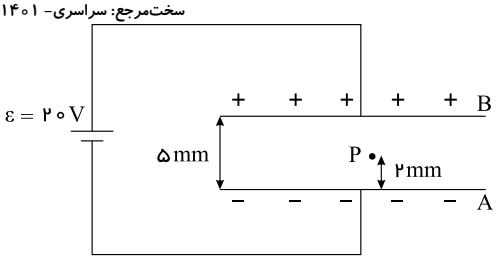
متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

① $۲, ۲, \frac{۱}{۲}$ ② $\frac{۱}{۲}, \frac{۱}{۲}, ۲$ ③ $۲, ۲, ۲$ ④ $\frac{۱}{۲}, ۱, ۲$

پتانسیل الکتریکی - رابطه اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه میدان الکتریکی یکنواخت

۴۰- در شکل زیر، بین دو صفحهٔ موازی هوا است و نقطهٔ P در ۲ میلی‌متری صفحهٔ A قرار دارد. اگر با ثابت ماندن صفحهٔ A، صفحهٔ B را دور کنیم تا فاصلهٔ بین دو صفحه $۱۰mm$ شود، پتانسیل الکتریکی نقطهٔ P، چگونه تغییر می‌کند؟

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



① ۲ ولت افزایش می‌یابد.

② ۴ ولت کاهش می‌یابد.

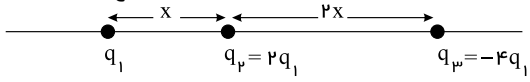
③ ۲ ولت کاهش می‌یابد.

④ ۴ ولت افزایش می‌یابد.

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۴۱ - سه ذرهٔ باردار مطابق شکل زیر، روی محوری قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_1، چند برابر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 است؟

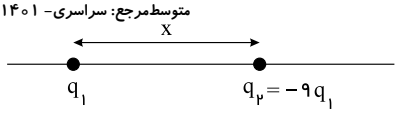
متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۴
۲) ۱
۳) $\frac{۷}{۱۱}$
۴) $\frac{۵}{۸}$

۴۲ - مطابق شکل زیر، دو ذرهٔ باردار روی محوری در فاصلهٔ x از هم قرار دارند. بار q_3 چه اندازه باشد و در کدام نقطه روی این محور قرار گیرد تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر هر سه ذره صفر باشد؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

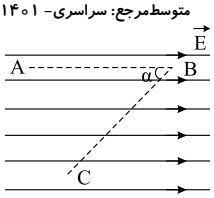


۱) $\frac{۹}{۴}q_1$ و در فاصلهٔ $۲x$ سمت چپ بار q_1
۲) $\frac{۹}{۴}q_1$ و در فاصلهٔ $\frac{x}{۲}$ سمت چپ بار q_1
۳) $-\frac{۹}{۴}q_1$ و در فاصلهٔ $۲x$ سمت چپ بار q_1
۴) $-\frac{۹}{۴}q_1$ و در فاصلهٔ $\frac{x}{۲}$ سمت چپ بار q_1

انرژی پتانسیل الکتریکی

۴۳ - در میدان الکتریکی یکنواخت $E = ۱۰^۵ \frac{N}{C}$، ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -۵\mu C$ مسیر ABC را از A تا C طی کرده است. انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در این مسیر، چگونه تغییر کرده است؟ $(\sin\alpha = ۰/۸, AB = BC = ۵۰cm)$

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۰/۱ ژول، افزایش
۲) ۰/۱ ژول، کاهش
۳) ۰/۴ ژول، افزایش
۴) ۰/۴ ژول، کاهش

خازن - انرژی خازن

۴۴- ظرفیت خازنی $۵\mu F$ و بین صفحات آن هوا است. می‌خواهیم بدون تغییر فاصلهٔ صفحات از هم، بین دو صفحه را با عایقی پر کنیم که وقتی خازن با اختلاف پتانسیل الکتریکی ۲۰ ولت شارژ می‌شود، انرژی ذخیره‌شده در آن ۲ میلی‌ژول باشد، ضریب دی‌الکتریک عایق، چقدر است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

① ۱٫۵ ② ۲ ③ ۲٫۵ ④ ۵

۴۵- اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحهٔ یک خازن ۸ میکروفارادی، یک ولت تغییر کند، تعداد الکترون‌های هر صفحه، چقدر تغییر می‌کند؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

① ۵×۱۰^{۱۹} ② ۲×۱۰^{۱۹}

③ ۵×۱۰^{۱۳} ④ ۲×۱۰^{۱۳}

پتانسیل الکتریکی - رابطه اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه میدان الکتریکی یکنواخت

۴۶- ذره‌ای به جرم $۴\mu g$ و بار $۵nC$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ A تا نقطهٔ B فقط تحت‌تأثیر میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود و سرعت آن از $۱۰\frac{m}{s}$ به $۲۰\frac{m}{s}$ می‌رسد. $V_B - V_A$ چند ولت است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

① ۱۲۰- ② ۶۰- ③ ۶۰ ④ ۱۲۰

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

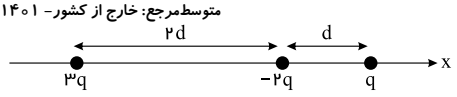
۴۷- بارهای نقطه‌ای $۵\mu C$ و $-۸\mu C$ روی محور x، به‌ترتیب در نقطه‌های $x_۱ = ۱۲cm$ و $x_۲ = ۲۴cm$ قرار دارند. اگر بارهای نقطه‌ای $q_۳$ و $q_۴$ به‌ترتیب در نقطه‌های $x_۳ = ۳۶cm$ و $x_۴ = ۰$ قرار گیرند، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۴$ برابر صفر می‌شود. $q_۳$ چند میکروکولن است؟

سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

① ۲۷+ ② ۲۷- ③ ۱۷+ ④ ۱۷-

۴۸- در شکل زیر، سه ذرهٔ باردار روی محور x قرار دارند. اگر نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $۳q$ برابر $\vec{F}$ باشد، نیروی خالص وارد بر بار $-۲q$ کدام است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱



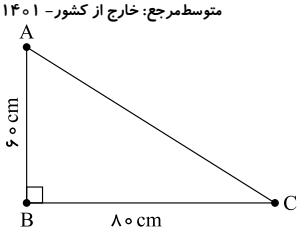
① $۳\vec{F}$ ② $-۳\vec{F}$

③ $\frac{۳}{۷}\vec{F}$ ④ $-\frac{۳}{۷}\vec{F}$

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۴۹ - سه ذرهٔ با بارهای الکتریکی مثبت و هم‌اندازه در سه رأس مثلث زیر، ثابت نگه‌داشته شده‌اند. اگر بزرگی میدان الکتریکی در وسط ضلع AC برابر $۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ $۹\times$ باشد، بار الکتریکی هر ذره چند میکروکولن است؟ ($k=۹\times ۱۰^{۹}\frac{N\cdot m^{۲}}{C^{۲}}$)

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱



(۱) ۲٫۵

(۲) ۳٫۶

(۳) ۲۵

(۴) ۳۶

انرژی پتانسیل الکتریکی

۵۰ - یک الکترون به جرم $۱۰^{-۳۰}kg$ و بار الکتریکی $-۱٫۶\times ۱۰^{-۱۹}C$ در میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۱۲۵\frac{N}{C}$ از حالت سکون رها می‌شود و تحت اثر میدان الکتریکی، $۱۰cm$ جابه‌جا می‌شود. زمان این جابه‌جایی چند نانوثانیه است و در این مدت تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی این الکترون، چند الکترون‌ولت است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

(۱) $+۱۲٫۵,۱۰۰$ (۲) $-۱۲٫۵,۱۰۰$ (۳) $-۱۲٫۵,۴۰$ (۴) $+۱۲٫۵,۴۰$

پتانسیل الکتریکی - رابطه اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه میدان الکتریکی یکنواخت

۵۱ - در صفحهٔ xoy، خطوط میدان الکتریکی یکنواخت، هم‌راستای محور x است و پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ای به مختصات $\begin{vmatrix}۴cm\\ ۳cm\end{vmatrix}$ برابر $-۵V$ و در مبدأ مختصات برابر $۱۵V$ است. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن است و جهت آن کدام است؟

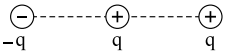
متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

(۱) ۴۰۰، در جهت محور (۲) ۴۰۰، خلاف جهت محور (۳) ۵۰۰، در جهت محور (۴) ۵۰۰، خلاف جهت محور

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۵۲ - بارهای الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل زیر، روی خط راست قرار دارند و فاصلهٔ بین بارهای مجاور، برابر است. اندازهٔ نیروی الکتریکی خالص وارد بر یکی از بارها، بزرگ‌ترین و اندازهٔ نیروی الکتریکی خالص وارد بر یکی دیگر از بارها، کوچک‌ترین است. نسبت بزرگی این دو نیرو، چقدر است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

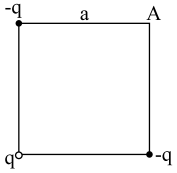


(۱) $\frac{۳}{۲}$ (۲) $\frac{۸}{۵}$

(۳) $\frac{۵}{۲}$ (۴) $\frac{۸}{۳}$

۵۳- بارهای الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل در سه رأس مربعی قرار دارند. اگر بار q را از آزمایش حذف کنیم، بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ A چگونه تغییر می‌کند؟ ($a = ۳۰cm$ ، $q = ۲۰nC$ و $k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}}$)

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



① $۱۰۰۰ \frac{N}{C}$ کاهش می‌یابد.
② $۱۰۰۰ \frac{N}{C}$ افزایش می‌یابد.
③ $۵۰۰\sqrt{۲} \frac{N}{C}$ افزایش می‌یابد.
④ $۵۰۰\sqrt{۲} \frac{N}{C}$ کاهش می‌یابد.

۵۴- دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = ۶\mu C$ و $q_۲ = -۸\mu C$ در فاصلهٔ ۱۲۰ سانتی‌متری از هم ثابت نگه داشته شده‌اند. میدان الکتریکی حاصل، در نقطه‌ای روی عمودمنصف خط واصل بارها و در فاصلهٔ ۶۰ سانتی‌متری خط واصل، چند نیوتون بر کولن است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}}$)

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

① $۱٫۲۵ \times ۱۰^{۳}$
② $۱٫۲۵ \times ۱۰^{۵}$
③ $۲٫۵ \times ۱۰^{۳}$
④ $۲٫۵ \times ۱۰^{۵}$

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

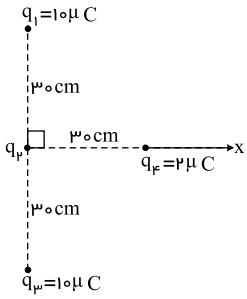
۵۵- در صفحهٔ xy بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = -۲\mu C$ در نقطهٔ A به مختصات $(۰, ۹cm)$ قرار دارد و بار الکتریکی $q_۲ = -۸\mu C$ نیز در نقطهٔ B به مختصات $(۱۲cm, ۰)$ ثابت نگه داشته شده است. بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۳$ در مکانی در این صفحه قرار دارد که نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر است. فاصلهٔ بین $q_۱$ و $q_۳$ چند سانتی‌متر است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

① ۱۰
② ۶
③ ۵
④ ۳

۵۶- چهار ذرهٔ باردار، مطابق شکل قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۴$ برابر $\vec{F_T} = [(\sqrt{۲} - ۲)N]\vec{i}$ باشد، $q_۲$ چند میکروکولن است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}}$)

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



① -۱۰
② -۵
③ ۵
④ ۱۰

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۵۷- در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۱۰^{۴} \frac{N}{C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذرهٔ بارداری به جرم $۵g$ معلق است و به حال سکون قرار دارد. بار ذره چند میکروکولن است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

① $+۵$
② $+۲$
③ -۵
④ -۲

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 31 of 92

پتانسیل الکتریکی - رابطه اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه میدان الکتریکی یکنواخت

۵۸- ذره‌ای با بار الکتریکی $q=-۵\mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ A تا B جابه‌جا می‌شود و کار نیروی میدان در این جابه‌جایی $۲۰\mu J$ است. اگر پتانسیل نقطهٔ A برابر ۶ ولت باشد، پتانسیل نقطهٔ B چند ولت است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

① ۲ ② ۱۰ ③ ۱۲ ④ صفر

خازن - انرژی خازن

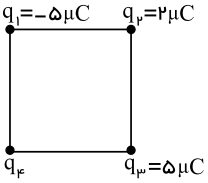
۵۹- ظرفیت خازنی $۴۰\mu F$ است. اگر بار الکتریکی آن $\frac{۳}{۲}$ برابر شود، انرژی ذخیره‌شده در آن $۲۵\mu J$ افزایش می‌یابد. بار اولیهٔ خازن چند میکروکولن است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

① ۴۰ ② ۶۰ ③ ۸۰ ④ ۱۲۰

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۶۰- چهار ذرهٔ باردار مطابق شکل، در رأس‌های مربعی به ضلع $۱۰cm$ قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۲$، $\vec{F}=(-۱۸N)\vec{i}$ باشد، بار $q_۴$ چند میکروکولن است؟ ($k=۹\times ۱۰^۹\frac{N\cdot m^۲}{C^۲}$)



سخت‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

① ۱۰ ② -۱۰ ③ $۱۰\sqrt{۲}$ ④ $-۱۰\sqrt{۲}$

خازن - انرژی خازن

۶۱- با کاهش بار الکتریکی یک خازن، چه کسری از انرژی آن را کاهش دهیم تا اختلاف پتانسیل الکتریکی آن $\frac{۳}{۴}$ اختلاف پتانسیل اولیهٔ آن شود؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

① $\frac{۱}{۴}$ ② $\frac{۳}{۴}$ ③ $\frac{۷}{۱۶}$ ④ $\frac{۹}{۱۶}$

پتانسیل الکتریکی - رابطه اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه میدان الکتریکی یکنواخت

۶۲- بار الکتریکی $q=-۲۰nC$ در راستای میدان الکتریکی یکنواخت، از نقطهٔ A به نقطهٔ B منتقل می‌شود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن $۲mJ$ افزایش می‌یابد. V_B-V_A، چند ولت است و جهت حرکت بار الکتریکی در مقایسه با جهت میدان الکتریکی چگونه است؟

آسان‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

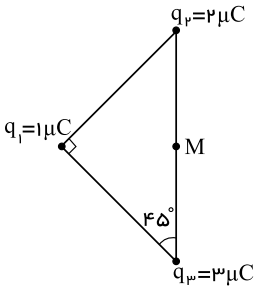
① $-۱۰^۵$ و در خلاف جهت میدان ② $+۱۰^۵$ و در خلاف جهت میدان ③ $+۱۰^۵$ و در جهت میدان ④ $-۱۰^۵$ و در جهت میدان

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 33 of 92

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۶۳ - در شکل زیر، سه بار الکتریکی مثبت نقطه‌ای در سه رأس مثلث ثابت نگه داشته شده‌اند و بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M (وسط ضلع)، E است. اگر بار الکتریکی q_2 را از آزمایش حذف کنیم، بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M چند برابر می‌شود؟

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

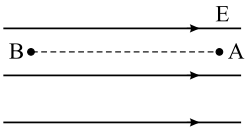


① $\sqrt{5}$ ② $2\sqrt{5}$ ③ $\frac{3}{2}$ ④ $\frac{2}{3}$

انرژی پتانسیل الکتریکی

۶۴ - ذره‌ای با بار الکتریکی $q < 0$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ A تا B در راستای میدان جابه‌جا می‌شود. کدام مورد الزاماً درست است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲



① کار نیروی میدان الکتریکی روی ذره منفی است.

② کار نیروی میدان الکتریکی روی ذره مثبت است.

③ انرژی جنبشی ذره کاهش می‌یابد.

④ انرژی جنبشی ذره افزایش می‌یابد.

خازن - انرژی خازن

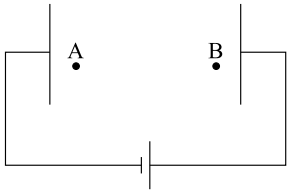
۶۵ - اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک خازن ۲۵ میکروفارادی را ۲۰ درصد افزایش می‌دهیم و ۵۰ میکروکولن بر بار الکتریکی ذخیره‌شده در آن اضافه می‌شود. در این شرایط، انرژی خازن چند میلی‌ژول می‌شود؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

① ۳۶۰ ② ۳٫۶ ③ ۱۸۰ ④ ۱٫۸

انرژی پتانسیل الکتریکی

۶۶- در شکل زیر، میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه $۱۰^{۳}\frac{N}{C}$ است. یک پروتون را از نقطهٔ A با تندی اولیهٔ $۲\times ۱۰^{۴}\frac{m}{s}$ در خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب می‌کنیم و پروتون در نقطهٔ B متوقف می‌شود. حال اگر جای پایانه‌های باتری را عوض کنیم و پروتون را با همان تندی قبلی از A به‌سمت نقطهٔ B پرتاب کنیم، تندی آن در نقطهٔ B چند متر بر ثانیه می‌شود؟ (از وزن پروتون و مقاومت هوا صرف‌نظر شود.)

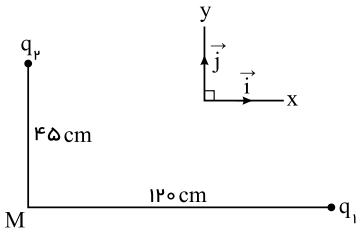


سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

① $۲\sqrt{۲}\times ۱۰^{۴}$ ② $\frac{۱}{۲}\times ۱۰^{۴}$ ③ $\sqrt{۲}\times ۱۰^{۴}$ ④ ۴×۱۰^{۴}

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۶۷- در شکل زیر، بردار میدان الکتریکی حاصل از بارهای نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در نقطهٔ M در SI به‌صورت $\vec{E}=۴/۵\times ۱۰^{۵}\vec{i}-۸\times ۱۰^{۵}\vec{j}$ است. $\frac{q_۱}{q_۲}$ چقدر است؟



متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

① -۸ ② -۴ ③ ۸ ④ ۴

خازن - انرژی خازن

۶۸- بار خازنی به ظرفیت $۲۵\mu F$، $\frac{۵}{۴}$ برابر می‌شود و در اثر آن $۴/۵\mu J$ انرژی ذخیره‌شده در آن افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل دو سر خازن چند ولت تغییر می‌کند؟

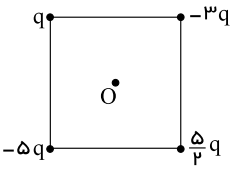
سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

① ۲ ② ۰/۲ ③ ۶ ④ ۰/۶

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۶۹ - چهار ذرهٔ باردار مطابق شکل زیر در رأس‌های مربعی به ضلع a قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ O (مرکز مربع)، کدام است؟

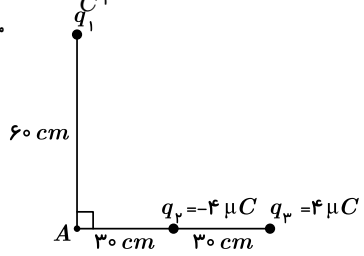
متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲



۱) $\frac{۲kq}{a^۲}$ ۲) $\frac{۵\sqrt{۲}kq}{a^۲}$ ۳) $\frac{۵kq}{a^۲}$ ۴) $\frac{۲\sqrt{۲}kq}{a^۲}$

۷۰ - در شکل زیر، اگر بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ A، $۵ \times ۱۰^۵ \frac{N}{C}$ باشد، $|q_۱|$ چند میکروکولن است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$)

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۷۱ - سه ذرهٔ باردار یکسان در رأس‌های یک مربع قرار دارند. $q_۱$ و $q_۲$ در دو سر یک ضلع قرار دارند و $q_۲$ و $q_۳$ در دو سر یک قطر قرار دارند. بزرگی نیرویی که $q_۱$ به $q_۲$ وارد می‌کند، چند برابر بزرگی نیرویی است که $q_۲$ به $q_۳$ وارد می‌کند؟

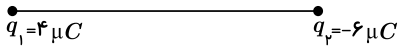
متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

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

میدان الکتریکی - برایند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۷۲ - مطابق شکل دو ذرهٔ باردار در فاصلهٔ $۶cm$ از یکدیگر قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در وسط خط واصل دو ذره چند برابر بزرگی میدان الکتریکی در نقطه‌ای روی خط واصل دو ذره به فاصلهٔ $۳cm$ از بار $q_۱$ و $۹cm$ از بار $q_۲$ است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

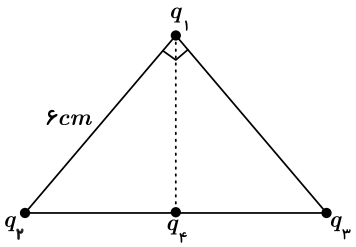


① $\frac{۱۵}{۷}$ ② $\frac{۵}{۳}$ ③ ۲ ④ ۳

قانون کولن - برایند نیروهای الکتریکی

۷۳ - مطابق شکل، ذره‌های باردار $q_۱ = -q_۲ = q_۳ = ۳\mu C$ در سه رأس یک مثلث قائم‌الزاویهٔ متساوی‌الساقین قرار دارند. بار $q_۴ = -۳\mu C$ وسط خط واصل بار $q_۲$ و $q_۳$ قرار دارد. بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر $q_۱$ چند برابر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۴$ است؟

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



① $\frac{۱}{۲}$ ② $\sqrt{\frac{۳}{۱۰}}$ ③ ۲ ④ $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

خازن - انرژی خازن

۷۴ - ظرفیت خازنی $۵\mu F$ و بار الکتریکی آن $۲۰۰\mu C$ است. اگر خازن را از باتری جدا کنیم و فاصلهٔ بین صفحه‌های آن را ۵۰ درصد افزایش دهیم، انرژی ذخیره‌شده در خازن چند میلی‌ژول افزایش می‌یابد؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

① ۲ ② ۴ ③ ۶ ④ ۱۲

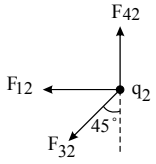
پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۴ در حرکت خودبه‌خودی بار الکتریکی، انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بار منفی به‌سمت مکان‌هایی با پتانسیل الکتریکی بیشتر می‌رود.

$$V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - ۱۲۰ = \frac{-۵ \times ۱۰^{-۳}}{-۵۰ \times ۱۰^{-۶}} \Rightarrow V_B = ۲۲۰V$$

۲ - گزینه ۴

با توجه به شکل، بار $q_۳$ بار $q_۲$ را جذب کرده، پس علامت آن مثبت است. چون نیروی خالص وارد بر $q_۲$ در راستای محور xها است، مؤلفه‌های قائم نیروها باید یکدیگر را خنثی کنند.



$$F_{۳۲}\cos ۴۵^\circ = F_{۴۲} \Rightarrow \frac{\cancel{k}\ \cancel{q_۲}\, q_۳}{(a\sqrt{۲})^۲} \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \frac{\cancel{k}\ \cancel{q_۲}\, q_۴}{a^۲} \Rightarrow \frac{q_۳}{۲۰^۲ \times ۲} \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \frac{۴}{۲۰^۲} \Rightarrow q_۳ = +۸\sqrt{۲}\,\mu C$$

۳ - گزینه ۱ ابتدا بزرگی میدان‌های حاصل از دو بار $q_۱$ و $q_۳$ را در نقطهٔ O پیدا می‌کنیم تا نوع بار $q_۲$ را تشخیص دهیم:

$$O \text{ در } q_۱ \text{ میدان بار}: E_۱ = \frac{kq_۱}{r^۲} = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۸ \times ۱۰^{-۹}}{۹۰۰ \times ۱۰^{-۴}} = ۸۰۰\ N/C$$

$$O \text{ در } q_۳ \text{ میدان بار}: E_۳ = \frac{k|q_۳|}{r^۲} = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۲ \times ۱۰^{-۹}}{۱۰۰ \times ۱۰^{-۴}} = ۱۸۰۰\ N/C$$

پس بار $q_۲$ باید مثبت باشد که میدان آن هم‌جهت با میدان بار $q_۱$ در نقطهٔ O باشد.

$$E_۳ - (E_۱ + E_۲) = ۱۰۰ \Rightarrow ۱۸۰۰ - (۸۰۰ + E_۲) = ۱۰۰ \Rightarrow E_۲ = ۹۰۰\ N/C \rightarrow E_۲ = \frac{k|q_۲|}{r^۲} \Rightarrow ۹۰۰ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ q_۲}{۴۰۰ \times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow q_۲ = ۴ \times ۱۰^{-۹} C = ۴\ nC$$

۴ - گزینه ۳ بدیهی است، به شرطی برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ هم‌اندازهٔ نیروی الکتریکی‌ای است که بار $q_۱$ بر $q_۳$ وارد می‌کند که نیروهای وارد بر $q_۳$ در خلاف جهت هم باشند.

$$F_{۱۳} = \frac{q_۱ q_۳}{۴L^۲} \rightarrow \frac{q_۲ q_۳}{L^۲} - \frac{q_۱ q_۳}{۴L^۲} = \frac{q_۱ q_۳}{۴L^۲}$$

$$\frac{q_۲\ \cancel{q_۳}}{L^۲} = ۲\frac{q_۱\ \cancel{q_۳}}{۴L^۲} \rightarrow q_۲ = \frac{q_۱}{۲} = \frac{۴\mu C}{۲} = ۲\mu C$$

اما $q_۲ < ۰$ است بنابراین $q_۲ = -۲\mu C$.

۵ - گزینه ۱ در اینجا ظرفیت ثابت، بار متغیر و درنتیجه انرژی نیز تغییر کرده، پس داریم:

$$U = \frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}$$

$$\frac{(۱٫۲۵Q)^۲}{۲ \times ۵} - \frac{Q^۲}{۲ \times ۵} = ۹۰$$

$$\frac{۰٫۵۶۲۵Q^۲}{۱۰} = ۹۰ \Rightarrow Q = ۴۰\mu C$$

$$V = \frac{Q}{C}$$

$$V = \frac{۴۰}{۵} = ۸V$$

۶ – گزینه ۳ در ابتدا باید بار الکتریکی‌ای که میدان الکتریکی را در اطراف خود ساخته، بیابیم.

$$E = \frac{kq}{r^۲} \rightarrow (۲٫۲۵ \times ۱۰^۵) = \frac{k(q)}{(۰٫۸)^۲} \rightarrow \boxed{kq = ۱٫۴۴ \times ۱۰^۵}$$

q ---------- r = 90 cm ---------- q′ = 9 μc

$$\rightarrow F = \frac{kqq'}{r^۲} = \frac{(۱٫۴۴ \times ۱۰^۵)(۹ \times ۱۰^{-۶})}{(۰٫۹)^۲} = ۱٫۶N$$

$$\rightarrow \boxed{F = ۱٫۶N}$$

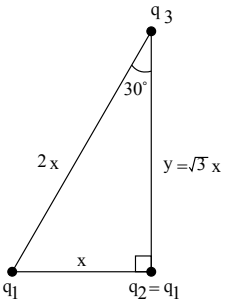
۷ – گزینه ۳

$$۰٫۲۵q_۱ = ۲۰\mu C \rightarrow \begin{cases} q'_۱ = ۸۰ - ۲۰ = ۶۰\mu C \\ q'_۲ = (-۵۰) + ۲۰ = -۳۰\mu C \end{cases}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_۱|q'_۲|}{q_۱|q_۲|} = \frac{۶۰ \times ۳۰}{۸۰ \times ۵۰} = \frac{۱۸}{۴۰} = \frac{۹}{۲۰} \rightarrow \frac{\Delta F}{F} = -\frac{۱۱}{۲۰} = -۵۵\%$$

یعنی نیروی جاذبه، ۵۵ درصد کاهش می‌یابد.

۸ – گزینه ۱ باتوجه به زاویهٔ ۳۰°، اضلاع مثلث را مشخص کرده، سپس با تعیین نیروی الکتریکی که به هر ذره وارد می‌شود، نسبت خواسته شده را می‌یابیم.



$$F_{۱۲} = F_{۲۳} \rightarrow \cancel{k}\frac{|q_۱|\cancel{|q_۲|}}{r^۲_{۱۲}} = \cancel{k}\frac{\cancel{|q_۲|}|q_۳|}{r^۲_{۲۳}} \rightarrow \frac{|q_۱|}{x^۲} = \frac{|q_۳|}{۳x^۲}$$

$$\rightarrow |q_۳| = ۳|q_۱| = ۳|q_۲|(q_۱ = q_۲)$$

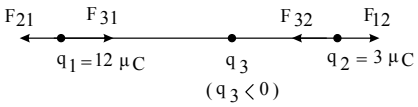
$$\frac{F_{۱۳}}{F_{۱۲}} = (\frac{|q_۱| \times |q_۳|}{|q_۱| \times |q_۲|})(\frac{r_{۱۲}}{r_{۱۳}})^۲ = (۳)(\frac{x}{۲x})^۲ = \frac{۳}{۴}$$

$$\tan ۳۰^\circ = \frac{۱}{\sqrt{۳}} = \frac{x}{y} \rightarrow y = \sqrt{۳}x$$

$$r_{۱۳} = \sqrt{x^۲ + y^۲} = ۲x$$

۹ – گزینه ۳ چون برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر ذرهٔ صفر است، حتماً این سه ذره بر روی یک خط واقع‌اند.

چون $q_۱$ و $q_۲$ هم علامت‌اند، بار $q_۳$ حتماً بین این دو بار و نزدیک‌تر به بار $q_۲$ $(q_۲ < q_۱)$ است.



چون برایند نیروهای وارد بر هر ذره صفر است، (مثلاً بار $q_۱$ را در نظر بگیریم) باید بار $q_۳$ مخالف علامت دوبار دیگر باشد یعنی: $q_۳ < ۰$

$$r_{۱۲} = \sqrt{(۴ - (-۸))^۲ + (۳ - ۱۲)^۲} = \sqrt{۱۴۴ + ۸۱} = ۱۵$$

$$r_{۱۳} = x, r_{۱۲} = ۱۵cm, r_{۲۳} = (۱۵ - x)cm$$

$$\begin{cases} F_{31} = F_{21} \to \dfrac{kq_1|q_3|}{r^2} = \dfrac{kq_1q_2}{r_{12}^2} \ (1) \\ F_{32} = F_{12} \to \dfrac{k|q_3|q_2}{r_{32}^2} = \dfrac{kq_1q_2}{r_{12}^2} \ (2) \end{cases}$$

$$(1),(2) \to \frac{kq_1|q_3|}{r_{13}^2} = \frac{k|q_3|q_2}{r_{32}^2} \to \frac{12}{x^2} = \frac{3}{(15-x)^2} \to (\frac{15-x}{x})^2 = \frac{1}{4}$$

$$\to \frac{15-x}{x} = \frac{1}{2} \to 30 - 2x = x \to 3x = 30 \to \boxed{x = 10cm}$$

$$(1) \to \frac{|q_3|}{r_{13}^2} = \frac{q_2}{r_{12}^2} \to |q_3| = (\frac{r_{13}}{r_{12}})^2 q_2 = (\frac{10}{15})^2 \times 3\mu C = \frac{4}{3}\mu C$$

$$q_3 < 0 \to \boxed{q_3 = -\frac{4}{3}\mu C}$$

۱۰ - گزینه ۳ می‌دانیم که با کاهش فاصلهٔ بین صفحات، ظرفیت خازن به‌صورت زیر افزایش می‌یابد.

$$C = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d} \xrightarrow[d_1 = 5mm \, , \, d_2 = 1mm]{\kappa = 1} \Delta C = \varepsilon_0 A(\frac{1}{1} - \frac{1}{5mm})$$

$$\to \Delta C = (9 \times 10^{-12})(40 \times 10^{-4})(\underbrace{1 - \frac{1}{5}}_{\frac{4}{5mm} = \frac{4000}{5} = 800})$$

$$\to \Delta C = (9 \times 4 \times 8)(10^{-13})$$

$$\to \Delta C = 288 \times 10^{-13} F \to \Delta C = 28{,}8 \times 10^{-12} F = 28{,}8 \ pF$$

۱۱ - گزینه ۳ میدان الکتریکی بار را در فاصله‌های داده شده پیدا کرده و تفاضل آن‌ها را برابر $1{,}6 \times 10^4 \frac{N}{C}$ قرار می‌دهیم.

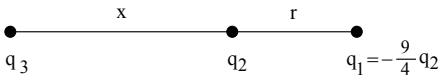
$$E = \frac{kq}{r} \begin{cases} \nearrow r_1 = 30cm = 0{,}3m \Rightarrow E = E_1 \\ \searrow r_2 = 10cm = 0{,}1m \Rightarrow E = E_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_1 = E_2 - 1{,}6 \times 10^4 \Rightarrow E_2 - E_1 = k\,|\,q\,|\,(\frac{1}{r_2^2} - \frac{1}{r_1^2}) \Rightarrow 1{,}6 \times 10^4 = k\,|\,q\,|\,(\frac{1}{t_{\frac{1}{100}}} - \frac{1}{\frac{9}{100}}) \\ E = \dfrac{k\,|\,q|}{r^2} \Rightarrow k\,|\,q\,| = \dfrac{1{,}6 \times 10^4}{(\frac{800}{9})} = \dfrac{160 \times 9}{8} = 180 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_3 = \dfrac{k\,|\,q|}{r^2} \\ r_3 = 1m \end{cases} \Rightarrow E_3 = 180\frac{N}{C}$$

۱۲ - گزینه ۴

$if: q_2 > 0 \Rightarrow q_1 < 0$ و $q_3 < 0$ (باید q_1 و q_3 هم‌علامت و مخالف علامت بار q_2 باشند.)



$$q_2 : \Rightarrow F_{32} = F_{12} \Rightarrow \frac{k\,|\,q_3\,||\,q_2\,|}{x^2} = \frac{k\,|\,q_1\,||\,q_2\,|}{r_{12}^2} \Rightarrow \frac{|q_3|}{x^2} = \frac{|q_1|}{r^2} \Rightarrow \frac{x}{r} = \sqrt{|\frac{q_3}{q_1}|} \quad (1)$$

$$q_3 : \Rightarrow F_{13} = F_{23} \Rightarrow \frac{k\,|\,q_1\,||\,q_3\,|}{r_{13}^2} = \frac{k\,|\,q_2\,||\,q_3\,|}{r_{23}^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{(r+x)^2} = \frac{|q_2|}{x^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|} = (\frac{r+x}{x})^2 \Rightarrow \frac{9}{4} = (\frac{r+x}{x})^2 \Rightarrow \frac{r}{x} + 1 = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{r}{x} = 0{,}5$$

$$\Rightarrow \frac{x}{r} = 2 \xrightarrow{(1)} 4 = \frac{|q_3|}{|q_1|} = \frac{|q_3|}{\frac{9}{4}\,|\,q_2|} \Rightarrow |\frac{q_3}{q_2}| = 4 \times \frac{9}{4} = 9 \Rightarrow \frac{q_3}{q_2} = -9$$

۱۳ - گزینه ۱

$$\Delta U = -Eqd\cos\theta = -Eqd\cos 0^\circ = -10^5(-5 \times 10^{-6}) \times 30 \times 10^{-2} \times 1 = +0{,}15$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 47 of 92

$۰/۱۵J$ افزایش می‌یابد.

۱۴ - گزینه ۱ در ابتدا، اطلاعات سؤال را به‌صورت زیر دسته‌بندی می‌کنیم:

$$\text{حالت اول}\begin{cases} C = ۱۲\mu F \\ \text{بار خازن} = Q \\ \text{اختلاف پتانسیل} = V_۱ = \dfrac{Q}{C} = \dfrac{Q}{۱۲\mu F} \end{cases}$$

$$\text{پس از تغییر}\begin{cases} C = ۱۲\mu F \\ \text{بار خازن} = Q - ۶ \\ \text{(کاهش انرژی)}\ \Delta U = -۲۸/۵\mu J \end{cases}$$

هنگامی‌که بار $-۶\mu C$ از صفحهٔ منفی جدا شود و به صفحهٔ مثبت اضافه شود، بار [صفحهٔ با بار مثبت $(+Q)$ / صفحهٔ با بار منفی $(-Q)$] به [$+Q+(-۶)=Q-۶$ / $-Q-(-۶)=-(Q-۶)$] تغییر می‌کند. یعنی در کل بار خازن از Q به $(Q-۶)$ تغییر می‌کند:

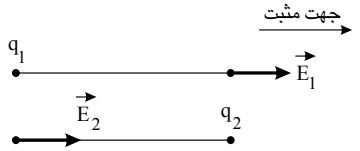
$$U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}\rightarrow \Delta U=U_۲-U_۱=\frac{(Q-۶)^۲}{۲C}-\frac{Q^۲}{۲C}=-۲۸/۵\mu J\Rightarrow Q^۲-۱۲Q+۳۶-Q^۲=-۲(۱۲)(۲۸/۵)\Rightarrow ۳۶-۱۲Q$$
$$=-۶۸۴\Rightarrow ۱۲Q=۷۲۰\Rightarrow Q=۶۰\mu C\Rightarrow V_۱=\frac{Q}{C}=\frac{۶۰\mu C}{۱۲\mu F}=۵V$$

۱۵ - گزینه ۲ میدان الکتریکی بین صفحاتِ خازن همه‌جا باهم برابر است، بنابراین رابطهٔ بین اختلاف پتانسیل بین دو نقطه و فاصلهٔ آنها از هم، یک رابطهٔ خطی است یعنی:

$$\Delta V=E\cdot d$$
$$\begin{cases} E=\dfrac{V_+-V_-}{۱۰mm}=\dfrac{V_+-V_A}{۴mm}\Rightarrow\dfrac{۰-V_-}{۵}=\dfrac{۰-V_A}{۲}\Rightarrow\dfrac{۸۰}{۵}=\dfrac{-V_A}{۲}\Rightarrow V_A=-۳۲V \\ \text{اختلاف پتانسیل صفحات خازن} = ۸۰V=V_+-V_-=۰-V_- \end{cases}$$

۱۶ - گزینه ۲ میدان الکتریکی در هر نقطه، به بار موجود در آن نقطه بستگی ندارد.

$$if: q_۱>۰\Rightarrow q_۲=-۴q_۱\begin{cases} |q_۲|=۴q_۱ \xrightarrow[r=]{E=\frac{k|q|}{r^۲}} \vec{E_۲}=۴\vec{E_۱} \\ q_۲<۰ \end{cases}$$



۱۷ - گزینه ۲ خازن پیوسته به باتری وصل است. بنابراین اختلاف پتانسیل صفحات خازن ثابت می‌ماند:

$$\Delta V=\text{ثابت}$$

فاصلهٔ صفحات خازن را دو برابر می‌کنیم، بنابراین طبق رابطهٔ $C=\kappa\varepsilon_۰\frac{A}{d}$ با دو برابر شدن d، ظرفیت خازن نصف می‌شود.

در مورد میدان الکتریکی:

$$\text{بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن}\quad E=\frac{\Delta V}{d}\xrightarrow[\Delta V=\text{ثابت}]{d\times ۲}E\times\frac{۱}{۲}$$

در مورد بار الکتریکی:

$$Q=\underbrace{C}_{\text{نصف}}\underbrace{\Delta V}_{\text{ثابت}}\Rightarrow Q\times\frac{۱}{۲}$$

بنابراین (الف) و (ت) صحیح می‌باشند.

۱۸ - گزینه ۲ توجه: بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک بار نقطه‌ای q در فاصلهٔ r از آن، از رابطهٔ $E=\frac{k\,|q|}{r^۲}$ محاسبه می‌شود. در این رابطه $|q|$ برحسب کولن (C)، r برحسب متر (m) و E برحسب نیوتن‌برکولن $(\frac{N}{C})$ یا ولت‌برمتر $(\frac{V}{m})$

است.

توجه: شاید تنها نکتهٔ قابل توجه دقت در نام‌گذاری‌هاست. در شکل $r_۲ < r_۱$ و $E_۲ > E_۱$ است.

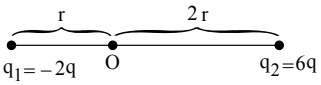
$$\begin{cases} r = r_۱ \\ E_۱ = ۱٫۱۲۵ \times ۱۰^۷ \frac{N}{C} \end{cases} \Rightarrow E_۱ = \frac{k\,|q|}{r_۱^۲} \Rightarrow ۱٫۱۲۵ \times ۱۰^۷ = \frac{(۹ \times ۱۰^۹)(|q|)}{r_۱^۲} \Rightarrow r_۱^۲ = ۸۰۰\,|q| \quad (۱)$$

$$\begin{cases} r = r_۲ = ۵cm = \frac{۵}{۱۰۰} = \frac{۱}{۲۰} m \\ E = E_۲ = ۱۸ \times ۱۰^۷ \frac{N}{C} \end{cases} \Rightarrow E_۲ = \frac{k\,|q|}{r_۲^۲} \Rightarrow ۱۸ \times ۱۰^۷ = \frac{(۹ \times ۱۰^۹)(|q|)}{(\frac{۱}{۲۰})^۲} = ۳۶ \times ۱۰^{۱۱}\,|q| \Rightarrow |q| = \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{-۴} C \quad (۲)$$

$$(۱)\text{ و }(۲) \Rightarrow r_۱^۲ = ۸۰۰ \times \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{-۴} = ۴۰۰ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow r_۱ = ۲۰ \times ۱۰^{-۲} m \Rightarrow r_۱ = ۲۰cm \text{ و } |q| = ۰٫۵ \times ۱۰^{-۴} C = ۵۰\mu C$$

۱۹ - گزینه ۱

گام اول: میدان برایند را در نقطهٔ O مشخص می‌کنیم:



$$E = \frac{k\,|q|}{r^۲} \xrightarrow[r_۲ = ۲r_۱]{|q_۲| = ۳|q_۱|} (E_۲)_O = \frac{۳}{۴}(E_۱)_O \xrightarrow{(E_۲)_O < (E_۱)_O} E_T = E_۱ = (E_۱)_O + (E_۲)_O = \frac{۷}{۴}(E_۱)_O$$

$(E_۱)_O$: بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار $q_۱$ در نقطهٔ O است.

$(E_۲)_O$: بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار $q_۲$ در نقطهٔ O است.

[q هر علامتی داشته باشد، $q_۱$ و $q_۲$ مختلف‌العلامتند. پس میدان آنها در O هم‌جهت است.]

$$E_۱ = \frac{۷}{۴} \frac{k|q_۱|}{r_۱^۲} \overset{-۲q \uparrow}{=} \frac{۷}{۲} \frac{k\,|q|}{r^۲}$$

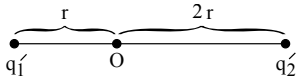
گام دوم:

۵۰ درصد بار $q_۲$ را به بار $q_۱$ منتقل می‌کنیم. یعنی:

$$\begin{cases} q_۱' = q_۱ + ۳q = (-۲q) + ۳q = q \\ q_۲' = q_۲ - ۳q = ۶q - ۳q = ۳q \end{cases}$$

حال میدان حاصل از این بارها ($q_۱'$ و $q_۲'$) را در نقطهٔ O محاسبه می‌کنیم:

q هر علامتی داشته باشد، $q_۱'$ و $q_۲'$ هم‌علامت بوده و میدان الکتریکی حاصل از آنها در نقطهٔ O در خلاف‌جهت یکدیگر است.



$$\begin{cases} q_۲' = ۳q_۱' \\ r_۲ = ۲r_۱ \end{cases} \Rightarrow (E_O')_۲ = \frac{۳}{۴}(E_O')_۱$$

$$E_T = E_۲ = (E_O')_۱ - (E_O')_۲ = \frac{۱}{۴}(E_O')_۱ \Rightarrow E_۲ = \frac{۱}{۴}(\frac{k\,|q|}{r^۲})$$

گام سوم: محاسبهٔ $\frac{E_۲}{E_۱}$:

$$\frac{E_۲}{E_۱} = \frac{\frac{۱}{۴}\frac{k\,|q|}{r^۲}}{\frac{۷}{۲}\frac{k\,|q|}{r^۲}} = \frac{۱}{۱۴}$$

۲۰ - گزینه ۱ دقت کنید که با هرگونه تغییرات ولتاژ دو سر خازن، ظرفیت خازن تغییر نمی‌کند.

$$\begin{cases} C=\frac{q}{\Delta V}\Rightarrow \frac{q_1}{\Delta V_1}=\frac{q_1+20\mu C}{1/5\Delta V_1}\Rightarrow 1/5q_1=q_1+20\mu C\Rightarrow q_1=40\mu C \\ U=\frac{1}{2}C\Delta V^2\Rightarrow \frac{U_2}{U_1}=(\frac{\Delta V_2}{\Delta V_1})^2=(1/5)^2=(\frac{9}{4})\Rightarrow \frac{200\mu J+U_1}{U_1}=\frac{9}{4} \end{cases} \Rightarrow 9U_1=800\mu J+4U_1\Rightarrow 5U_1=800\mu J\Rightarrow U_1=160\mu J\Rightarrow \frac{q_1^2}{2C}$$

$$=\frac{(40\mu C)^2}{2C}=160\mu J\Rightarrow C=5\mu F$$

۲۱ - گزینه ۲ نکته: اگر بار الکتریکی دو کرهٔ رسانای مشابه قبل از تماس با یکدیگر برابر با q_1 و q_2 باشد، پس از تماس با هم، بار هر یک برابر است با:

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

گام (۱): بار کره‌های رسانای مشابه قبل از تماس با هم:

$$\left\{\begin{matrix} q_1>0 \text{ و } |q_2|>q_1 \\ q_2<0\Rightarrow q_2=-|q_2| \end{matrix}\right\}$$

$$F_{21}=F_{12}=\frac{kq_1|q_2|}{r^2}\Rightarrow 0/9=\frac{(9\times 10^9)(q_1)|q_2|}{(0/6)^2}\Rightarrow q_1|q_2|=36\times 10^{-12}$$

گام (۲): پس از تماس با هم:

$$q_1'=q_2'=\frac{q_1+(-|q_2|)}{2}=\frac{q_1-|q_2|}{2}\Rightarrow F_{12}'=F_{21}'=\frac{kq_1'q_2'}{r^2}=1/6\Rightarrow \frac{(9\times 10^9)(q_1-|q_2|)^2}{4\times 36\times 10^{-2}}=1/6\Rightarrow (q_1-|q_2|)^2=\frac{1/6\times 16\times 10^{-2}}{10^9}$$

$$\Rightarrow (q_1-|q_2|)^2=16^2\times 10^{-12}\Rightarrow \begin{cases} q_1-|q_2|=-16\times 10^{-6}C=-16\mu C\Rightarrow q_1-|q_2|=-16\mu C \\ q_1<|q_2| \end{cases}$$

$$\begin{cases} q_1|q_2|=36\times 10^{-12}C^2=(6\mu C)^2 \\ q_1-|q_2|=-16\mu C \quad (*) \end{cases}\Rightarrow (q_1+|q_2|)^2=(q_1-|q_2|)^2+4q_1|q_2|\Rightarrow (q_1+|q_2|)^2=(16\mu C)^2+4(6\mu C)^2=256+144$$

$$=400(\mu C)^2\Rightarrow q_1+|q_2|=20>0 \quad (**)$$

یک مطلب ریاضی ساده ولی مهم: فرض کنیم a و b معلوم هستند.

$$\begin{cases} xy=a \\ x-y=b \end{cases}\Rightarrow x=?\text{ و }y=?\begin{cases} (x+y)^2=x^2+y^2+2xy \\ (x-y)^2=x^2+y^2-2xy \end{cases}\Rightarrow (x+y)^2-(x-y)^2=4xy\Rightarrow (x+y)^2=(x-y)^2+4xy$$

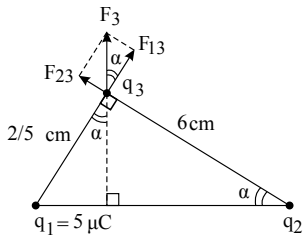
$$\Rightarrow x+y=\text{محاسبه می‌شود}\Rightarrow \begin{cases} x+y=\text{معلوم} \\ x-y=b \end{cases}\Rightarrow x\text{ و }y=\text{محاسبه می‌شود}$$

$$(*)\text{ و }(**)\Rightarrow \begin{cases} q_1-|q_2|=-16\mu C \\ q_1+|q_2|=20\mu C \end{cases}\Rightarrow q_1=2\mu C$$

۲۲ - گزینه ۳ مطابق شکل، یک‌بار در مثلث نیروها و یک‌بار در مثلث اضلاع، $\tan\alpha$ را تعیین کرده و با هم مساوی قرار می‌دهیم.

$$\begin{cases} \tan\alpha=\frac{F_{23}}{F_{13}}=\frac{\frac{k|q_2||q_3|}{r_{23}^2}}{\frac{k|q_1||q_3|}{r_{13}^2}}=(\frac{q_2}{q_1})(\frac{r_{13}}{r_{23}})^2 \\ q_1>0\Rightarrow q_3>0\Rightarrow q_2>0 \end{cases}\Rightarrow \begin{cases} \tan\alpha=\frac{2/5}{6}=\frac{5}{12} \\ \tan\alpha=(\frac{q_2}{5})(\frac{2/5}{6})^2=\frac{q_2}{5}\times(\frac{5}{12})^2 \end{cases}\Rightarrow \frac{5}{12}$$

$$=\frac{q_2}{5}\times(\frac{5}{12})^2\Rightarrow q_2=12\mu C$$

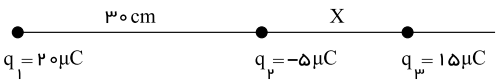


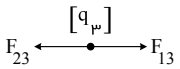
۲۳ - گزینه ۴ C به V (اختلاف پتانسیل صفحات خازن) بستگی ندارد.

$$U=\frac{۱}{۲}CV^{۲}\Rightarrow\Delta U=\frac{۱}{۲}C(V_{۲}^{۲}-V_{۱}^{۲})\Rightarrow\begin{cases}U_{۲}=U_{۱}+۵\times۱۰^{-۶}J\Rightarrow\Delta U=۵\mu J\\C=۲\mu F\\\Delta U=\frac{۱}{۲}C(V_{۲}^{۲}-V_{۱}^{۲})\Rightarrow۵\mu J=\frac{۱}{۲}(۲\mu F)((V_{۱}+۱)^{۲}-V_{۱}^{۲})\\V_{۲}=V_{۱}+۱\end{cases}\Rightarrow۵=۲V_{۱}+۱\Rightarrow V_{۱}=۲V$$

۲۴ ـ گزینه ۲

گام اول: چون دو بار $q_۱$ و $q_۲$ مختلف‌العلامتند، بار سوم به جهت اینکه برآیند نیروهای وارد بر آن از طرف بارهای $q_۱$ و $q_۲$ صفر شود، باید خارج خط واصل دوبار و نزدیک‌تر به باری باشد که از نظر مقدار کوچک‌تر باشد (یعنی بار $q_۲$). اگر فاصله بار $q_۳$ تا $q_۲$ را با x نشان دهیم، ابتدا x را می‌یابیم:

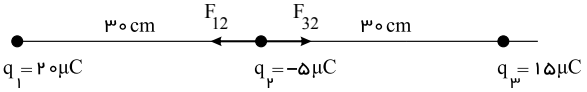




$$F_{۱۳}=F_{۲۳}\Rightarrow\frac{k|q_{۱}||q_{۳}|}{r_{۱۳}^{۲}}=\frac{k|q_{۲}||q_{۳}|}{r_{۲۳}^{۲}}\Rightarrow\frac{۲۰}{(۳۰+x)^{۲}}=\frac{۵}{x^{۲}}\Rightarrow\frac{۲}{۳۰+x}=\frac{۱}{x}\Rightarrow x=۳۰cm$$

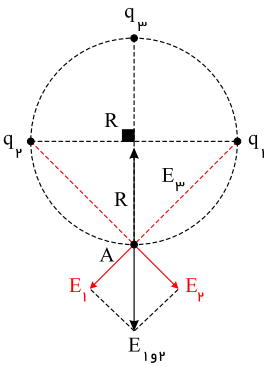
گام دوم: اکنون برایند نیروهای وارد بر $q_۲$ را می‌یابیم. می‌دانیم اگر $q_۱$ و $q_۲$ برحسب μc و r برحسب cm باشد، می‌توان نوشت: $F=۹۰\frac{|q_{۱}||q_{۲}|}{r^{۲}}$

$$\begin{cases}F_{۱۲}=\frac{k|q_{۱}||q_{۲}|}{r_{۱۲}^{۲}}=۹۰(\frac{۲۰\times۵}{۳۰^{۲}})=۱۰N\\F_{۳۲}=\frac{k|q_{۲}||q_{۳}|}{r_{۲۳}^{۲}}=۹۰(\frac{۵\times۱۵}{۳۰^{۲}})=۷٫۵N\end{cases}\Rightarrow F_{net}=۱۰-۷٫۵=۲٫۵N$$



۲۵ ـ گزینه ۲

برای اینکه میدان برایند در نقطهٔ A صفر شود، می‌بایستی میدان برایند بارهای $q_۱$ و $q_۲$ با میدان حاصل از بار $q_۳$ در نقطهٔ A خنثی شود. این امر، مستلزم این است که $\vec{E}_{۱\text{و}۲}$ هم‌امتداد $\vec{E}_{۳}$ و خلاف‌جهت آن باشد و برای اینکه این اتفاق بیفتد، می‌بایستی $E_{۲}=E_{۱}$ باشد. درنتیجه باید $q_{۲}=q_{۱}$. آنچه مهم است این است که باید $q_۱$ و $q_۲$ هم‌علامت و مخالف علامت بار $q_۳$ باشد.



اینکه کدام مثبت و کدام منفی باشد، مهم نیست. پس می‌توان $q_{۱}=q_{۲}>۰$ و $q_{۳}<۰$ را در نظر گرفت:

$$\begin{cases}r_{۱}=r_{۲}=\sqrt{۲}R\ (R:\text{شعاع دایره})\\r_{۳}=۲R\end{cases}$$

$$E_{۲,۱}=E_{۳}\Rightarrow\sqrt{۲}E_{۱}=E_{۳}\Rightarrow\sqrt{۲}(\frac{kq_{۱}}{(\sqrt{۲}R)^{۲}})=\frac{k|q_{۳}|}{(۲R)^{۲}}\Rightarrow\frac{\sqrt{۲}}{۲}q_{۱}=\frac{|q_{۳}|}{۴}\Rightarrow|\frac{q_{۳}}{q_{۱}}|=۲\sqrt{۲}$$

۲۶ ـ گزینه ۳ گام اول: در ابتدای کار $q_{۱}>۰$ و $|q_{۲}|>q_{۱}$، وقتی دو گوی را با هم تماس می‌دهیم، در همان فاصله نیرویی که به هم وارد می‌کنند، کاهش یافته. اگر دو بار هم‌علامت بوده باشند، پس از تماس، بار هر یک از آن‌ها $q'_{۱}=q'_{۲}=\frac{q_{۱}+q_{۲}}{۲}$ می‌شود و در این‌صورت نیرویی که به هم وارد می‌کنند، افزایش می‌یابد. پس درمی‌یابیم که دو بار

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 55 of 92

از ابتدا بارهای مختلف‌العلامت دارند.

گام دوم:

$$\text{قبل از تماس}\begin{cases} F_{۱۲}=k\dfrac{|q_۱||q_۲|}{r^۲} \\ |q_۲|>q_۱>۰\ ,\ q_۱>۰\ ,\ q_۲<۰ \end{cases}$$

$$\text{بعد از تماس}\begin{cases} F'_{۱۲}=k\dfrac{|q'_۱||q'_۲|}{r^۲}=k\dfrac{(|q_۲|-q_۱)^۲}{۴r^۲}=\dfrac{۸۰}{۱۰۰}F_{۱۲} \\ q'_۱=q'_۲=\dfrac{|q_۲|-q_۱}{۲} \\ q'_۱=q'_۲<۰ \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{(|q_۲|-q_۱)^۲}{۴}=\frac{۴}{۵}(|q_۱|\times|q_۲|)$$

$q_۱$ و $q_۲$ بارهای اولیهٔ دو کره هستند. بهترین کار در این مرحله، امتحان کردن گزینه‌ها می‌باشد که نتیجه این می‌باشد:

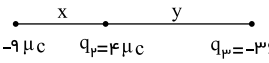
$$\frac{|q_۲|}{q_۱}=۵$$

۲۷ - گزینه ۲ گام اول: برای سادگی انرژی را هم برحسب میلی‌ژول و ظرفیت خازن را هم برحسب میلی فاراد می‌نویسیم. هنگامی‌که از صفحهٔ منفی، بار مثبت $(+۳mC)$ را جدا کرده و به صفحهٔ مثبت می‌بریم، صفحهٔ منفی، منفی‌تر و صفحهٔ مثبت، مثبت‌تر می‌شود. پس بار خازن زیاد می‌شود، یعنی می‌توان نوشت: $Q'=Q+۳mC$. (Q بار اولیه و Q' بار ثانویهٔ خازن است.)

گام دوم:

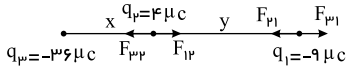
$$\Delta U=\frac{۱}{۲}\frac{Q'^۲}{C}-\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}=\frac{Q'^۲-Q^۲}{۲C}\Rightarrow ۴۵۰۰mJ=\frac{(Q+۳)^۲-Q^۲}{۲\times۵\times۱۰^{-۳}mF}\Rightarrow ۴۵=Q^۲+۹+۶Q-Q^۲=۶Q+۹\Rightarrow ۶Q=۳۶\Rightarrow Q=۶mC$$

۲۸ - گزینه ۴ گام اول: از اینکه نیروی خالص وارد بر هر سه بار صفر است، رابطهٔ بین فواصل بارهای $q_۱$ و $q_۲$ با $q_۲$ و $q_۳$ را می‌یابیم.



$$\Rightarrow F_{۳۲}=F_{۱۲}\Rightarrow \frac{k|q_۱||q_۲|}{r_{۱۲}^۲}=\frac{k|q_۲||q_۲|}{r_{۲۳}^۲}\Rightarrow \frac{۹}{x^۲}=\frac{۳۶}{y^۲}\xrightarrow{\text{جذر}}\frac{۳}{x}=\frac{۶}{y}\Rightarrow y=۲x$$

گام دوم: حال جای $q_۱$ و $q_۳$ را عوض می‌کنیم:



$$\begin{cases} |q_۳|>|q_۱| \\ r_{۳۲}<r_{۱۲} \end{cases}\Rightarrow F_{۳۲}>F_{۱۲}\Rightarrow (F_{net})_{q_۲}=F_{۳۲}-F_{۱۲}\Rightarrow (F_{net})_{q_۲}=\frac{k|q_۳||q_۲|}{x^۲}-\frac{k|q_۱||q_۲|}{(۲x)^۲}=\frac{k}{x^۲}[۳۶\times۴-\frac{۹\times۴}{۴}]=۱۳۵\frac{k}{x^۲}\quad (۱)$$

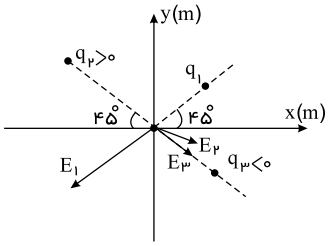
$$\begin{cases} |q_۳|=۹q_۲ \\ r_{۳۱}=۳x\ ,\ r_{۲۱}=۲x\Rightarrow r_{۳۱}=۱/۵r_{۲۱} \end{cases}\Rightarrow F_{۳۱}>F_{۲۱}\xrightarrow{q_۱}(F_{net})_{q_۱}=F_{۳۱}-F_{۲۱}\Rightarrow (F_{net})_{q_۱}=\frac{k|q_۳||q_۱|}{۹x^۲}-\frac{k|q_۲||q_۱|}{۴x^۲}$$

$$=\frac{k}{x^۲}[\frac{۹\times۳۶}{۹}-\frac{۴\times۹}{۴}]=۲۷\frac{k}{x^۲}\quad (۲)$$

$$(۱)\ ,\ (۲)\Rightarrow\frac{(F_{net})_{q_۲}}{(F_{net})_{q_۱}}=\frac{۱۳۵}{۲۷}=۵$$

۲۹ - گزینه ۱ گام اول: با توجه به مکان $q_۲$ و $q_۳$ درمی‌یابیم، هر دو بار $q_۲$ و $q_۳$ روی نیمساز ربع دوم و چهارم صفحهٔ مختصات xoy می‌باشند. چون $q_۳<۰$ و $q_۲>۰$، میدان الکتریکی حاصل از بارهای $q_۳$ و $q_۲$ در مبدأ مختصات هم‌جهت

است. q_1 هم روی نیمساز ربع اول و سوم قرار دارد.



فاصلهٔ بارها تا مبدأ مختصات :
$$\begin{cases} r_1 = 3\sqrt{2}m \\ r_3 = 4\sqrt{2}m \\ r_2 = 6\sqrt{2}m \end{cases}$$

میدان بار q_1 در مبدأ مختصات $\rightarrow E_1 = \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{(9\times10^9)(12\times10^{-6})}{(3\sqrt{2})^2} = 6\times10^3\frac{N}{C}$

میدان بار q_3 در مبدأ مختصات $\rightarrow E_3 = \frac{k|q_3|}{r_3^2} = \frac{(9\times10^9)(8\times10^{-6})}{(4\sqrt{2})^2} = \frac{9}{4}\times10^3\frac{N}{C} = 2250\frac{N}{C}$

$$E_t = \sqrt{E_1^2 + E_{2,3}^2} \Rightarrow (7.5\times10^3)2 = (6\times10^3)^2 + E_{2,3}^2 \Rightarrow E_{2,3}^2 = 2025\times10^4 \Rightarrow E_{2,3} = 4500\frac{N}{C} \Rightarrow E_2 + E_3 = 4500\ E_2 + 2250 = 4500$$

$$\Rightarrow E_2 = 2250\frac{N}{C} \xrightarrow{\text{بنابراین}} \begin{cases} \frac{kq_2}{r_2^2} = 2250 \Rightarrow \frac{(9\times10^9)q_2}{(6\sqrt{2})^2} = 2250 \Rightarrow q_2 = 18\times10^6 C \Rightarrow q_2 = 18\mu C \\ r_{12} = \sqrt{(3-(-6))^2 + (3-6)^2} = \sqrt{81+9} = \sqrt{90}m \end{cases}$$

فاصلهٔ بارهای q_1 و q_2 از یکدیگر

$$F_{12} = \frac{k|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = 90(\frac{12\times18}{(\sqrt{90})^2}) = 12\times18 = 216N = 2.16\times10^{-2}N$$

۳۰ - گزینه ۱ فاصلهٔ بین صفحات خازن، یکی از عوامل مؤثر در ظرفیت خازن است. بنابراین با نوشتن ظرفیت خازن برحسب مشخصات ساختمان آن داریم:

$$\begin{cases} d_1 = 5mm = 5\times10^{-3}m \\ A = 2cm^2 = 2\times10^{-4}m^2 \\ k = 4 \\ d_2 = d_1 - 3mm = 2\times10^{-3}m \\ \Delta C = ?(PF) \\ \varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}\frac{F}{m} \end{cases}$$

$$\Delta C = C_2 - C_1 = k\varepsilon_0\frac{A}{d_2} - k\varepsilon_0\frac{A}{d_1}$$

$$\Delta C = k\varepsilon_0 A(\frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1})$$

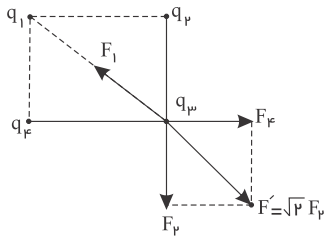
$$\Delta C = (4)(8.85\times10^{-12})(2\times10^{-4})(\frac{1}{2\times10^{-3}} - \frac{1}{5\times10^{-3}})$$

$$\begin{cases} \frac{1}{2\times10^{-3}} = \frac{10^3}{2} = 500 \\ \frac{1}{5\times10^{-3}} = \frac{10^3}{5} = 200 \\ 4\times8.85\times2 = 8\times8.85 = 70.8 \end{cases}$$

$$\rightarrow \Delta C = (70.8)(10^{-16})(500-200) = 70.8\times3\times10^{-14} = 212.4\times10^{-14}F \rightarrow \Delta C = 2.124\times10^{-12}F \rightarrow \Delta C = 2.124pF$$

۳۱ ـ گزینه ۲

بدیهی است، نیرویی که از طرف q_1 به q_3 وارد می‌شود، در امتداد قطر مربع است، پس اگر این نیرو خنثی شود، باید برایند دو نیرویی که q_4 و q_2 به q_3 وارد می‌کنند نیز در امتداد همین قطر (روی نیمساز زوایای F_4 و F_2 قرار گیرد) پس الزاماً نیروهای F_4 و F_2 هم‌اندازه‌اند که با توجه به یکسان بودن فاصلهٔ این بارها از بار q_3، الزاماً q_2 و q_4 مساوی‌اند.



حال داریم: (با فرض $q_2 = q_4 = +$)

$$F_1 = F' = \sqrt{2}F_2 \rightarrow \frac{k|q_1||q_3|}{(a\sqrt{2})^2} = \sqrt{2}\frac{|q_2||q_3|}{a^2} \rightarrow |q_1| = 2\sqrt{2}q_2$$

و با توجه به جهت نیروها (F و F' قرینه‌اند):

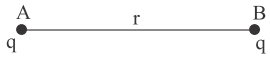
$$q_1 = -2\sqrt{2} \xrightarrow{q_3=q_4} \begin{cases} q_1 = -2\sqrt{2}q_2 \rightarrow q_2 = -\frac{q_1}{2\sqrt{2}} = -\frac{\sqrt{2}}{4}q_1 \\ q_1 = -2\sqrt{2}q_4 \rightarrow q_4 = -\frac{q_1}{2\sqrt{2}} = -\frac{\sqrt{2}}{4}q_1 \end{cases} \rightarrow q_4 = q_2 = -\frac{\sqrt{2}}{4}q_1$$

۳۲ ـ گزینه ۴

برای اینکه بار q به بار $-2q$ تبدیل شود، باید $-3q$ به آن اضافه کرده باشیم ($q' = q + (-3q) = -2q$) و چون این $-3q$ را از بار $+q$ گرفته‌ایم، بار جدید آن $4q$ خواهد شد ($q'' = q - (-3q) = 4q$)

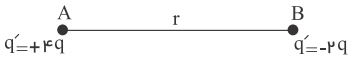
پس در وضعیت جدید داریم:

حالت اول: دامنه



$$F_1 = \frac{kq^2}{r^2}$$

حالت دوم: جاذبه

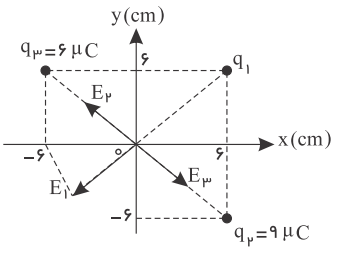


$$F_2 = \frac{k(4q)(2q)}{r^2} \rightarrow F_2 = 8\frac{kq^2}{r^2} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{8\frac{kq^2}{r^2}}{\frac{kq^2}{r^2}} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 8$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 61 of 92

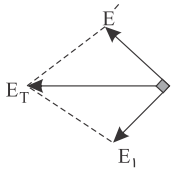
۳۳ ـ گزینه ۳

در ابتدا میدان‌های دو بار $q_۳ , q_۲$ سپس برایند آنها را در نقطهٔ O می‌یابیم:



$$E_۲ = \frac{kq_۲}{r^۲} = frac۹ \times ۱۰^۹ \times ۹ \times ۱۰^{-۶}(۶\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲})^۲ \to E_۲ = \frac{۹}{۸} \times ۱۰^۷ \frac{N}{C}$$
$$E_۳ = \frac{kq_۳}{r^۲} = frac۹ \times ۱۰^۹ \times ۶ \times ۱۰^{-۶}(۶\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲})^۲ \to E_۳ = \frac{۳}{۴} \times ۱۰^۷ \frac{N}{C}$$
$$E' = E_۲ - E_۳ = (\frac{۹}{۸} - \frac{۳}{۴}) \times ۱۰^۷ \to E' = \frac{۳}{۸} \times ۱۰^۷ \frac{N}{C} = ۳٫۷۵ \times ۱۰^۸$$

از طرفی داریم: (با فرض $|q_۱|$)



$$E_T = \sqrt{E'^۲ + E_۱^۲} \to (۶٫۲۵ \times ۱۰^۶)^۲ = (۳٫۷۵ \times ۱۰^۶)^۲ + E_۱^۲ \to E_۱ = ۵ \times ۱۰^۶$$
$$E_۱ = \frac{kq_۱}{r^۲} \to ۵ \times ۱۰^۶ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times q_۱}{(۶\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲})^۲} \to q_۱ = ۴ \times ۱۰^{-۶} c \to q_۱ = ۴\mu C$$

۳۴ ـ گزینه ۴ با تغییر اختلاف پتانسیل دو سر خازن، ظرفیت آن تغییر نمی‌کند، بنابراین داریم:

$$q = CV \xrightarrow{C\text{ ثابت}} \frac{q_۲}{q_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} \to \frac{\Delta q}{q_۱} = \frac{\Delta V}{V_۱} \to \frac{\Delta V}{V_۱} = -۱۰\% \frac{\Delta q}{q_۱} = -۱۰\%$$

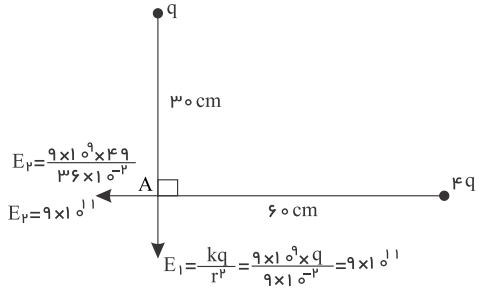
یعنی بار الکتریکی نیز ۱۰ درصد کاهش می‌یابد.

$$U = \frac{۱}{۲}\frac{q^۲}{C} \xrightarrow{C\text{ ثابت}} \frac{U_۲}{U_۱} = (\frac{q_۲}{q_۱})^۲ \xrightarrow{q_C = ۰٫۹ q_۱} \frac{U_۲}{U_۱} = (۰٫۹)^۲ \to \frac{U_۲}{U_۱} = ۰٫۸۱ \to \frac{\Delta U}{U_۱} \times ۱۰۰ = -۱۹\%$$

یعنی انرژی خازن ۱۹ درصد کاهش می‌یابد.

۳۵ ـ گزینه ۳

با توجه به رابطهٔ مربوط به تعیین میدان الکتریکی در اطراف بارهای نقطه‌ای داریم:

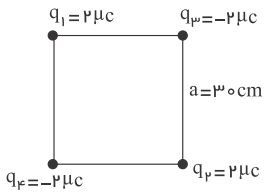


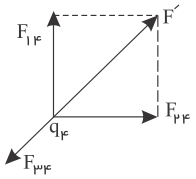
$$E_۱ = \frac{kq}{r^۲} = \frac{۹times۱۰^۹ \times q}{۹ \times ۱۰^{-۲}} = q \times ۱۰^{۱۱}$$
$$E_n^۲ = E_۱^۲ + E_۲^۲ \to (۱۰۰۰\sqrt{۲})^۲ = (q \times ۱۰^{۱۱})^۲ + (q \times ۱۰^{۱۱})^۲ = ۲(q \times ۱۰^{۱۱})^۲ \to ۱۰۰۰\sqrt{۲} = \sqrt{۲} \times q \times ۱۰^{۱۱} \to q = ۱۰^{-۸} C \to q = ۱۰nC$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 63 of 92

۳۶ ـ گزینه ۲

شرط اینکه میدان الکتریکی در مرکز مربع صفر باشد، این است که بارهای واقع در رأس‌هایی که در امتداد قطر مربع هستند، یکسان باشند، یعنی آرایش بارها باید به صورت زیر باشد. بنابراین برای تعیین نیروی وارد بر یکی از بارها، مثلا q_4 داریم:

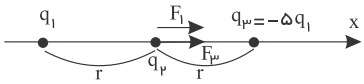




$$F_{14}=F_{24}=\frac{9\times 2\times 2}{900}=0/4N$$
$$F_{34}=\frac{9\times 2\times 2}{900\times 2}=0/2N$$
$$F'=\sqrt{F_{14}^2+F_{24}^2}=0/4\sqrt{2}=0/4\times 1/4\rightarrow F'=0/56N$$
$$F_4=F'=F_{34}=0/56-0/2\rightarrow F_4=0/36N$$

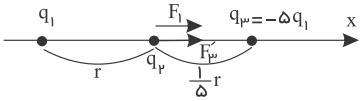
۳۷ ـ گزینه ۲

در دو حالت نیروی وارد بر بار q_2 را می‌یابیم. حالت اول:



$$F_2=F_1+F_3=\frac{kq_1q_2}{r^2}+\frac{k(5q_1)q_2}{r^2}=6\frac{kq_1q_2}{r^2}$$

در حالت دوم:



$$F_2'=F_1+F_3'=\frac{kq_1q_2}{r^2}+\frac{k(5q_1)q_2}{(\frac{1}{2}r)^2}=126\frac{kq_1q_2}{r^2}$$
$$\rightarrow\frac{F_2'}{F_2}=\frac{126\frac{kq_1q_2}{r^2}-6\frac{kq_1q_2}{r^2}}{6\frac{kq_1q_2}{r^2}}\rightarrow\frac{F_2'}{F_2}=21$$

۳۸ ـ گزینه ۳ می‌دانیم در اینجا، با توجه به پایستگی انرژی، اگر انرژی جنبشی ۲ میلی‌ژول افزایش یابد، انرژی پتانسیل الکتریکی‌اش ۲ میلی‌ژول کاهش می‌یابد. بنابراین داریم:

$$\Delta U=q\Delta V\rightarrow -2\times 10^{-3}=q(80-30)\rightarrow q=-4\times 10^{-5}C\rightarrow q=-40\mu C$$

۳۹ ـ گزینه ۱ با خروجی دی‌الکتریک از بین صفحات خازن، ظرفیت آن $\frac{1}{k}$ برابر می‌شود یعنی:

$$\frac{C_2}{C_1}=\frac{k_2}{k_1}\xrightarrow[k_2=1]{k_1=2}\frac{C_2}{C_1}=\frac{1}{2}$$

از طرفی چون بار خازن ثابت مانده:

$$C=\frac{q}{V}\xrightarrow{q=\text{ثابت}}\frac{V_2}{V_1}=\frac{C_1}{C_2}=2$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 65 of 92

و برای تعیین چگونگی تغییر انرژی:

$$U=\frac{۱}{۲}qV \xrightarrow{q=\text{ثابت}} \frac{U_۲}{U_۱}=\frac{V_۲}{V_۱}=۲$$

۴۰ - گزینه ۲ با توجه به اینکه صفحات به مولد با نیروی محرکهٔ $۲۰V$ متصل است، همواره اختلاف پتانسیل بین صفحات همان $۲۰V$ مانده و ثابت است. از طرفی با فرض یکنواخت بودن میدان الکتریکی بین صفحات داریم: (پتانسیل الکتریکی صفحهٔ **A** را ثابت فرض می‌کنیم)

$$\Delta V=E\cdot d \xrightarrow{E\ \text{ثابت}} \Delta V\propto d\rightarrow \frac{V_B-V_A}{V_P-V_A}=\frac{d_{BA}}{d_{PA}}=\frac{۵}{۲}\rightarrow \frac{۲۰}{V_P-V_A}=\frac{۵}{۲}\rightarrow V_P-V_A=۸V(۱)$$

و در حالت دوم داریم:

$$\frac{V_B-V_A}{V'_P-V_A}=\frac{d'_{BA}}{d_{PA}}\rightarrow \frac{۲۰}{V'_P-V_A}=\frac{۱۰}{۲}\rightarrow V'_P-V_A=۴V(۲)$$

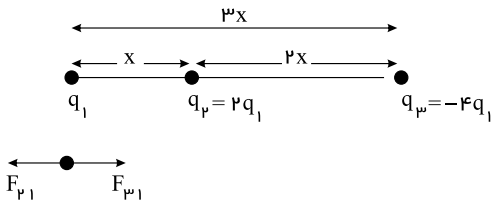
و در نهایت داریم:

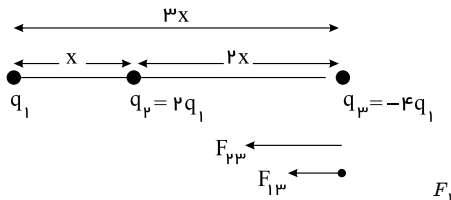
$$\xrightarrow{(۱),(۲)}\begin{cases}V_P-V_A=۸V\\V'_P-V_A=۴V\end{cases}\rightarrow V'_P-V_P=-۴V$$

یعنی پتانسیل الکتریکی نقطهٔ P، ۴ ولت کاهش می‌یابد.

۴۱ - گزینه ۳

با توجه به شکل، یک بار بزرگی نیروی خالص وارد بر بار $q_۱$ و بار دیگر بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ را به‌صورت زیر می‌یابیم.





$$F_۱=F_{۲۱}-F_{۳۱}=\frac{k|q_۲q_۱|}{r^۲_{۲۱}}-\frac{k|q_۳q_۱|}{r^۲_{۳۱}}\rightarrow F_۱=\frac{k\times ۲q^۲_۱}{x^۲}-\frac{k\times ۴q^۲_۱}{۹x^۲}\rightarrow F_۱=\frac{۱۴}{۹}(\frac{kq^۲_۱}{x^۲})$$

$$F_۳=F_{۱۳}+F_{۲۳}=\frac{k|q_۱q_۳|}{r^۲_{۱۳}}+\frac{k|q_۲q_۳|}{r^۲_{۲۳}}\Rightarrow F_۳=\frac{k\times ۴q^۲_۱}{۹x^۲}+\frac{k\times ۸q^۲_۱}{۴x^۲}\Rightarrow F_۳=\frac{۲۲}{۹}(\frac{kq^۲_۱}{x^۲})$$

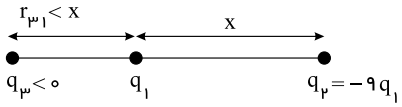
$$\frac{F_۱}{F_۳}=\frac{\frac{۱۴}{۹}}{\frac{۲۲}{۹}}\Rightarrow \frac{F_۱}{F_۳}=\frac{۷}{۱۱}$$

۴۲ - گزینه ۴ اگر قرار است که هر سه ذره در حال تعادل باشند، باید در یک راستا بوده و یک‌درمیان، علامت بارها قرینه شود، پس چیدمان آنها به‌صورت زیر خواهد بود و بار وسطی باید نزدیک‌تر به بار کوچکتر باشد. تا اینجا با توجه به گزینه‌ها فقط گزینهٔ ۴ صحیح است.

یعنی $\begin{cases}q_۳<۰\\r_{۳۱}<x\end{cases}$ فقط در گزینهٔ ۴ دیده می‌شود. $\begin{cases}q_۳=-\frac{۹}{۴}q_۱\\r_{۳۱}=\frac{۱}{۲}x\end{cases}$

و اما حل سوال، ابتدا فاصلهٔ $q_۳$ از $q_۱$ را می‌یابیم.

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 67 of 92

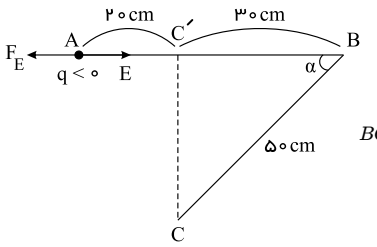


$$F_۳ = ۰ \to F_{۱۳} = F_{۲۳} \to \frac{k|q_۱ q_۳|}{r_{۱۳}^۲} = \frac{k|q_۲ q_۳|}{r_{۲۳}^۲} \to \frac{|q_۱|}{r_{۱۳}^۲} = \frac{|q_۲|}{r_{۲۳}^۲} \to \frac{q_۱}{r_{۱۳}^۲} = \frac{۹q_۱}{(x + r_{۱۳})^۲} \to r_{۱۳} = \frac{۱}{۲}x$$

و برای پیدا کردن $q_۳$، نیروی خالص وارد بر $q_۱$ را صفر در نظر می‌گیریم.

$$F_{۱=۰} \to F_{۳۱} = F_{۲۱} \to \frac{k|q_۳ q_۱|}{r_{۳۱}^۲} = \frac{k|q_۲ q_۱|}{r_{۲۱}^۲} \to \frac{q_۳}{(\frac{۱}{۲}x)^۲} = \frac{q_۲}{x^۲} \to \frac{q_۳}{\frac{۱}{۴}x^۲} = \frac{۹q_۱}{x^۲} \to |q_۳| = \frac{۹}{۴}q_۱ \xrightarrow{q_۳ < ۰} q_۳ = -\frac{۹}{۴}q$$

۴۳ ـ گزینه ۱



می‌دانیم که تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی به مسیر حرکت ذره در میدان الکتریکی یکنواخت داده‌شده بستگی ندارد. پس تمام ΔU در مسیر ABC با ΔU در فاصلهٔ A تا C' برابر است:

$$BC' = ۵۰\cos\alpha \xrightarrow{\cos\alpha = ۰/۶} BC' = ۳۰cm \Rightarrow AC' = ۲۰cm$$

از طرفی چون بار الکتریکی q دارای بار الکتریکی منفی است، نیروی وارد بر آن در خلاف جهت میدان بوده و با توجه به شکل، زاویهٔ بین نیروی میدان الکتریکی و جابه‌جایی در راستای میدان ۱۸۰° است. در نهایت داریم:

$$\Delta U_E = -W_t = -|q| \cdot E \cdot d\cos\theta \to \Delta U_E = -۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰^۵ \times (۲۰ \times ۱۰^{-۲}) \times (\cos ۱۸۰^\circ) \to \Delta U_E = +۰/۱J$$

یعنی انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در این جابه‌جایی به اندازهٔ ۰/۱ ژول افزایش می‌یابد.

۴۴ ـ گزینه ۲ در ابتدا ظرفیت خازن در حالت جدید را محاسبه می‌کنیم.

$$U = \frac{۱}{۲}CV^۲ \xrightarrow[V=۲۰V]{U=۲mJ=۲\times۱۰^{-۳}J} ۲ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times C_۲ \times (۲۰)^۲ \Rightarrow C_۲ = ۱۰ \times ۱۰^{-۶}F = ۱۰\mu F$$

از طرفی چون فقط با ورود عایق بین صفحات خازن، ظرفیت آن تغییر کرده، داریم:

$$C = \frac{k\varepsilon_۰ A}{d} \xrightarrow[d:\text{ثابت}]{A:\text{ثابت}} \frac{C_۲}{C_۱} = \frac{k_۲}{k_۱} \xrightarrow[C_۲=۱۰\mu F]{C_۱=۵\mu F, k_۱=۱} k_۲ = ۲$$

۴۵ ـ گزینه ۳ برای یک خازن با ظرفیت ثابت، تغییر بار هر یک از صفحه‌های خازن به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$Q = CV \Rightarrow \Delta Q = C(\Delta V) \xrightarrow[\Delta V=۱V]{C=۸\mu F} \Delta Q = ۸\mu C$$

یعنی بار هر یک از صفحات خازن ۸ میکروکولن تغییر کرده است. حال برای تعیین تغییر در تعداد الکترون‌ها داریم:

$$Q = ne \Rightarrow \Delta n = \frac{\Delta Q}{e} = \frac{۸ \times ۱۰^{-۶}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} \Rightarrow \Delta n = ۵ \times ۱۰^{۱۳}$$

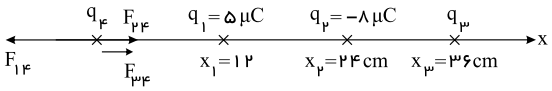
۴۶ ـ گزینه ۱ چون ذرهٔ باردار فقط تحت‌تأثیر نیروی میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود، انرژی مکانیکی آن پایسته مانده، پس تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن، قرینهٔ تغییر انرژی جنبشی‌اش است، یعنی:

$$E: \text{ثابت} \Rightarrow \Delta U = -\Delta K \Rightarrow q\Delta V = -\frac{۱}{۲}m(v_B^۲ - v_A^۲) \xrightarrow[v_A=۱۰\frac{m}{s}, v_B=۲۰\frac{m}{s}]{q=۵nC=۵\times۱۰^{-۹}C, m=۴\mu g=۴\times۱۰^{-۹}kg} ۵ \times ۱۰^{-۹}(V_B - V_A) = -(\frac{۱}{۲})(۴ \times ۱۰^{-۹})(۴۰۰ - ۱۰۰)$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = -۱۲۰V$$

۴۷ ـ گزینه ۲

در ابتدا آرایش قرار گرفتن بارهای الکتریکی در امتداد محور x را رسم می‌کنیم و نیروی هر یک از آنها بر بار $q_۴$ را رسم می‌کنیم و برآیند آنها را صفر قرار می‌دهیم.

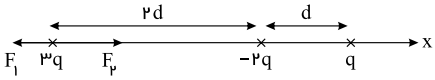


(بدیهی است که بار $q_۳$ باید منفی باشد تا همراه بار $q_۲$ که آن نیز منفی است، بتوانند نیروی حاصل از بار $q_۱$ به بار $q_۴$ را خنثی کنند) برای بار $q_۴$ داریم:

$$F_{q۴}=۰\rightarrow F_{۱۴}=F_{۲۴}+F_{۳۴}\Rightarrow \frac{k|q_۱q_۴|}{r_{۱۴}^۲}=\frac{k|q_۲q_۴|}{r_{۲۴}^۲}+\frac{k|q_۳q_۴|}{r_{۳۴}^۲}\Rightarrow \frac{۵}{۱۲^۲}=\frac{۸}{۲۴^۲}+\frac{|q_۳|}{۳۶^۲}\Rightarrow \frac{۵}{۱}=\frac{۸}{۴}+\frac{|q_۳|}{۹}\Rightarrow |q_۳|=۲۷\mu C\Rightarrow q_۳=-۲۷\mu C$$

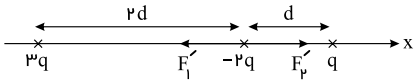
۴۸ ـ گزینه ۳

در ابتدا با رسم نیروهای وارد بر بار $۳q$، نیروی $\vec{F}$ را می‌یابیم.



$$|\vec{F}|=F_۱-F_۲=\frac{k\times ۲q\times ۳q}{۴d^۲}-\frac{k\times q\times ۳q}{۹d^۲}\Rightarrow F=\frac{۷}{۶}\times\frac{kq^۲}{d^۲}\rightarrow \text{به طرف راست}$$

و برای تعیین نیروی وارد بر بار $-۲q$ داریم:

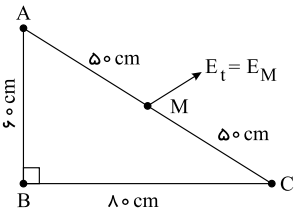


$$|\vec{F'}|=F'_۲-F'_۱=\frac{k\times q\times ۲q}{d^۲}-\frac{k\times ۳q\times ۲q}{۴d^۲}\Rightarrow |\vec{F'}|=\frac{۱}{۲}\times\frac{kq^۲}{d^۲}\rightarrow \text{به طرف راست}$$

$$\frac{F'}{F}=\frac{\frac{۱}{۲}\times\frac{kq^۲}{d^۲}}{\frac{۷}{۶}\times\frac{kq^۲}{d^۲}}\Rightarrow \frac{F'}{F}=\frac{۳}{۷}\Rightarrow \vec{F'}=\frac{۳}{۷}\vec{F}$$

۴۹ ـ گزینه ۱

از آنجا که بارهای الکتریکی در رأس‌های A و Cهمنام و هم‌اندازه هستند، بزرگی میدان الکتریکی هر یک از آنها در وسط ضلع AC یکسان بوده و یکدیگر را خنثی می‌کنند و میدان الکتریکی برایند در وسط ضلع AC فقط ناشی از بار الکتریکی موجود در رأس B برابر است. بنابراین داریم:



از طرفی می‌دانیم که میانهٔ وارد بر وتر، نصف وتر است بنابراین:

$$BM=\frac{۱}{۲}AC\xrightarrow{AC=\sqrt{AB^۲+BC^۲}}BM=\frac{۱}{۲}(\sqrt{۶۰^۲+۸۰^۲})\Rightarrow BM=۵۰cm$$

و در نهایت داریم:

$$E_t=E_M=\frac{kq}{r^۲}\xrightarrow[E_M=۹\times ۱۰^۴\frac{N}{C}]{r=۵۰cm=۰/۵m}۹\times ۱۰^۴=\frac{۹\times ۱۰^۹\times q}{(۰/۵)^۲}\Rightarrow q=۲/۵\times ۱۰^{-۶}C=۲/۵\mu C$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 71 of 92

۵۰ - گزینه ۲ چون ذره فقط تحت اثر نیروی میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود به انرژی کل آن پایسته است، یعنی:

$$\Delta K = -\Delta U \xrightarrow{\Delta U = -|q|Ed\cos\theta} \Delta K = ۱۲٫۵eV$$

$$\Delta = -|q| \cdot E \cdot d \cdot \cos\theta = -|e| \times ۱۲۵ \times ۰٫۱ \times \cos ۰ \Rightarrow \Delta U = -۱۲٫۵eV$$

بنابراین می‌توانیم تندی ذره بعد از $۱۰cm$ جابه‌جایی را بیابیم. (در رابطهٔ زیر، انرژی جنبشی باید برحسب ژول باشد)

$$\Delta k = \frac{۱}{۲}m(v^۲ - v_۰^۲) \Rightarrow ۱۲٫۵ \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} = \frac{۱}{۲}(۱۰^{-۳۰})(v^۲ - ۰^۲)$$

و برای تعیین زمان این حرکت داریم:

$$\Rightarrow v = ۲ \times ۱۰^۶ \frac{m}{s}$$

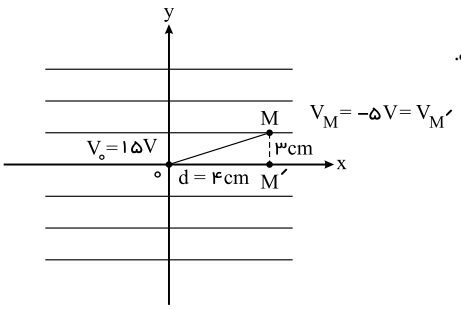
$$\Delta x = \frac{v + v_۰}{۲}\Delta t \Rightarrow ۰٫۱ = \frac{(۲ \times ۱۰^۶) + ۰}{۲} \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = ۱۰^{-۷}s = ۱۰۰ns$$

۵۱ - گزینه ۳

با توجه به آنچه در سؤال ذکر شده، میدان الکتریکی به صورت زیر است:

می‌دانیم که با حرکت در جهت خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد، پس میدان الکتریکی در جهت محور x است.

از طرفی می‌دانیم که در رابطهٔ $|\Delta V| = E \cdot d$، d مقدار جابه‌جایی در راستای میدان است (در اینجا $d = ۴cm$ است)

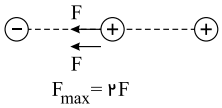


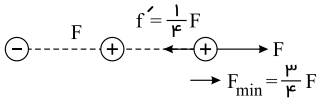
پس در آخر داریم:

$$V_۰ - V_m = E \cdot d \Rightarrow ۱۵ - (-۵) = E \times ۴ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow E = ۵۰۰\frac{N}{C}$$

۵۲ - گزینه ۴

بدیهی است که در اینجا بیشترین نیرو به بار $+q$ که در وسط قرار گرفته وارد می‌شود و کمترین نیروی به بار $+q$ که در طرف راست قرار گرفته وارد می‌شود یعنی:





بنابراین:

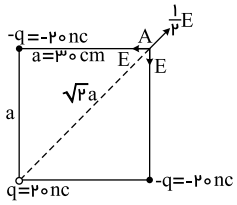
$$\frac{F_{max}}{F_{min}} = \frac{۲F}{\frac{۳}{۴}F} = \frac{۸}{۳}$$

تذکر: از آنجا که بارها هم‌اندازه هستند، نیروی الکتریکی بین آن‌ها فقط با تغییر فاصله تغییر می‌کند. بنابراین اگر نیرویی که بارها در فاصلهٔ r از هم به یکدیگر وارد می‌کنند F باشد، بزرگی این نیرو در فاصلهٔ $۲r$، معادل $\frac{۱}{۴}F$ می‌شود.

$$F \propto \frac{۱}{r^۲} \Rightarrow \frac{F'}{F} = (\frac{r}{r'})^۲ \xrightarrow{r' = ۲r} \frac{F'}{F} = \frac{۱}{۴}$$

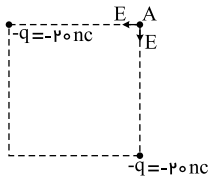
۵۳ - گزینه ۲ با توجه به شکل داریم:

در ابتدا با وجود هر سه بار:



$$E_T = \sqrt{۲}E - \frac{۱}{۲}E$$

و با حذف بار q داریم:



$$E'_T = \sqrt{۲}E$$

پس با حذف بار q داریم:

$$E'_T - E_T = \sqrt{۲}E - (\sqrt{۲}E - \frac{۱}{۲}E) \Rightarrow \boxed{|\Delta E| = \frac{۱}{۲}E}$$

اما برای تعیین E داریم:

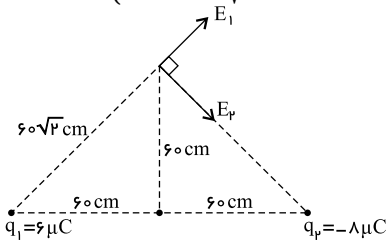
$$E = \frac{kq}{a^۲} = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۲۰ \times ۱۰^{-۹}}{(۳۰ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۲۰۰۰\frac{N}{C}$$

یعنی با حذف q، اندازهٔ میدان به مقدار $۱۰۰۰\frac{N}{C}$ افزایش می‌یابد.

$$\Delta E = \frac{۱}{۲}E \xrightarrow{E=۲۰۰۰\frac{N}{C}} \Delta E = ۱۰۰۰\frac{N}{C}$$

۵۴ - گزینه ۲ با توجه به اینکه میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای $q_۱$ و $q_۲$ در نقطهٔ موردنظر، برهم عمود هستند، داریم:

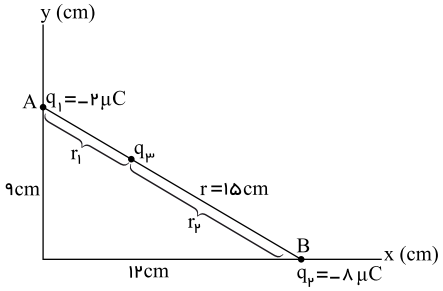
$$E = \frac{kq}{r^۲} \Rightarrow \begin{cases} E_۱ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۶ \times ۱۰^{-۶}}{(۶۰\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲})^۲} \\ E_۲ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۸ \times ۱۰^{-۶}}{(۶۰\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲})^۲} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_۱ = \frac{۳}{۴} \times ۱۰^۵ \frac{N}{C} \\ E_۲ = ۱ \times ۱۰^۵ \frac{N}{C} \end{cases}$$



$$E_T = \sqrt{E_۱^۲ + E_۲^۲} = ۱۰^۵\sqrt{(\frac{۳}{۴})^۲ + ۱} \Rightarrow E_T = ۱/۲۵ \times ۱۰^۵ \frac{N}{C}$$

۵۵ - گزینه ۳ می‌دانیم که بار الکتریکی $q_۳$ در امتداد خط واصل بارهای $q_۱$ و $q_۲$، بین آنها و نزدیک‌تر به بار $q_۱$ است. با توجه به شکل داریم:

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 75 of 92



$$r=\sqrt{9^2+12^2}\Rightarrow r=15cm$$

$$F_3=0\Rightarrow \frac{q_1}{r_1^2}=\frac{q_2}{r_2^2}\xrightarrow[r_2=15-x]{r_1=x}$$

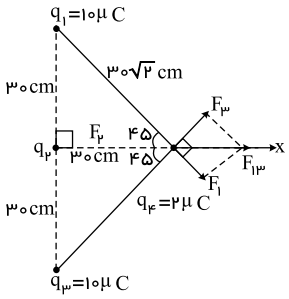
$$\frac{2}{x}=\frac{8}{15-x}\Rightarrow x=5cm$$

۵۶ - گزینه ۱ قبل از هر چیزی می‌دانیم که در رابطهٔ مربوط به قانون کولن، اگر q برحسب μC و r برحسب cm باشد، پس از تبدیل یکاها در SI می‌توانیم بنویسیم:

$$F=\frac{90q_1q_2}{r^2}$$

$$F_1=F_3=\frac{9\times 10\times 2}{(30\sqrt{2})^2}=1N$$

$$F_{13}=\sqrt{F_1^2+F_3^2}=\sqrt{1^2+1^2}\Rightarrow F_{13}=\sqrt{2}N$$

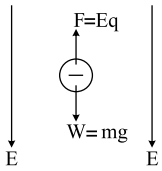


$$F_T=F_{13}-F_2\Rightarrow \sqrt{2}-2=\sqrt{2}-F_2$$

$$\Rightarrow F_2=2N$$

$$F_2=\frac{90\times 2\times q_2}{(30)^2}\Rightarrow |q_2|=10\mu C\Rightarrow q_2=-10\mu C$$

۵۷ - گزینه ۳ چون جهت نیروی الکتریکی وارد بر ذرهٔ باردار منفی، در یک میدان الکتریکی در خلاف جهت میدان است، در اینجا با توجه به شکل جهت میدان در خلاف جهت محور y است. بنابراین داریم:



$$F_{net}=0\Rightarrow mg=E|q|\Rightarrow 5\times 10^{-3}\times 10=|q|\times 10^4$$

$$\Rightarrow |q|=5\times 10^{-6}C\Rightarrow q=-5\mu C$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 77 of 92

۵۸ - گزینه ۲ می‌دانیم که کار میدان الکتریکی برابر است با منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی؛ یعنی در اینجا داریم:

$$\Delta U_E = -W_E = -۲۰\mu J$$

حال برای تعیین پتانسیل الکتریکی نقطهٔ B داریم:

$$\Delta U = q\Delta V = q(V_B - V_A) \Rightarrow -۲۰ = -۵(V_B - ۶) \Rightarrow V_B = ۱۰V$$

۵۹ - گزینه ۱ در اینجا ظرفیت خازن ثابت است و با تغییر بار الکتریکی، انرژی خازن تغییر کرده، بنابراین داریم:

$$U = \frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C} \Rightarrow \frac{U_۲}{U_۱} = (\frac{Q_۲}{Q_۱})^۲ = (\frac{\frac{۳}{۲}Q_۱}{Q_۱})^۲ = \frac{۹}{۴}$$

$$\Rightarrow U_۲ = \frac{۹}{۴}U_۱ \xrightarrow{U_۲ - U_۱ = ۲۵\mu J} \frac{۹}{۴}U_۱ - U_۱ = ۲۵ \Rightarrow \frac{۵}{۴}U_۱ = ۲۵ \Rightarrow U_۱ = ۲۰\mu J$$

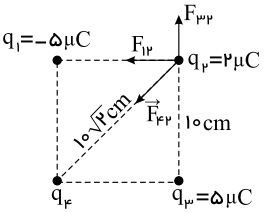
و در حالت اول داریم:

$$U_۱ = \frac{۱}{۲}\frac{Q_۱^۲}{C} \Rightarrow ۲۰ = \frac{۱}{۲} \times \frac{Q_۱^۲}{۴۰} \Rightarrow Q_۱ = ۴۰\mu C$$

۶۰ - گزینه ۴ قبل از هر چیزی می‌دانیم که در به کارگیری قانون کولن برای تعیین نیروی الکتریکی، اگر یکای بارهای الکتریکی میکروکولن و یکای فاصله سانتی‌متر باشد، بزرگی این نیرو برحسب نیوتون به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$F = ۹۰\frac{q_۱ q_۲}{r^۲}$$

حال با این مقدمه، در ابتدا نیروهای وارد بر بار $q_۲$ را محاسبه می‌کنیم:



$$F_{۱۲} = F_{۳۲} = \frac{۹۰ \times ۵ \times ۲}{۱۰۰} \Rightarrow F_{۱۲} = F_{۳۲} = ۹N$$

با توجه به جهت نیروها داریم:

$$\vec{F}_{۱۲} = -۹\vec{i}$$
$$\vec{F}_{۳۲} = ۹\vec{j}$$

حال برای تعیین نیروی $\vec{F}_{۴۲}$ داریم:

$$\vec{F}_۲ = \vec{F}_{۱۲} + \vec{F}_{۳۲} + \vec{F}_{۴۲} \Rightarrow -۱۸\vec{i} = -۹\vec{i} + ۹\vec{j} + \vec{F}_{۴۲} \Rightarrow \vec{F}_{۴۲} = -۹\vec{i} - ۹\vec{j} \Rightarrow F_{۴۲} = ۹\sqrt{۲}N$$

با توجه به جهت نیروی $\vec{F}_{۴۲}$ می‌توان دریافت که بار $q_۴$ منفی است.

$$F_{۴۲} = \frac{۹۰|q_۴|q_۲}{(۱۰\sqrt{۲})^۲} \Rightarrow ۹\sqrt{۲} = \frac{۹۰ \times |q_۴| \times ۲}{۲۰۰} \Rightarrow |q_۴| = ۱۰\sqrt{۲}\mu C \Rightarrow q_۴ = -۱۰\sqrt{۲}\mu C$$

۶۱ - گزینه ۳ در اینجا ظرفیت خازن تغییر نکرده است و با تغییر بار الکتریکی، اختلاف پتانسیل دو سر خازن و انرژی آن تغییر کرده، بنابراین داریم:

$$U = \frac{۱}{۲}CV^۲ \xrightarrow{C\text{ ثابت}} \frac{U_۲}{U_۱} = (\frac{V_۲}{V_۱})^۲ \xrightarrow{V_۲ = \frac{۳}{۴}V_۱} \frac{U_۲}{U_۱} = (\frac{۳}{۴})^۲ \Rightarrow U_۲ = \frac{۹}{۱۶}U_۱$$

اما مقدار کاهش انرژی یعنی مقدار ΔU مطلوب است؛ بنابراین داریم:

$$|\Delta U| = |U_۲ - U_۱| = |\frac{۹}{۱۶}U_۱ - U_۱| \Rightarrow |\Delta U| = \frac{۷}{۱۶}U_۱$$

۶۲ - گزینه ۴ از آنجا که بار q منفی است و در این جابه‌جایی، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد، پس در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شده است. حال برای تعیین اختلاف پتانسیل الکتریکی بین این دو نقطه، داریم:

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 79 of 92

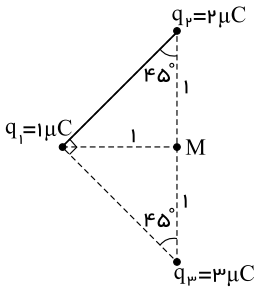
$$\Delta U = q\Delta V \xrightarrow[q=-۲۰\times۱۰^{-۹}C]{\Delta U=۲\times۱۰^{-۳}J} ۲\times۱۰^{-۳} = -۲۰\times۱۰^{-۹}(\Delta V) \Rightarrow \Delta V = V_B - V_A = -۱۰^{۵}V$$

۶۳ - گزینه ۱ در ابتدا با توجه به اینکه مثلث متساوی‌الساقین قائم‌الزاویه است، فاصلهٔ بارها تا نقطهٔ M را تعیین می‌کنیم. در اینجا چون بزرگی میدان خالص در نقطهٔ M در دو حالت مقایسه شده، پس فرض‌های زیر را در نظر می‌گیریم.

$I)$ فاصلهٔ هر ذره از نقطهٔ M برابر ۱ است.

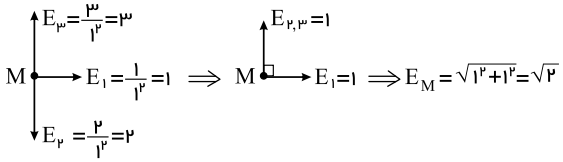
$II)$ مقدار k در مقایسهٔ دو حالت حذف می‌شود، پس از رابطه $E \propto \frac{q}{r^۲}$ به جای $E = \frac{kq}{r^۲}$ استفاده می‌کنیم.

$III)$ نیازی به تبدیل یکای μC به C نیست. (فقط کافی است که یکای بارها یکسان باشد)

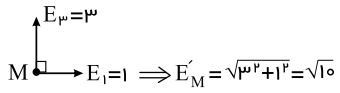


حال با توجه به فرضیات بالا داریم:

حالت اول:



حالت دوم:



و در نهایت داریم:

$$\frac{E'}{E} = \frac{\sqrt{۱۰}}{\sqrt{۲}} \Rightarrow \frac{E'}{E} = \sqrt{۵}$$

۶۴ - گزینه ۲ در اینجا از چگونگی تغییر سرعت ذره در جابه‌جایی از A تا B حرفی گفته نشده، پس در مورد تغییر انرژی جنبشی نمی‌توان چیزی گفت (اگر ذره پرتاب یا رها شود می‌توان تغییرات انرژی جنبشی را بررسی کرد). از طرفی اگر ذرهٔ باردار $q < ۰$ (منفی) در خلاف جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شود، الزاماً کار نیروی میدان روی ذره مثبت است.

۶۵ - گزینه ۴ در اینجا ظرفیت خازن تغییر نکرده، بنابراین داریم:

$$Q = CV \Rightarrow \frac{Q_۲}{Q_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} \xrightarrow[V_۲=۱٫۲V_۱]{Q_۲=Q_۱+۵۰} \frac{Q_۱ + ۵۰}{Q_۱} = ۱٫۲$$

$$\Rightarrow ۰٫۲Q_۱ = ۵۰ \Rightarrow Q_۱ = ۲۵۰\mu C \Rightarrow Q_۲ = ۳۰۰\mu C$$

برای پیدا کردن انرژی خازن در حالت دوم داریم:

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 81 of 92

$$U_۲ = \frac{۱}{۲}\frac{Q_۲^۲}{C} = \frac{۱}{۲} \times \frac{(۳۰۰\mu C)^۲}{۲۵\mu F} \Rightarrow U_۲ = ۱۸۰۰\mu J \Rightarrow U_۲ = ۱/۸mJ$$

۶۶ - گزینه ۱ در اینجا از وزن و مقاومت هوا صرف‌نظر شده است؛ پس وقتی ذره را در امتداد میدان پرتاب می‌کنیم، تنها نیرویی که بر روی ذره کار انجام می‌دهد، نیروی میدان الکتریکی است.

از طرفی چون باتری و فاصلهٔ بین نقاط A و B تغییر نمی‌کند، کار میدان الکتریکی در هر دو حالت از نظر مقدار یکسان است و فقط علامت آن قرینه می‌شود. با این مقدمه، به حل سؤال می‌پردازیم.

در حالت اول پروتون در خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب می‌شود و داریم:

$$W_t = \Delta K \xrightarrow{W_t = W_E} W_E = K_B - K_A \Rightarrow W_E = \frac{۱}{۲}m(v_B^۲ - v_A^۲) \xrightarrow[v_B = ۰]{v_A = ۲\times ۱۰^۴ \frac{m}{s}}$$

$$\Rightarrow W_E = \frac{۱}{۲}m(۰ - (۲ \times ۱۰^۴)^۲) \Rightarrow W_E = -\frac{۱}{۲}m(۴ \times ۱۰^۸)J$$

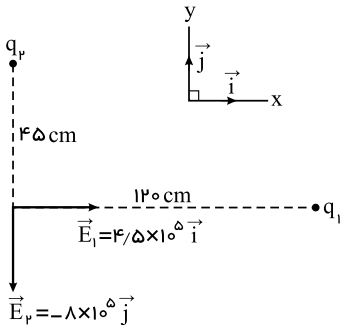
در حالت دوم داریم:

$$W'_t = \Delta K' \xrightarrow{W'_t = -W_E} -W_E = K'_B - K'_A$$

$$\xrightarrow{-W_E = \frac{۱}{۲}m(۴\times ۱۰^۸)} \frac{۱}{۲}m \times ۴ \times ۱۰^۸ = \frac{۱}{۲}m(v_B^۲ - (۲ \times ۱۰^۴)^۲)$$

$$\Rightarrow v_B^۲ = ۲ \times ۴ \times ۱۰^۸ \Rightarrow v_B = ۲\sqrt{۲} \times ۱۰^۴ \frac{m}{s}$$

۶۷ - گزینه ۲ با توجه به شکل و جهت مثبت بردارهای یکه، بدیهی است که میدان الکتریکی ناشی از بارهای $q_۱$ و $q_۲$ در نقطهٔ M به‌صورت زیر است:



$$E_۱ = \frac{k|q_۱|}{r_۱^۲} \Rightarrow ۴/۵ \times ۱۰^۵ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times |q_۱|}{(۱۲۰ \times ۱۰^{-۲})^۲}$$

$$\Rightarrow |q_۱| = \frac{۴/۵ \times ۱۴۴}{۹} \times ۱۰^{-۶} \Rightarrow |q_۱| = ۷۲\mu C$$

ولی با توجه به جهت میدان $E_۱$ به بار $q_۱$ منفی است یعنی:

$$q_۱ = -۷۲\mu C$$

و برای بار $q_۲$ که مثبت است داریم:

$$E_۲ = \frac{k|q_۲|}{r_۲^۲} \Rightarrow ۸ \times ۱۰^۵ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times |q_۲|}{(۴۵ \times ۱۰^{-۲})^۲} \Rightarrow |q_۲| = \frac{۴۵ \times ۴۵ \times ۸}{۹} \times ۱۰^{-۸} \Rightarrow q_۲ = ۱۸\mu C$$

و در آخر داریم:

$$\frac{q_۱}{q_۲} = \frac{-۷۲}{۱۸} \Rightarrow \frac{q_۱}{q_۲} = -۴$$

راه‌حل دیگر:

$$\frac{E_۱}{E_۲} = |\frac{q_۱}{q_۲}| \times (\frac{r_۲}{r_۱})^۲ \rightarrow \frac{۴/۵ \times ۱۰^۵}{۸ \times ۱۰^۵} = |\frac{q_۱}{q_۲}| \times (\frac{۴۵}{۱۲۰})^۲$$

$$\Rightarrow |\frac{q_۱}{q_۲}| = \frac{۴/۵}{۸} \times \frac{۱۲۰ \times ۱۲۰}{۴۵ \times ۴۵} = ۴$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 83 of 92

با توجه به جهت میدان‌های $\vec{E_1}$ و $\vec{E_2}$، بار q_1 منفی و q_2 مثبت است؛ بنابراین:

$$\frac{q_1}{q_2} = -۴$$

۶۸ - گزینه ۲ در اینجا ظرفیت خازن ثابت است و فقط با تغییر بار الکتریکی، اختلاف پتانسیل دو سر خازن و انرژی آن تغییر می‌کند، بنابراین داریم:

$$U = \frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C} \xrightarrow{C=\text{ثابت}} \frac{U_۲}{U_۱} = (\frac{Q_۲}{Q_۱})^۲ \xrightarrow[Q_۲=\frac{۵}{۴}Q_۱]{U_۲=U_۱+۴٫۵\mu J}$$

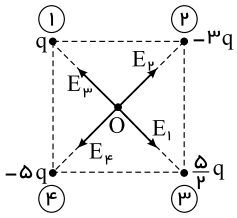
$$\frac{U_۱ + ۴٫۵\mu J}{U_۱} = (\frac{۵}{۴})^۲ = \frac{۲۵}{۱۶} \Rightarrow U_۱ = ۸\mu J \ , \ U_۲ = ۱۲٫۵\mu J$$

حال برای تعیین اختلاف پتانسیل دو سر خازن داریم:

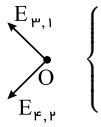
$$U = \frac{۱}{۲}CV^۲ \Rightarrow \begin{cases} ۸ = \frac{۱}{۲} \times ۲۵ \times V_۱^۲ \Rightarrow V_۱ = \frac{۴}{۵}V \\ ۱۲٫۵ = \frac{۱}{۲} \times ۲۵ \times V_۲^۲ \Rightarrow V_۲ = ۱V \end{cases}$$

$$\Delta V = V_۲ - V_۱ = ۱ - \frac{۴}{۵} \Rightarrow \Delta V = ۰٫۲V$$

۶۹ - گزینه ۳ می‌دانیم که اگر ضلع مربع a باشد، طول هر قطر آن $a\sqrt{۲}$ و فاصلهٔ هر رأس از مرکز مربع $a\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ است. حال با توجه به نوع بارها، بزرگی و جهت میدان الکتریکی ناشی از هر یک از بارها در مرکز مربع را محاسبه کرده و در آخر، برایند آنها را به دست می‌آوریم.



$$E = \frac{kq}{r^۲} \Rightarrow \begin{cases} E_۱ = \frac{kq}{(\frac{\sqrt{۲}}{۲}a)^۲} = \frac{۲kq}{a^۲} \\ E_۲ = \frac{۳kq}{(\frac{\sqrt{۲}}{۲}a)^۲} = \frac{۶kq}{a^۲} \\ E_۳ = \frac{\frac{۵}{۲}kq}{(\frac{\sqrt{۲}}{۲}a)^۲} = \frac{۵kq}{a^۲} \\ E_۴ = \frac{۵kq}{(\frac{\sqrt{۲}}{۲}a)^۲} = \frac{۱۰kq}{a^۲} \end{cases}$$



$$\begin{cases} E_{۴,۲} = E_۴ - E_۲ = \frac{۱۰kq}{a^۲} - \frac{۶kq}{a^۲} = \frac{۴kq}{a^۲} \\ E_{۳,۱} = E_۳ - E_۱ = \frac{۵kq}{a^۲} - \frac{۲kq}{a^۲} = \frac{۳kq}{a^۲} \end{cases}$$

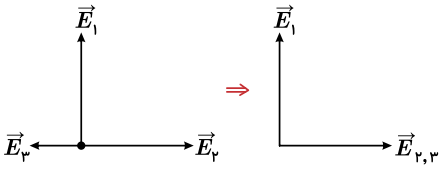
$$E_O = \sqrt{(\frac{۴kq}{a^۲})^۲ + (\frac{۳kq}{a^۲})^۲} \Rightarrow E_O = \frac{۵kq}{a^۲}$$

۷۰ - گزینه ۳ ابتدا میدان الکتریکی بارهای $q_۳$ و $q_۲$ و برایند آنها را محاسبه می‌کنیم:

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 85 of 92

$$E=\frac{K|q|}{r^2}\rightarrow\begin{cases}E_2=\dfrac{9\times10^9\times4\times10^{-6}}{900\times10^{-4}}=4\times10^5\dfrac{N}{C}\\ E_3=\dfrac{9\times10^9\times4\times10^{-6}}{3600\times10^{-4}}=10^5\dfrac{N}{C}\end{cases}\rightarrow E_{2,3}=E_2-E_3=3\times10^5\dfrac{N}{C}$$

با توجه به شکل، $\vec{E}_{2,3}$ بر $\vec{E}_1$ عمود و برایند آنها برابر با $5\times10^5\dfrac{N}{C}$ است؛ بنابراین داریم:

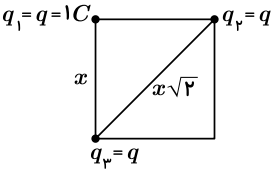


$$E_T=\sqrt{E_1^2+E_{2,3}^2}\rightarrow5\times10^5=\sqrt{E_1^2+(3\times10^5)^2}\xrightarrow{\text{اعداد طلایی }3,4,5}E_1=4\times10^5\dfrac{N}{C}$$

حال اندازهٔ بار q_1 را به دست می‌آوریم:

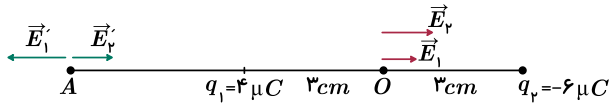
$$4\times10^5=\frac{9\times10^9\times|q_1|}{3600\times10^{-4}}\Rightarrow q_1=16\times10^{-6}C=16\mu C$$

۷۱ - گزینه ۲



$$F=K\frac{q_1q_2}{r^2}\xrightarrow{\text{بارها مشابه}}\frac{F_{12}}{F_{23}}=(\frac{x\sqrt{2}}{x})^2=2$$

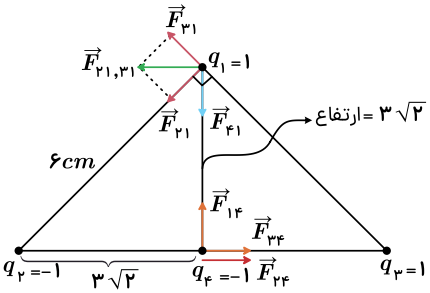
۷۲ - گزینه ۴



$$E=k\frac{q}{r^2}\rightarrow\frac{E_A}{E_O}=\frac{E_1+E_2}{|E_1'-E_2'|}=\frac{\frac{k\times4}{3^2}+\frac{k\times6}{3^2}}{\frac{k\times4}{3^2}-\frac{k\times6}{9^2}}=\frac{\frac{4}{9}+\frac{6}{9}}{\frac{4}{9}-\frac{6}{81}}=\frac{\frac{10}{9}}{\frac{30}{81}}=3$$

۷۳ - گزینه ۲ چون در این سؤال می‌خواهیم نسبت بین نیروهای خالص را به دست آوریم، برای راحتی کار می‌توانیم اندازهٔ همهٔ بارها را ۱ در نظر بگیریم. بنابراین نیروی بین دو بار الکتریکی به این صورت در می‌آید:

$$F=\frac{k|q_1||q_2|}{r^2}\xrightarrow{|q_1|=|q_2|=1}F=\frac{k}{r^2}$$



برای بار q_1 داریم:

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=7028799
6/21/24, 02:37
Page 87 of 92

$$\begin{cases} F_{۲۱} = F_{۳۱} = \dfrac{k}{۳۶} \to F_{۲۱\ ,۳۱} = \dfrac{k\sqrt{۲}}{۳۶} \\ F_{۴۱} = \dfrac{k}{(۳\sqrt{۲})^۲} = \dfrac{k}{۱۸} \end{cases} \to F_{net\ ,۱} = \sqrt{(\frac{k}{۱۸})^۲ + (\frac{k\sqrt{۲}}{۳۶})^۲} = \frac{k}{۱۸}\sqrt{\frac{۳}{۲}}$$

برای بار $q_۲$ داریم:

$$\begin{cases} F_{۲۴} = F_{۳۴} = \dfrac{k}{(۳\sqrt{۲})^۲} = \dfrac{K}{۱۸} \to F_{۲۴\ ,۳۴} = ۲ \times \dfrac{k}{۱۸} = \dfrac{k}{۹} \\ F_{۱۴} = F_{۴۱} = \dfrac{k}{۱۸} \end{cases} \to F_{net\ ,۴} = \sqrt{(\frac{k}{۹})^۲ + (\frac{k}{۱۸})^۲} = \frac{k}{۱۸}\sqrt{۵}$$

حال داریم:

$$\frac{F_{net\ ,۱}}{F_{net\ ,۴}} = \frac{\frac{k}{۱۸}\sqrt{\frac{۳}{۲}}}{\frac{k}{۱۸}\sqrt{۵}} = \sqrt{\frac{۳}{۱۰}}$$

۷۴ - گزینه ۱

ثابت q : خازن از باتری جدا شده $\xrightarrow{d_۲ = ۱/۵ d_۱}$ $\dfrac{c_۲}{c_۱} = \dfrac{d_۱}{d_۲} = \dfrac{۲}{۳} \to c_۲ = \dfrac{۲}{۳} \times ۵ = \dfrac{۱۰}{۳}\mu C$

$$U = \frac{۱}{۲}\frac{q^۲}{C} \to U_۲ - U_۱ = \frac{q^۲}{۲}(\frac{۱}{c^۲} - \frac{۱}{c_۱}) = \frac{۲۰۰^۲}{۲}(\frac{۳}{۱۰^{\diagup ۰/۱}} - \frac{۱}{۵}) = \frac{۴ \times ۱۰^۴}{۲} \times ۰/۱ = ۲۰۰۰\mu J = ۲mJ$$

توجه کنید که در فرمول $U = \dfrac{q^۲}{۲C}$، اگر یکای q را میکروکولن و یکای C را میکروفاراد قرار دهیم، یکای انرژی μJ به دست می‌آید.

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۴
۲ - ۴
۳ - ۱
۴ - ۳
۵ - ۱
۶ - ۳
۷ - ۳
۸ - ۱
۹ - ۳
۱۰ - ۳
۱۱ - ۳
۱۲ - ۴
۱۳ - ۱
۱۴ - ۱
۱۵ - ۲
۱۶ - ۲
۱۷ - ۲
۱۸ - ۲
۱۹ - ۱
۲۰ - ۱
۲۱ - ۲
۲۲ - ۳
۲۳ - ۴
۲۴ - ۲
۲۵ - ۲
۲۶ - ۳
۲۷ - ۲
۲۸ - ۴
۲۹ - ۱
۳۰ - ۱
۳۱ - ۲
۳۲ - ۴
۳۳ - ۳
۳۴ - ۴
۳۵ - ۳
۳۶ - ۲
۳۷ - ۲
۳۸ - ۳
۳۹ - ۱
۴۰ - ۲
۴۱ - ۳
۴۲ - ۴
۴۳ - ۱
۴۴ - ۲
۴۵ - ۳
۴۶ - ۱
۴۷ - ۲
۴۸ - ۳
۴۹ - ۱
۵۰ - ۲
۵۱ - ۳
۵۲ - ۴
۵۳ - ۲
۵۴ - ۲
۵۵ - ۳
۵۶ - ۱
۵۷ - ۳
۵۸ - ۲
۵۹ - ۱
۶۰ - ۴
۶۱ - ۳
۶۲ - ۴
۶۳ - ۱
۶۴ - ۲
۶۵ - ۴
۶۶ - ۱
۶۷ - ۲
۶۸ - ۲
۶۹ - ۳
۷۰ - ۳
۷۱ - ۲
۷۲ - ۴
۷۳ - ۲
۷۴ - ۱