نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: تست فصل ۱ سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۵

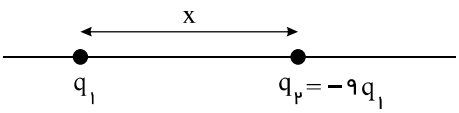


علوی دخترانه مرکز

۱. بار الکتریکی هستهٔ اتم کربن یک‌بار یونیده ($_{۶}^{۱۲}C^{+}$) چند برابر بار الکتریکی اتم کربن یک‌بار یونیده ($_{۶}^{۱۲}C^{+}$) است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۵ ۴) ۶

۲. مطابق شکل زیر، دو ذرهٔ باردار روی محوری در فاصلهٔ x از هم قرار دارند. بار $q_۳$ چه اندازه باشد و در کدام نقطه روی این محور قرار گیرد تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر هر سه ذره صفر باشد؟



۱) $\frac{۹}{۴}q_۱$ و در فاصلهٔ $۲x$ سمت چپ بار $q_۱$

۲) $\frac{۹}{۴}q_۱$ و در فاصلهٔ $\frac{x}{۲}$ سمت چپ بار $q_۱$

۳) $-\frac{۹}{۴}q_۱$ و در فاصلهٔ $۲x$ سمت چپ بار $q_۱$

۴) $-\frac{۹}{۴}q_۱$ و در فاصلهٔ $\frac{x}{۲}$ سمت چپ بار $q_۱$

۳. 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؟

۱) ۱۰ ۲) ۶ ۳) ۵ ۴) ۳

۴. 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؟



۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

۵. 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؟

۱) $+۲۷$ ۲) -۲۷ ۳) $+۱۷$ ۴) -۱۷

۶. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = ۲۰\mu C$ و $q_۲ = -۵\mu C$ در فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متری از هم ثابت نگه داشته شده‌اند. بار الکتریکی $q_۳ = ۱۵\mu C$ 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 $q_۲$ چند نیوتون است؟

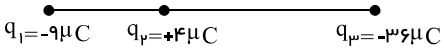
$(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}})$

۱) ۱/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۳ ۴) ۵

۷. اگر فاصلهٔ بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای را ۲۰ درصد افزایش دهیم، نیروی الکتریکی بین آنها، تقریباً چند درصد کاهش می‌یابد؟

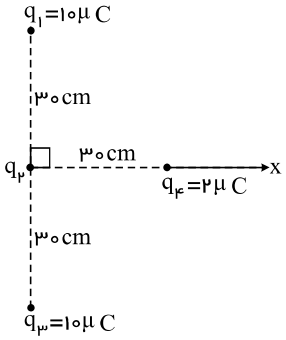
۱) ۴۰ ۲) ۳۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۵

۸. مطابق شکل زیر، نیروی خالص الکتریکی وارد بر هریک از ذره‌های باردار صفر است. اگر جای بار $q_۳$ و $q_۱$ عوض شود، بزرگی نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $q_۲$ چند برابر بزرگی نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $q_۱$ می‌شود؟



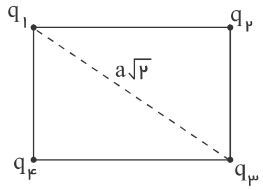
۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۴}$ ۳) ۳ ۴) ۵

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



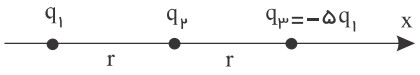
۱) -۱۰ ۲) -۵ ۳) ۵ ۴) ۱۰

۱۰. 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؟



۱) $q_۴ = q_۲ = -۲\sqrt{۲}q_۱$ ۲) $q_۴ = q_۲ = -\frac{\sqrt{۲}}{۴}q_۱$ ۳) $q_۴ = q_۲ = ۲\sqrt{۲}q_۱$ ۴) $q_۴ = q_۲ = \frac{\sqrt{۲}}{۴}q_۱$

۱۱. 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؟

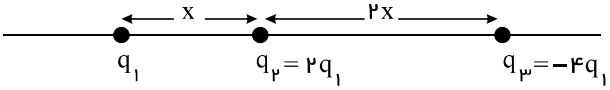


۱) ۲۵ ۲) ۲۱ ۳) $\frac{۱۳}{۳}$ ۴) $\frac{۲۵}{۶}$

۱۲. دو گوی رسانای کوچک و یکسان دارای بار الکتریکی $q_۱ > ۰$ و $|q_۲| > q_۱$ 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. $\frac{|q_۲|}{q_۱}$ کدام است؟

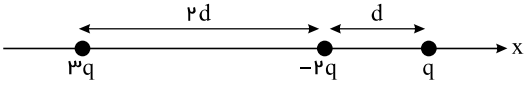
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۱۰

۱۳ . 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؟



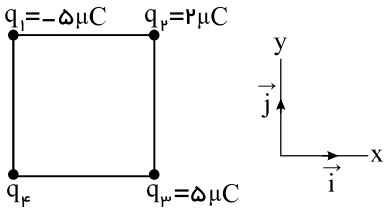
۱) ۴ ۲) ۱ ۳) $\frac{۷}{۱۱}$ ۴) $\frac{۵}{۸}$

۱۴ . 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؟



۱) $۳\vec{F}$ ۲) $-۳\vec{F}$ ۳) $\frac{۳}{۷}\vec{F}$ ۴) $-\frac{۳}{۷}\vec{F}$

۱۵ . چهار ذرهٔ باردار مطابق شکل، در رأس‌های مربعی به ضلع $۱۰cm$ قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2، $\vec{F}=(-۱۸N)\vec{i}$ باشد، بار q_4 چند میکروکولن است؟ ($k=۹\times ۱۰^۹\frac{N\cdot m^۲}{C^۲}$)

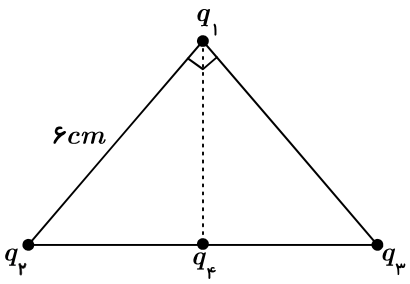


۱) ۱۰ ۲) ۱۰− ۳) $۱۰\sqrt{۲}$ ۴) $-۱۰\sqrt{۲}$

۱۶ . سه ذرهٔ باردار یکسان در رأس‌های یک مربع قرار دارند. q_1 و q_2 در دو سر یک ضلع قرار دارند و q_2 و q_3 در دو سر یک قطر قرار دارند. بزرگی نیرویی که q_1 به q_2 وارد می‌کند، چند برابر بزرگی نیرویی است که q_2 به q_3 وارد می‌کند؟

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

۱۷ . مطابق شکل، ذره‌های باردار $q_1=-q_2=q_3=۳\mu C$ در سه رأس یک مثلث قائم‌الزاویهٔ متساوی‌الساقین قرار دارند. بار $q_4=-۳\mu C$ وسط خط واصل بار q_2 و q_3 قرار دارد. بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر q_1 چند برابر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_4 است؟

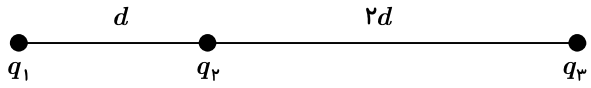


۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\sqrt{\frac{۳}{۱۰}}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۱۸. دو کرهٔ رسانای کوچک در فاصلهٔ r از هم قرار دارند. اولی دارای بار الکتریکی $q_۱$ و دومی دارای بار الکتریکی $q_۲ = -۶\ q_۱$ است. کره‌ها در این حالت به هم نیروی الکتریکی F وارد می‌کنند. اگر نصف $q_۲$ را از کرهٔ (۲) به کرهٔ (۱) منتقل کنیم، در این حالت و از همین فاصله نیرویی که به هم وارد می‌کنند، جاذبه است یا دافعه و بزرگی آن چند F است؟

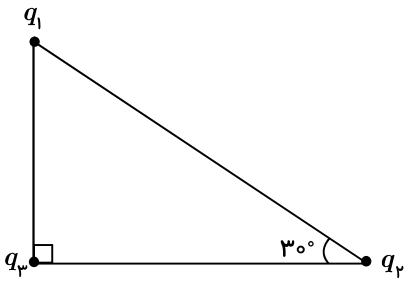
۱) دافعه $-$ ۱
۲) جاذبه $-$ ۱
۳) دافعه $-\frac{۵}{۶}$
۴) جاذبه $-\frac{۵}{۶}$

۱۹. در شکل زیر، سه ذرهٔ باردار روی یک خط راست ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر هر یک از بارها صفر است. کدام مورد درست است؟



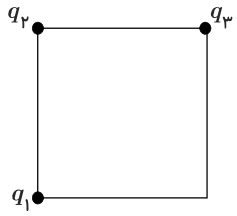
۱) $\frac{q_۱}{q_۳} = -\frac{۳}{۲}$
۲) $\frac{q_۲}{q_۳} = \frac{۳}{۴}$
۳) $\frac{q_۲}{q_۳} = -\frac{۴}{۳}$
۴) $\frac{q_۲}{q_۱} = -\frac{۴}{۹}$

۲۰. در شکل زیر، بزرگی نیروی الکتریکی که $q_۱$ به $q_۳$ وارد می‌کند، ۲۵ درصد از بزرگی نیروی الکتریکی که $q_۲$ به $q_۳$ وارد می‌کند، کمتر است. $|\frac{q_۱}{q_۲}|$ کدام است؟



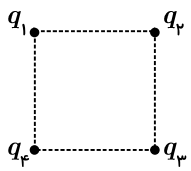
۱) ۳
۲) ۴
۳) $\frac{۱}{۳}$
۴) $\frac{۱}{۴}$

۲۱. مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای یکسان در سه رأس مربعی قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی خالصی که بر $q_۲$ وارد می‌شود، چند برابر بزرگی نیرویی است که $q_۱$ بر $q_۳$ وارد می‌کند؟



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

۲۲. در شکل زیر، ۴ ذرهٔ باردار نقطه‌ای در رأس‌های مربعی قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۳$ برابر با صفر باشد، نسبت $\frac{q_۲}{q_۱}$ چقدر است؟

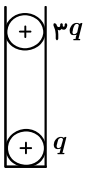


۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$
۲) $۲\sqrt{۲}$
۳) $-۲\sqrt{۲}$
۴) $-\frac{\sqrt{۲}}{۴}$

۲۳. روی محور x، بارهای الکتریکی $q_۱ = ۵۰\mu C$، $q_۲$ و $q_۳$ به‌ترتیب در مکان‌های $x_۱ = ۰$، $x_۲ = ۴m$ و $x_۳ = ۵m$ قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر $q_۳$ برابر صفر باشد، $q_۲$ چند میکروکولن است؟

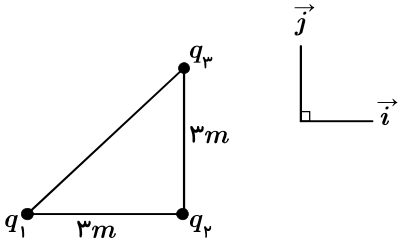
۱) ۱۲/۵ ۲) ۲ ۳) -۲ ۴) $-۱۲/۵$

۲۴. در شکل زیر، دو گوی باردار که جرم هر یک $۷/۵\mu g$ است، در فاصلهٔ $۳cm$ از هم قرار دارند؛ به‌طوری‌که گوی بالایی معلق مانده است. تعداد الکترون‌های کنده‌شده از گوی بالایی چقدر است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$ و $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$)



۱) $۳/۱۲۵ \times ۱۰^{۱۰}$ ۲) $۹/۳۷۵ \times ۱۰^۸$ ۳) $۳/۱۲۵ \times ۱۰^۸$ ۴) $۹/۳۷۵ \times ۱۰^{۱۰}$

۲۵. سه ذرهٔ باردار مطابق شکل زیر، در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۲$ در SI، $\vec{F}_T = ۸ \times ۱۰^{-۳}\vec{i} + ۶ \times ۱۰^{-۳}\vec{j}$ باشد، $\frac{q_۳}{q_۱}$ کدام است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$)



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

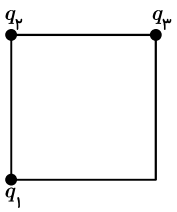
۲۶. دو کرهٔ رسانای باردار مشابه، هنگامی که به فاصلهٔ $۲m$ از هم قرار می‌گیرند، به یکدیگر نیروی الکتریکی $۰/۰۲۷N$ وارد می‌کنند. کره‌ها را به‌وسیلهٔ یک سیم رسانا، به هم وصل می‌کنیم. در این حالت، نیروی الکتریکی‌ای که به هم وارد می‌کنند، $۰/۰۰۹N$ می‌شود. تعداد الکترون‌هایی که از یک کره به کرهٔ دیگر منتقل می‌شود، چقدر است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$ و $e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}C$)

۱) $۲/۵ \times ۱۰^{۱۳}$ ۲) $۶/۲۵ \times ۱۰^{۱۲}$ ۳) $۲/۵ \times ۱۰^{۱۵}$ ۴) $۶/۲۵ \times ۱۰^{۱۴}$

۲۷. سه بار الکتریکی $+۴$ میکروکولنی در سه رأس مربعی به ضلع $۳۰cm$ قرار دارند. بار الکتریکی $q_۴ = -۴/۲\mu C$ را در رأس چهارم مربع قرار می‌دهیم. نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی‌ای که در رأس مقابل بار $q_۴$ قرار دارد، چند نیوتون است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$ و $\sqrt{۲} = ۱/۴$)

۱) ۱/۴ ۲) ۲۸ ۳) ۳/۶ ۴) ۴/۲

۲۸. در شکل زیر، بارهای الکتریکی نقطه‌ای یکسان بر سه رأس مربعی قرار دارند. نیروی الکتریکی خالص که بر $q_۲$ وارد می‌شود، چند برابر نیروی الکتریکی است که $q_۱$ بر $q_۳$ وارد می‌کند؟



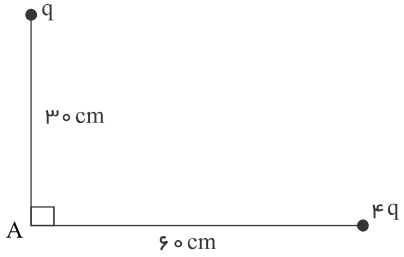
۱) $۲\sqrt{۲}$ ۲) $\sqrt{۲}$ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۹. مطابق شکل سه ذرهٔ باردار روی یک خط راست قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۳$ هم‌اندازهٔ نیروی الکتریکی است که بار $q_۱$ بر $q_۳$ وارد می‌کند. بار $q_۲$ چند میکروکولن است؟



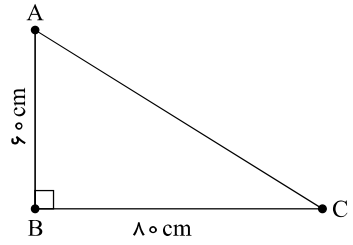
۱) ۱۸ ۲) ۲ ۳) -۲ ۴) -۱۸

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



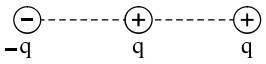
۱) $۲\sqrt{۲}$ ۲) $۵\sqrt{۲}$ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

۳۱. 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 $۹ \times ۱۰^۴ \frac{N}{C}$ باشد، بار الکتریکی هر ذره چند میکروکولن است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$)



۱) ۲٫۵ ۲) ۳٫۶ ۳) ۲۵ ۴) ۳۶

۳۲. 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؟

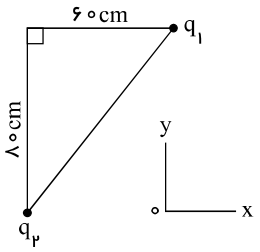


۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۸}{۵}$ ۳) $\frac{۵}{۲}$ ۴) $\frac{۸}{۳}$

۳۳. 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؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)

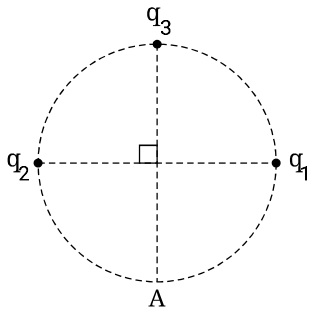
۱) $+۵$ ۲) $+۲$ ۳) -۵ ۴) -۲

۳۴. در شکل زیر، بردار میدان الکتریکی در رأس قائمه مثلث در SI به‌صورت $\vec{E} = -۲ \times ۱۰^{۵}\vec{i} - ۱/۸ \times ۱۰^{۵}\vec{j}$ است. بارهای الکتریکی $q_۱$ و $q_۲$ به ترتیب چند میکروکولن هستند؟ ($k = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{Nm^۲}{C^۲}$)



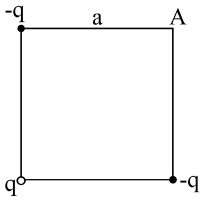
۱) $-۴/۸$ و -۶
۲) $۴/۸$ و -۶
۳) -۸ و $-۱۲/۸$
۴) $+۸$ و $-۱۲/۸$

۳۵. در شکل زیر، میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A برابر صفر است. $\left|\frac{q_۳}{q_۱}\right|$ چقدر است؟



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

۳۶. 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؟ ($q = ۲۰nC$ ، $a = ۳۰cm$ و $k = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$)

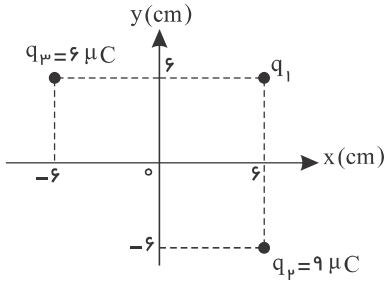


۱) $۱۰۰۰\frac{N}{C}$ کاهش می‌یابد.
۲) $۱۰۰۰\frac{N}{C}$ افزایش می‌یابد.
۳) $۵۰۰\sqrt{۲}\frac{N}{C}$ افزایش می‌یابد.
۴) $۵۰۰\sqrt{۲}\frac{N}{C}$ کاهش می‌یابد.

۳۷. ۴ بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۳ = q_۴ = -۲\mu C, q_۱ = q_۲ = ۲\mu C$ 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؟ ($k = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{N \cdot m^۲}{C^۲}, \sqrt{۲} = ۱/۴$)

۱) ۰/۱۸
۲) ۰/۳۶
۳) ۰/۴۸
۴) ۰/۷۶

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

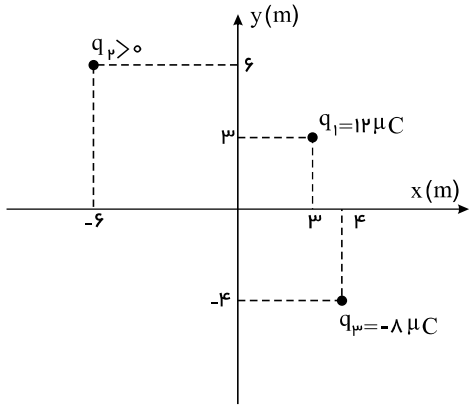


۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

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

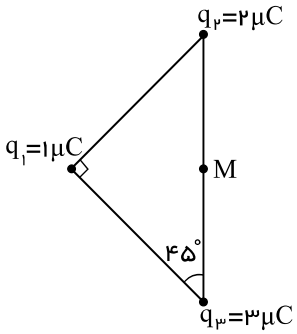
۱) $۱/۲۵ \times ۱۰^{۳}$ ۲) $۱/۲۵ \times ۱۰^{۵}$ ۳) $۲/۵ \times ۱۰^{۳}$ ۴) $۲/۵ \times ۱۰^{۵}$

۴۰. 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 $q_۱$ به $q_۲$ وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{Nm^۲}{C^۲}$)



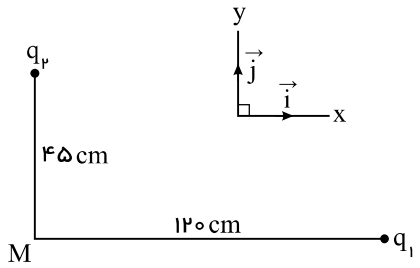
۱) $۲/۱۶ \times ۱۰^{-۲}$ ۲) $۲/۶۴ \times ۱۰^{-۲}$ ۳) $۹/۲ \times ۱۰^{-۲}$ ۴) $۹/۶ \times ۱۰^{-۲}$

۴۱. 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 $q_۲$ را از آزمایش حذف کنیم، بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M چند برابر می‌شود؟



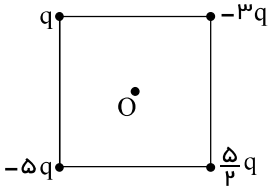
۱) $\sqrt{۵}$ ۲) $۲\sqrt{۵}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

۴۲. در شکل زیر، بردار میدان الکتریکی حاصل از بارهای نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطهٔ M در SI به‌صورت $\vec{E} = ۴/۵ \times ۱۰^۵\vec{i} - ۸ \times ۱۰^۵\vec{j}$ است. $\frac{q_1}{q_2}$ چقدر است؟



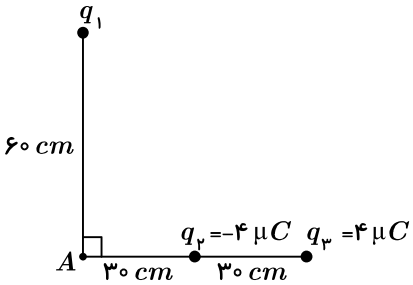
۱) -۸ ۲) -۴ ۳) ۸ ۴) ۴

۴۳. 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؟



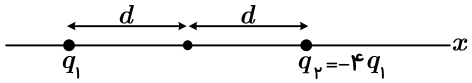
۱) $\frac{۲kq}{a^۲}$ ۲) $\frac{۵\sqrt{۲}kq}{a^۲}$ ۳) $\frac{۵kq}{a^۲}$ ۴) $\frac{۲\sqrt{۲}kq}{a^۲}$

۴۴. در شکل زیر، اگر بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ A، $۵ \times ۱۰^۵\frac{N}{C}$ باشد، $|q_1|$ چند میکروکولن است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^۹\frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$)



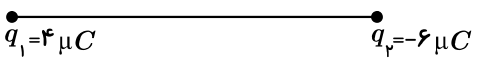
۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

۴۵. در شکل زیر، دو ذرهٔ باردار روی محور x ثابت شده‌اند. در نقطه‌ای روی محور x، میدان الکتریکی خالص ناشی از دو ذرهٔ باردار صفر است. فاصلهٔ آن نقطه از بار q_2 چند برابر d است؟



۱) d ۲) $۲d$ ۳) $۳d$ ۴) $۴d$

۴۶. 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_1 و $۹cm$ از بار q_2 است؟

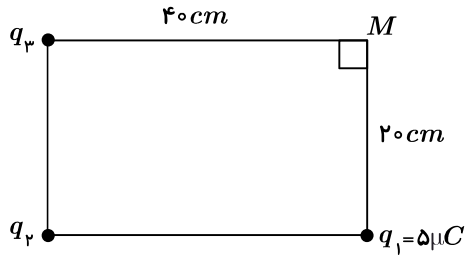


۱) $\frac{۱۵}{۷}$ ۲) $\frac{۵}{۳}$ ۳) ۲ ۴) ۳

۴۷. بار الکتریکی نقطه‌ای $q = +۵\mu C$، از فاصلهٔ r به بار الکتریکی ۴ میکروکولنی نیروی $۶/۴ \times ۱۰^{-۲} N$ وارد می‌کند. میدان الکتریکی حاصل از بار q در فاصلهٔ $۲r$، چند نیوتون بر کولن است؟

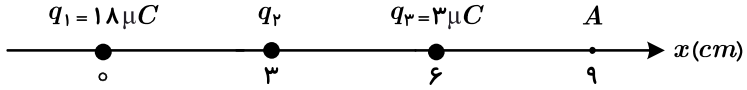
۱) ۴×۱۰^{۳} ۲) $۳/۲ \times ۱۰^{۴}$ ۳) ۸×۱۰^{۳} ۴) $۶/۴ \times ۱۰^{۴}$

۴۸. در شکل زیر، میدان الکتریکی در نقطهٔ M، صفر است. $q_۳$ چند میکروکولن است؟



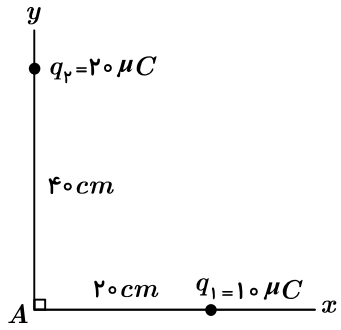
۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) -۲۰ ۴) -۴۰

۴۹. مطابق شکل، سه ذرهٔ باردار روی محور x ثابت شده‌اند. بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A برابر $۳ \times ۱۰^{۷} \frac{N}{C}$ است. بار $q_۲$ چند میکروکولن می‌تواند باشد؟ $(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{Nm^۲}{C^۲})$



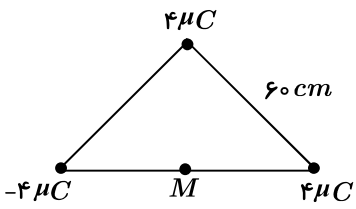
۱) ۴ ۲) ۸ ۳) -۱۶ ۴) -۳۲

۵۰. در شکل زیر، اگر بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ ساکن بماند ولی بار $q_۲$ را روی محور y، به نقطهٔ A نزدیک کرده و در ۲۰ سانتی‌متری آن نگه داریم، بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A چند برابر می‌شود؟



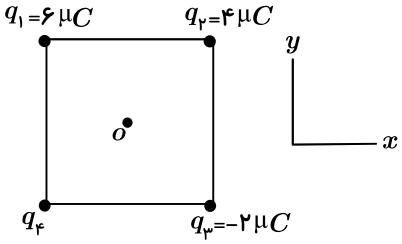
۱) $۲\sqrt{۲}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۲

۵۱. در شکل زیر، بارهای الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس قائم‌الزاویهٔ متساوی‌الساقین قرار دارند. میدان الکتریکی در نقطهٔ M (وسط وتر مثلث) در SI چقدر است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$



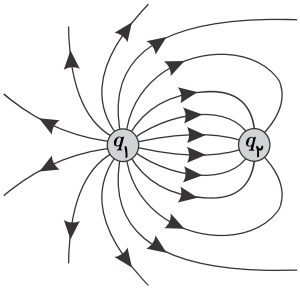
۱) $۲\sqrt{۵} \times ۱۰^{۵}$ ۲) $۵\sqrt{۲} \times ۱۰^{۵}$ ۳) $۵\sqrt{۲} \times ۱۰^{۳}$ ۴) $۲\sqrt{۵} \times ۱۰^{۳}$

۵۲. در شکل زیر، چهار ذرهٔ باردار در رأس‌های مربعی ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ O (مرکز مربع) در جهت محور x است. بار $q_۴$ چند میکروکولن است؟



۱) ۸ ۲) -۸ ۳) ۱۲ ۴) -۱۲

۵۳. در شکل زیر، با توجه به خطوط میدان الکتریکی، کدام رابطه‌ها در مورد بارهای الکتریکی درست است؟



۱) $q_۱ < ۰$ و $|q_۲| < |q_۱|$ ۲) $q_۱ < ۰$ و $|q_۱| < |q_۲|$ ۳) $q_۲ < ۰$ و $|q_۲| < |q_۱|$ ۴) $q_۲ < ۰$ و $|q_۱| < |q_۲|$

۵۴. بارهای الکتریکی $q_۱ = ۳/۰ \times ۱۰^{-۸} C$ و $q_۲ = ۱/۶ \times ۱۰^{-۷} C$ در فاصلهٔ ۵ سانتی‌متری از یکدیگر قرار دارند. اندازهٔ میدان الکتریکی خالص در نقطه‌ای به فاصلهٔ $۳cm$ از بار $q_۱$ و $۴cm$ از بار $q_۲$، چند نیوتون بر کولن است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$)

۱) $۵\sqrt{۳} \times ۱۰^۵$ ۲) $۳\sqrt{۱۰} \times ۱۰^۵$ ۳) $۲\sqrt{۵} \times ۱۰^۵$ ۴) $۲\sqrt{۲} \times ۱۰^۵$

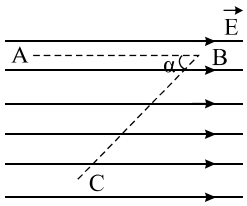
۵۵. بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ از فاصلهٔ ۶۰ سانتی‌متری، بر بار نقطه‌ای $q_۲ = -۵\mu C$، نیروی جاذبهٔ الکتریکی $۲ \times ۱۰^{-۲} N$ را وارد می‌کند. بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار $q_۱$ در فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متری آن چند نیوتون بر کولن است؟

۱) ۶×۱۰^۳ ۲) ۴×۱۰^۳ ۳) $۳/۶ \times ۱۰^۴$ ۴) $۱/۲ \times ۱۰^۴$

۵۶. دو ذرهٔ باردار $q_۱ = ۸\text{nC}$ و $q_۲ = ۱۸\text{nC}$ در فاصلهٔ ۲۰cm از هم قرار گرفته‌اند. روی خط واصل آنها در دو نقطه بزرگی میدان الکتریکی $\vec{E}_۱$، ۴ برابر بزرگی میدان الکتریکی $\vec{E}_۲$ است. فاصلهٔ این دو نقطه چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

۵۷. 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؟ ($\sin\alpha = ۰/۸, AB = BC = ۵۰cm$)

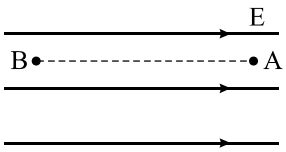


۱) ۰/۱ ژول، افزایش ۲) ۰/۱ ژول، کاهش ۳) ۰/۴ ژول، افزایش ۴) ۰/۴ ژول، کاهش

۵۸. یک الکترون به جرم $۱۰^{-۲۰} kg$ 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، $۱۰ cm$ جابه‌جا می‌شود. زمان این جابه‌جایی چند نانوثانیه است و در این مدت تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی این الکترون، چند الکترون‌ولت است؟

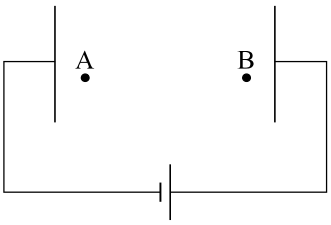
۱) $+۱۲/۵, ۱۰۰$ ۲) $-۱۲/۵, ۱۰۰$ ۳) $-۱۲/۵, ۴۰$ ۴) $+۱۲/۵, ۴۰$

۵۹. ذره‌ای با بار الکتریکی $q < ۰$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ A تا B در راستای میدان جابه‌جا می‌شود. کدام مورد الزاماً درست است؟



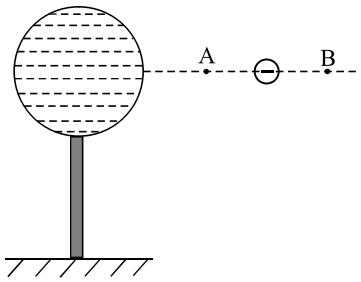
۱) کار نیروی میدان الکتریکی روی ذره منفی است.
۲) کار نیروی میدان الکتریکی روی ذره مثبت است.
۳) انرژی جنبشی ذره کاهش می‌یابد.
۴) انرژی جنبشی ذره افزایش می‌یابد.

۶۰. 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.)



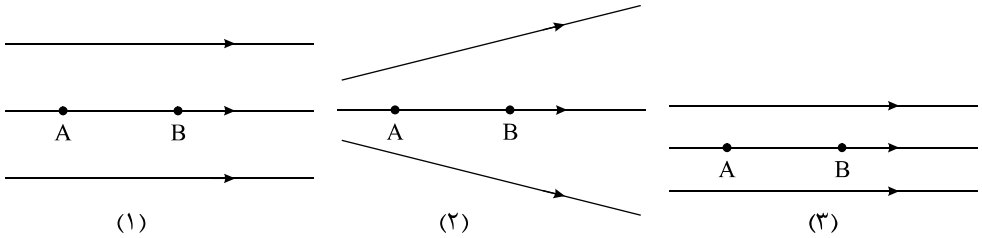
۱) $۲\sqrt{۲} \times ۱۰^{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲} \times ۱۰^{۴}$ ۳) $\sqrt{۲} \times ۱۰^{۴}$ ۴) ۴×۱۰^{۴}

۶۱. در شکل زیر، کرهٔ فلزی با بار الکتریکی منفی روی پایهٔ نارسانایی قرار دارد و ذره‌ای با بار منفی را از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابه‌جا می‌کنیم. در این آزمایش، پتانسیل الکتریکی نقطهٔ B در مقایسه با پتانسیل الکتریکی نقطهٔ A چگونه است و در این جابه‌جایی، انرژی پتانسیل الکتریکی ذرهٔ باردار چگونه تغییر می‌کند؟



۱) بیشتر - کاهش ۲) بیشتر - افزایش ۳) کمتر - کاهش ۴) کمتر - افزایش

۶۲. شکل زیر، سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. یک الکترون از حالت سکون از نقطهٔ B رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطهٔ A شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصلهٔ یکسان قرار دارند. اگر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه $(V_A - V_B)$ را ΔV بنامیم، کدام رابطه درست است؟



۱) $\Delta V_{(۳)} > \Delta V_{(۲)} > \Delta V_{(۱)}$ ۲) $\Delta V_{(۳)} = \Delta V_{(۱)} > \Delta V_{(۲)}$ ۳) $\Delta V_{(۱)} > \Delta V_{(۲)} > \Delta V_{(۳)}$ ۴) $\Delta V_{(۱)} = \Delta V_{(۲)} = \Delta V_{(۳)}$

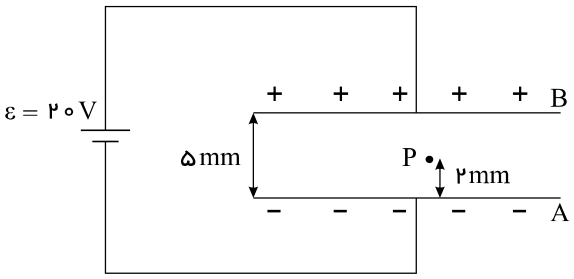
۶۳. ذره‌ای به جرم $۴\mu g$ و بار $۵nC$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ A تا نقطهٔ B فقط تحت‌تأثیر میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود و سرعت آن از $۱۰\frac{m}{s}$ به $۲۰\frac{m}{s}$ می‌رسد. $V_B - V_A$ چند ولت است؟

۱) -۱۲۰ ۲) -۶۰ ۳) ۶۰ ۴) ۱۲۰

۶۴. در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذرهٔ باداری را در نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی $V_۱ = ۳۰V$ 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؟

۱) ۸۰ ۲) ۴۰ ۳) -۴۰ ۴) -۸۰

۶۵. 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؟



۱) ۲ ولت افزایش می‌یابد. ۲) ۴ ولت کاهش می‌یابد. ۳) ۲ ولت کاهش می‌یابد. ۴) ۴ ولت افزایش می‌یابد.

۶۶. 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؟

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

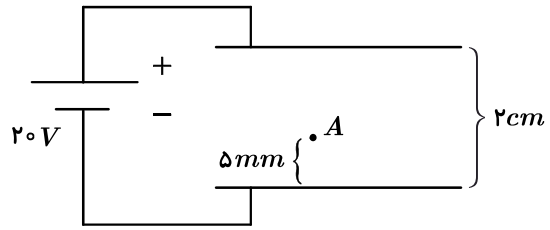
۶۷. ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -۵\mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ A تا B جابه‌جا می‌شود و کار نیروی میدان در این جابه‌جایی $۲۰\mu J$ است. اگر پتانسیل نقطهٔ A برابر ۶ ولت باشد، پتانسیل نقطهٔ B چند ولت است؟

۱) ۲ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲ ۴) صفر

۶۸. 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 میدان الکتریکی چگونه است؟

۱) $-۱۰^۵$ و در خلاف جهت میدان
۲) $+۱۰^۵$ و در خلاف جهت میدان
۳) $+۱۰^۵$ و در جهت میدان
۴) $-۱۰^۵$ و در جهت میدان

۶۹. دو صفحهٔ رسانای موازی را به باتری وصل می‌کنیم. اگر بار $q = -۵mC$ را در نقطهٔ A رها کنیم، وقتی به صفحهٔ بالایی می رسد، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند میلی‌ژول و چگونه تغییر می‌کند؟ (از اثر وزن ذره صرف‌نظر کنید.)

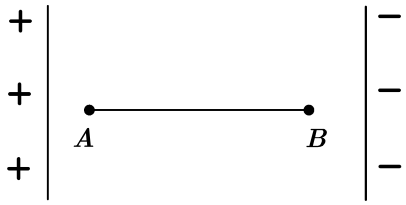


۱) ۱۰۰ و کاهش
۲) ۱۰۰ و افزایش
۳) ۷۵ و کاهش
۴) ۷۵ و افزایش

۷۰. بین دو نقطه به اختلاف پتانسیل الکتریکی ۲ کیلوولت، تخلیهٔ الکتریکی صورت گرفته و ۸ کیلووات ساعت انرژی آزاد شده است. چند الکترون بین این دو نقطه شارش پیدا کرده است؟ $(e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}C)$

۱) ۹×۱۰^{۱۹}
۲) ۹×۱۰^{۲۲}
۳) $۳/۶ \times ۱۰^{۲۰}$
۴) $۳/۶ \times ۱۰^{۱۸}$

۷۱. ذره‌ای به بار الکتریکی $q = -۵mC$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ A به طرف نقطهٔ B پرتاب می‌شود و در مسیر A تا B، انرژی جنبشی آن $۱۰۰mJ$ تغییر می‌کند. $V_B - V_A$ چند ولت است؟ (از وزن ذره و مقاومت هوا صرف‌نظر شود.)



۱) ۲۰
۲) -۲۰
۳) -۵۰
۴) ۵۰

۷۲. شعاع کرهٔ فلزی A دو برابر شعاع کرهٔ فلزی B است. اگر بار الکتریکی کرهٔ B، ۵۰ درصد بار الکتریکی A باشد، چگالی سطحی بار الکتریکی کرهٔ A، چند برابر چگالی سطحی بار کرهٔ B است؟

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

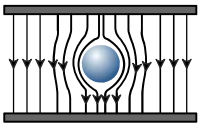
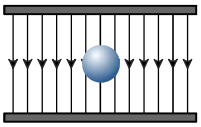
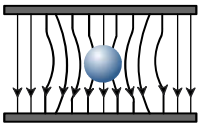
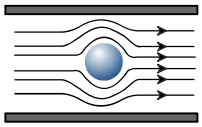
۷۳. دو کرهٔ فلزی یکسان A و B به شعاع‌های $۵cm$ دارای بارهای الکتریکی $q_A = ۲۰\mu C$ و $q_B = -۴\mu C$ را به هم تماس داده و از هم جدا می‌کنیم. چگالی سطحی بار کرهٔ A چند میکروکولن بر متر مربع کاهش می‌یابد؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۱۵۰
۲) ۳۰۰
۳) ۴۰۰
۴) ۸۰۰

۷۴. کرهٔ فلزی توپُر، روی پایهٔ عایقی قرار دارد. جسم رسانای باردار را با آن تماس داده و دور می‌کنیم. به ترتیب: بار الکتریکی در کره چگونه پخش می‌شود، پتانسیل الکتریکی نقاط مختلف کره چگونه است و میدان الکتریکی در درون کره چگونه است؟

۱) یکنواخت در همه‌جا - صفر - صفر
۲) فقط در سطح خارجی - صفر - یکنواخت
۳) فقط در سطح خارجی - هم‌پتانسیل با هم - صفر
۴) یکنواخت در همه‌جا - هم‌پتانسیل با هم - یکنواخت

۷۵. یک گوی فلزی در درون میدان الکتریکی خارجی قرار دارد. کدام شکل وضعیت میدان الکتریکی اطراف گوی را درست نشان می‌دهد؟

۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

۷۶. 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؟

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

۷۷. 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؟

۱) ۱۹ و ۱۰
۲) ۱۹ و ۱۹
۳) ۱۰ و ۱۰
۴) ۱۰ و ۱۹

۷۸. 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؟

۱) ۳
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۱۲

۷۹. 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؟ $(\varepsilon_۰ = ۸/۸۵ \times ۱۰^{-۱۲} \frac{F}{m})$

۱) ۲/۱۲۴
۲) ۲/۳۶
۳) ۲۱/۲۴
۴) ۲۳/۶

۸۰. 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؟

۱) ۱/۵
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۵

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

۱) ۵×۱۰^{۱۹}
۲) ۲×۱۰^{۱۹}
۳) ۵×۱۰^{۱۳}
۴) ۲×۱۰^{۱۳}

۸۲. 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؟

۱) ۴۰
۲) ۶۰
۳) ۸۰
۴) ۱۲۰

۸۳. 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؟

۱) $\frac{۱}{۴}$
۲) $\frac{۳}{۴}$
۳) $\frac{۷}{۱۶}$
۴) $\frac{۹}{۱۶}$

۸۴. 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؟

۱) ۳۶۰
۲) ۳/۶
۳) ۱۸۰
۴) ۱/۸

۸۵. 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؟

۱) ۲ ۲) ۰/۲ ۳) ۶ ۴) ۰/۶

۸۶. 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؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۱۲

۸۷. خازنی که بین صفحات آن هوا است، به دو سر یک باتری وصل است. اگر با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک $\kappa = ۳$ فضای بین دو صفحه را پر کنیم، انرژی خازن و میدان الکتریکی بین دو صفحه، به‌ترتیب چند برابر می‌شوند؟

۱) ۳ و ۱ ۲) ۹ و ۱ ۳) ۳ و ۳ ۴) ۹ و ۳

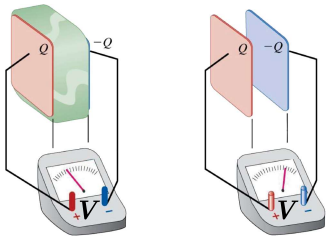
۸۸. اختلاف پتانسیل صفحات خازن تختی $۶/۰V$ است. اگر فاصلهٔ بین صفحات $۲/۰mm$ باشد، میدان الکتریکی بین صفحات این خازن چند ولت بر متر است؟

۱) $۱/۲ \times ۱۰^{-۳}$ ۲) $۳/۰ \times ۱۰^{-۳}$ ۳) $۱/۲ \times ۱۰^{۳}$ ۴) ۳×۱۰^{۳}

۸۹. دو سر خازنی با صفحات موازی به باتری وصل است و بین دو صفحه هوا است. اگر در همین حال، فاصلهٔ بین دو صفحه را ۷۵ درصد کاهش دهیم، بار الکتریکی خازن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۳ برابر می‌شود. ۲) ۴ برابر می‌شود. ۳) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۷۵ درصد افزایش می‌یابد.

۹۰. در شکل زیر، صفحه‌های باردار یک خازن تخت را که بین آنها هوا است، به ولت‌سنج وصل می‌کنیم، اگر دی‌الکتریک در بین صفحات قرار دهیم، کدام مورد درست است؟



۱) انرژی ذخیره‌شده بین صفحه‌های خازن افزایش می‌یابد. ۲) انرژی ذخیره‌شده بین صفحه‌های خازن ثابت می‌ماند.
۳) بار روی صفحه‌های خازن افزایش می‌یابد. ۴) بار روی صفحه‌های خازن ثابت می‌ماند.

۹۱. ظرفیت خازن تختی $۵/۰nF$ و بار الکتریکی آن $۴۵nC$ است و بین صفحه‌های این خازن، هوا است. خازن را از باتری جدا و فاصلهٔ صفحه‌های آن را ۲ برابر می‌کنیم. انرژی ذخیره‌شده در خازن چند نانو ژول تغییر می‌کند؟

۱) $۸/۱۰ \times ۱۰^{۲}$ ۲) $۲/۰۲۵ \times ۱۰^{۲}$ ۳) $۲/۰۲ \times ۱۰^{۲}$ ۴) $۱/۰۱ \times ۱۰^{۲}$

۹۲. یک خازن که فاصلهٔ دو صفحهٔ آن $۲/۷mm$ و بین دو صفحهٔ آن هوا است، به دو سر یک باتری وصل است. فاصلهٔ بین دو صفحه را چگونه تغییر دهیم تا انرژی خازن، ۸ درصد افزایش پیدا کند؟

۱) ۰/۴ میلی‌متر افزایش ۲) ۰/۲ میلی‌متر افزایش ۳) ۰/۴ میلی‌متر کاهش ۴) ۰/۲ میلی‌متر کاهش

۹۳. دو خازن را با یک باتری شارژ کرده‌ایم، اگر انرژی یکی از خازن‌ها چهار برابر انرژی دیگری باشد، ظرفیت و بار الکتریکی آن به‌ترتیب، چند برابر ظرفیت و بار الکتریکی خازن دیگر است؟

۱) ۴ و ۲ ۲) ۲ و ۴ ۳) ۴ و ۴ ۴) ۲ و ۲

۹۴. ظرفیت خازنی 10nF و بار الکتریکی آن 50nC است و بین صفحات خازن هوا قرار دارد. در حالی‌که خازن به باتری وصل است عایقی با ثابت دی‌الکتریک $k = 5$ بین دو صفحه قرار داده می‌شود. انرژی خازن چند نانوژول تغییر می‌کند؟

۱) ۱۲۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۲۵

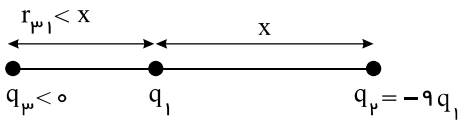
پاسخنامه تشریحی

۱ . گزینه ۴ هستهٔ اتم کربن از ۶ نوترون خنثی و ۶ پروتون تشکیل شده است. پس بار هسته برابر $+۶e$ است. بار الکتریکی اتم کربن C^+، برابر $+e$ است. پس بار الکتریکی هستهٔ $^{۱۲}_{۶}C^+$، ۶ برابر بار الکتریکی اتم $^{۱۲}_{۶}C^+$ است.

۲ . 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.

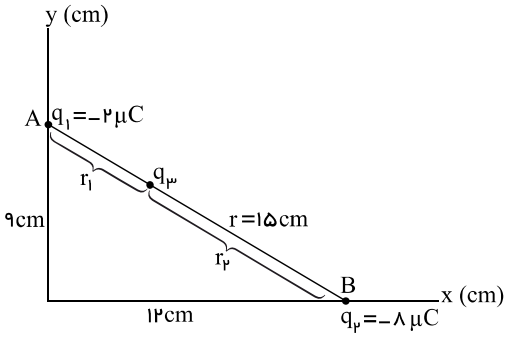


$$F_۳ = ۰ \rightarrow F_{۱۳} = F_{۲۳} \rightarrow \frac{k|q_۱q_۳|}{r_{۱۳}^۲} = \frac{k|q_۲q_۳|}{r_{۲۳}^۲} \rightarrow \frac{|q_۱|}{r_{۱۳}^۲} = \frac{|q_۲|}{r_{۲۳}^۲} \rightarrow \frac{q_۱}{r_{۱۳}^۲} = \frac{۹q_۱}{(x+r_{۱۳})^۲} \rightarrow r_{۱۳} = \frac{۱}{۲}x$$

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

$$F_{۱=۰} \rightarrow F_{۳۱} = F_{۲۱} \rightarrow \frac{k|q_۳q_۱|}{r_{۳۱}^۲} = \frac{k|q_۲q_۱|}{r_{۲۱}^۲} \rightarrow \frac{q_۳}{(\frac{۱}{۲}x)^۲} = \frac{q_۲}{x^۲} \rightarrow \frac{q_۳}{\frac{۱}{۴}x^۲} = \frac{۹q_۱}{x^۲} \rightarrow |q_۳| = \frac{۹}{۴}q_۱ \xrightarrow{q_۳<۰} q_۳ = -\frac{۹}{۴}q$$

۳ . 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:



$$r = \sqrt{۹^۲ + ۱۲^۲} \Rightarrow r = ۱۵cm$$

$$F_۳ = ۰ \Rightarrow \frac{q_۱}{r_۱^۲} = \frac{q_۲}{r_۲^۲} \xrightarrow[r_۲ = ۱۵ - x]{r_۱ = x}$$

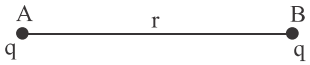
$$\frac{۲}{x^۲} = \frac{۸}{(۱۵-x)^۲} \Rightarrow \frac{۱۵-x}{x} = ۲ \Rightarrow x = ۵cm$$

۴ . گزینه ۴

برای اینکه بار q به بار $-۲q$ تبدیل شود، باید $-۳q$ به آن اضافه کرده باشیم $(q' = q + (-۳q) = -۲q)$ و چون این $-۳q$ را از بار $+q$ گرفته‌ایم، بار جدید آن $۴q$ خواهد شد ($q" = q - (-۳q) = ۴q$)

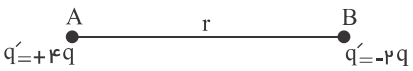
پس در وضعیت جدید داریم:

حالت اول: دامنه



$$F_۱ = \frac{kq^۲}{r^۲}$$

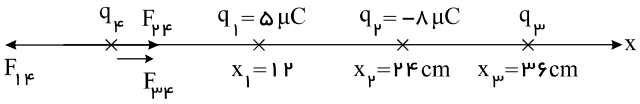
حالت دوم: جاذبه



$$F_۲=\frac{k(۴q)(۲q)}{r^۲}\rightarrow F_۲=۸\frac{kq^۲}{r^۲}\rightarrow \frac{F_۲}{F_۱}=\frac{۸\frac{kq^۲}{r^۲}}{\frac{kq^۲}{r^۲}}\rightarrow \frac{F_۲}{F_۱}=۸$$

۵. 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.

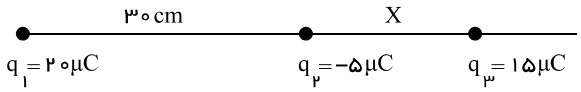


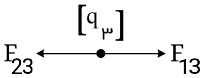
(بدیهی است که بار $q_۳$ باید منفی باشد تا همراه بار $q_۲$ که آن نیز منفی است، بتوانند نیروی حاصل از بار $q_۱$ به بار $q_۴$ را خنثی کنند) برای بار $q_۴$ داریم:

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

۶. 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:

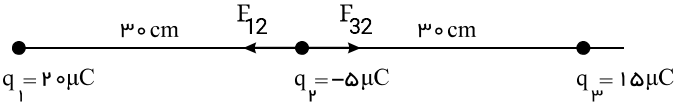




$$F_{۱۳}=F_{۲۳}\Rightarrow \frac{k|q_۱||q_۳|}{r_{۱۳}^۲}=\frac{k|q_۲||q_۳|}{r_{۲۳}^۲}\Rightarrow \frac{۲۰}{(۳۰+x)^۲}=\frac{۵}{x^۲}\Rightarrow \frac{۲}{۳۰+x}=\frac{۱}{x}\Rightarrow x=۳۰cm$$

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: $F=۹۰\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}$

$$\begin{cases} F_{۱۲}=\frac{k|q_۱||q_۲|}{r_{۱۲}^۲}=۹۰(\frac{۲۰\times ۵}{۳۰^۲})=۱۰N \\ F_{۳۲}=\frac{k|q_۲||q_۳|}{r_{۲۳}^۲}=۹۰(\frac{۵\times ۱۵}{۳۰^۲})=۷/۵N \end{cases}\Rightarrow F_{net}=۱۰-۷/۵=۲/۵N$$



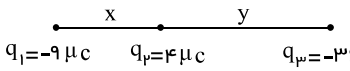
۷. گزینه ۲ می‌دانیم که با توجه به قانون کولن، نیروی الکتریکی‌ای که دو بار الکتریکی به هم وارد می‌کنند با مربع فاصلهٔ آنها از هم، نسبت عکس دارد. به عبارتی داریم:

$$F=\frac{k|q_۱q_۲|}{r^۲}\xrightarrow{|q_۱q_۲|:\text{ثابت}}\frac{F_۲}{F_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲\xrightarrow{r_۲=r_۱+۰/۲r_۱=۱/۲r_۱}$$

$$\frac{F_۲}{F_۱}=(\frac{r_۱}{۱/۲r_۱})^۲=\frac{۱}{۱/۴۴}=\frac{۱۰۰}{۱۴۴}\rightarrow \frac{F_۲-F_۱}{F_۱}=\frac{۱۰۰-۱۴۴}{۱۴۴}\Rightarrow \frac{\Delta F}{F_۱}\times ۱۰۰=-\frac{۴۴}{۱۴۴}\times ۱۰۰\simeq -۳۰\text{ درصد}$$

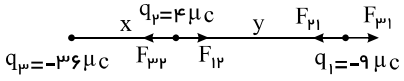
یعنی نیروی الکتریکی بین آن‌ها تقریباً ۳۰ درصد کاهش می‌یابد.

۸. 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:



$$\begin{cases} |q_۳|>|q_۱| \\ r_{۳۲}<r_{۱۲} \end{cases}$$

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

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

$$= \frac{k}{x^۲}[\frac{۹ \times ۳۶}{۹} - \frac{۴ \times ۹}{۴}] = ۲۷\frac{k}{x^۲} \quad (۲)$$

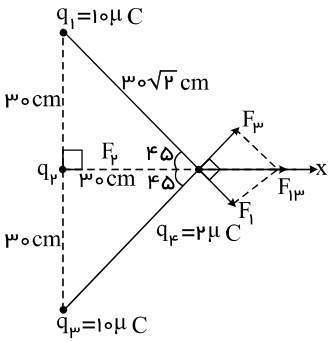
$$(۱) \ , \ (۲) \Rightarrow \frac{(F_{net})_{q_۲}}{(F_{net})_{q_۱}} = \frac{۱۳۵}{۲۷} = ۵$$

۹ . 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:

$$F = \frac{۹۰q_۱q_۲}{r^۲}$$

$$F_۱ = F_۳ = \frac{۹ \times ۱۰ \times ۲}{(۳۰\sqrt{۲})^۲} = ۱N$$

$$F_{۱۳} = \sqrt{F_۱^۲ + F_۳^۲} = \sqrt{۱^۲ + ۱^۲} \Rightarrow F_{۱۳} = \sqrt{۲}N$$



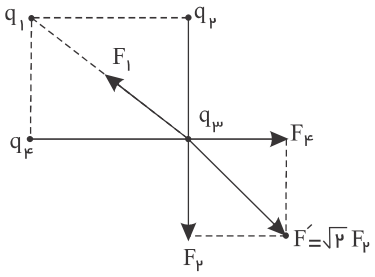
$$F_T = F_{۱۳} - F_۲ \Rightarrow \sqrt{۲} - ۲ = \sqrt{۲} - F_۲$$

$$\Rightarrow F_۲ = ۲N$$

$$F_۲ = \frac{۹۰ \times ۲ \times q_۲}{(۳۰)^۲} \Rightarrow |q_۲| = ۱۰\mu C \Rightarrow q_۲ = -۱۰\mu C$$

۱۰ . گزینه ۲

بدیهی است، نیرویی که از طرف $q_۱$ به $q_۳$ وارد می‌شود، در امتداد قطر مربع است، پس اگر این نیرو خنثی شود، باید برایند دو نیرویی که $q_۴$ و $q_۲$ به $q_۳$ وارد می‌کنند نیز در امتداد همین قطر (روی نیمساز زوایای $F_۴$ و $F_۲$ قرار گیرد) پس الزاماً نیروهای $F_۴$ و $F_۲$ هم‌اندازه‌اند که با توجه به یکسان بودن فاصلهٔ این بارها از بار $q_۳$، الزاماً $q_۲$ و $q_۴$ مساوی‌اند.



حال داریم: (با فرض $q_۲ = q_۴ = +$)

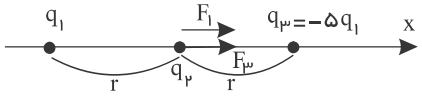
$$F_۱ = F' = \sqrt{۲}F_۲ \rightarrow \frac{k|q_۱||q_۳|}{(a\sqrt{۲})^۲} = \sqrt{۲}\frac{|q_۲||q_۳}{a^۲} \rightarrow |q_۱| = ۲\sqrt{۲}q_۲$$

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

$$q_۱ = -۲\sqrt{۲} \xrightarrow{q_۲ = q_۴} \begin{cases} q_۱ = -۲\sqrt{۲}q_۲ \rightarrow q_۲ = -\frac{q_۱}{۲\sqrt{۲}} = -\frac{\sqrt{۲}}{۴}q_۱ \\ q_۱ = -۲\sqrt{۲}q_۴ \rightarrow q_۴ = -\frac{q_۱}{۲\sqrt{۲}} = -\frac{\sqrt{۲}}{۴}q_۱ \end{cases} \rightarrow q_۴ = q_۲ = -\frac{\sqrt{۲}}{۴}q_۱$$

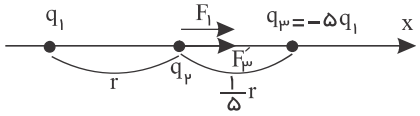
۱۱ . گزینه ۲

در دو حالت نیروی وارد بر بار $q_۲$ را می‌یابیم. حالت اول:



$$F_۲ = F_۱ + F_۳ = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲} + \frac{k(۵q_۱)q_۲}{r^۲} = ۶\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}$$

در حالت دوم:



$$F'_۲ = F_۱ + F'_۳ = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲} + \frac{k(۵q_۱)q_۲}{(\frac{۱}{۲}r)^۲} = ۱۲۶\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}$$

$$\rightarrow \frac{F'_۲}{F_۲} = \frac{۱۲۶\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}}{۶\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}} \rightarrow \frac{F'_۲}{F_۲} = ۲۱$$

۱۲ . 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 از ابتدا بارهای مختلف‌العلامت دارند.

گام دوم:

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

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

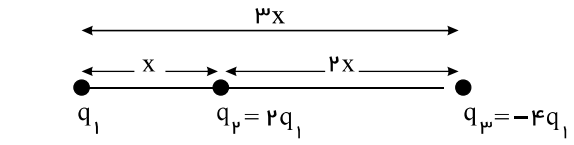
$$\Rightarrow \frac{(|q_۲| - q_۱)^۲}{۴} = \frac{۴}{۵}(|q_۱| \times |q_۲|)$$

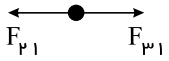
$q_۱$ و $q_۲$ بارهای اولیهٔ دو کره هستند. بهترین کار در این مرحله، امتحان کردن گزینه‌ها می‌باشد که نتیجه این می‌باشد:

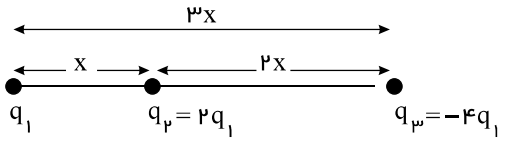
$$\frac{|q_۲|}{q_۱} = ۵$$

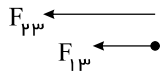
۱۳ . گزینه ۳

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.









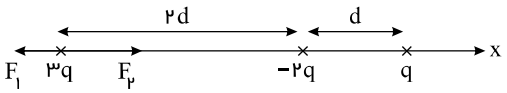
$$F_۱ = F_{۲۱} - F_{۳۱} = \frac{k|q_۲q_۱|}{r^۲_{۲۱}} - \frac{k|q_۳q_۱|}{r^۲_{۳۱}} \rightarrow F_۱ = \frac{k \times ۲q_۱^۲}{x^۲} - \frac{k \times ۴q_۱^۲}{۹x^۲} \rightarrow F_۱ = \frac{۱۴}{۹}(\frac{kq_۱^۲}{x^۲})$$

$$F_۳ = F_{۱۳} + F_{۲۳} = \frac{k|q_۱q_۳|}{r^۲_{۱۳}} + \frac{k|q_۲q_۳|}{r^۲_{۲۳}} \Rightarrow F_۳ = \frac{k \times ۴q_۱^۲}{۹x^۲} + \frac{k \times ۸q_۱^۲}{۴x^۲} \Rightarrow F_۳ = \frac{۲۲}{۹}(\frac{kq_۱^۲}{x^۲})$$

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

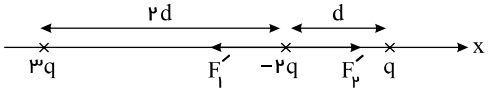
۱۴ . گزینه ۳

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:



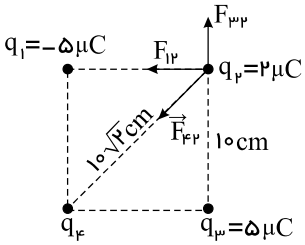
$$|\vec{F'}|=F'_۲-F'_۱=\frac{k\times q\times ۲q}{d^۲}-\frac{k\times ۳q\times ۲q}{۴d^۲}\Rightarrow|\vec{F'}|=\frac{۱}{۲}\times\frac{kq^۲}{d^۲}\rightarrow\text{به طرف راست}$$

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

۱۵ . 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.

$$F=۹۰\frac{q_۱q_۲}{r^۲}$$

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:

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

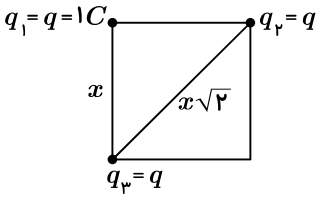
حال برای تعیین نیروی $\vec{F}_{۴۲}$ داریم:

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

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

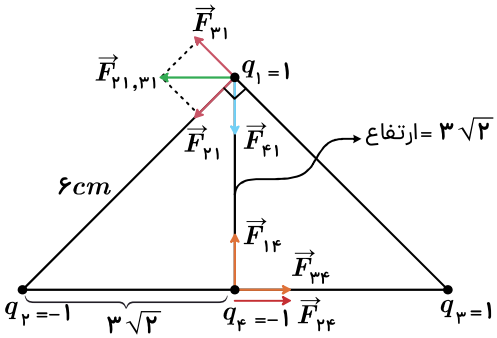
$$F_{۴۲}=\frac{۹۰|q_۴|q_۲}{(۱۰\sqrt{۲})^۲}\Rightarrow۹\sqrt{۲}=\frac{۹۰\times|q_۴|\times ۲}{۲۰۰}\Rightarrow|q_۴|=۱۰\sqrt{۲}\mu C\Rightarrow q_۴=-۱۰\sqrt{۲}\mu C$$

۱۶ . گزینه ۲



$$F=K\frac{q_۱q_۲}{r^۲}\xrightarrow{\text{یارها مشابه}}\frac{F_{۱۲}}{F_{۲۳}}=(\frac{x\sqrt{۲}}{x})^۲=۲$$

۱۷ . 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:



$$F = \frac{k|q_۱|\,|q_۲|}{r^۲} \xrightarrow{|q_۱|\,,|q_۲|=۱} F = \frac{k}{r^۲}$$

برای بار $q_۱$ داریم:

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

برای بار $q_۲$ داریم:

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

حال داریم:

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

۱۸. گزینه ۱

$$F = k\,\frac{q_۱ \times ۶q_۱}{r^۲} = ۶k\,\frac{q_۱^۲}{r^۲}$$

$$\begin{cases} q_۱' = q_۱ + \frac{q_۲}{۲} = q_۱ - ۳q_۱ = -۲q_۱ \\ q_۲' = q_۲ - \frac{q_۲}{۲} = -۳q_۱ \end{cases} \Rightarrow F' = k\,\frac{۲q_۱ \times ۳q_۱}{r^۲} = ۶k\,\frac{q_۱^۲}{r^۲} \Rightarrow F' = F$$

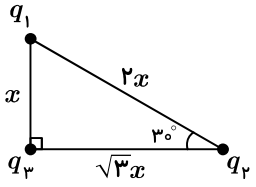
چون در حالت دوم بارها همنام می‌شوند، نیروی بینشان از نوع دافعه است.

۱۹. گزینه ۴ برای اینکه هر سه بار الکتریکی در حال تعادل باشند، باید دو بار $q_۱$ و $q_۳$ همنام و بار $q_۲$ با آنها غیرهمنام باشد:

$$\begin{cases} q_۲ \text{ تعادل ذرهٔ } : F_{۱۲} = F_{۳۲} \Rightarrow \frac{|q_۱|}{d^۲} = \frac{|q_۳|}{۴d^۲} \to \frac{q_۱}{q_۳} = \frac{۱}{۴} \\ q_۱ \text{ تعادل ذرهٔ } : F_{۲۱} = F_{۳۱} \Rightarrow \frac{|q_۲|}{d^۲} = \frac{|q_۳|}{۹d^۲} \to \frac{q_۲}{q_۳} = -\frac{۱}{۹} \end{cases} \Rightarrow \frac{q_۱}{q_۲} = -\frac{۹}{۴}$$

$$\Rightarrow \frac{q_۲}{q_۱} = -\frac{۴}{۹}$$

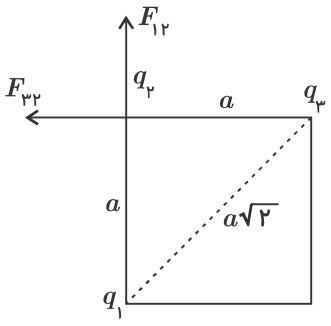
۲۰. گزینه ۴



$$\frac{F_{۱۳}}{F_{۲۳}} = \frac{۳}{۴} \xrightarrow{F=\frac{k|q_۱q_۲|}{r^۲}} \frac{|q_۱q_۳|}{|q_۲q_۳|} \times (\frac{r_{۲۳}}{r_{۱۳}})^۲ = \frac{۳}{۴}$$

$$\to |\frac{q_۱}{q_۲}| \times (\frac{\sqrt{۳}x}{x})^۲ = \frac{۳}{۴} \Rightarrow |\frac{q_۱}{q_۲}| = \frac{۱}{۴}$$

۲۱ . گزینه ۴



$$q_۱ = q_۲ = q_۳ = q$$

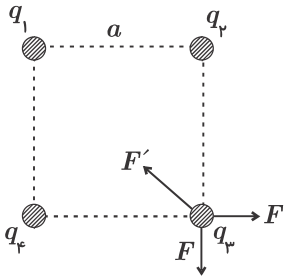
$$F_{۱۳} = \frac{kqq}{(a\sqrt{۲})^۲} = \frac{kq^۲}{۲a^۲}$$

$$F_{۳۲} = F_{۱۲} = \frac{kqq}{a^۲} = \frac{kq^۲}{a^۲}$$

$$F_۲ = \sqrt{۲}\frac{kq^۲}{a^۲}$$

$$\frac{F_۲}{F_{۱۳}} = \frac{\sqrt{۲}\frac{kq^۲}{a^۲}}{\frac{kq^۲}{۲a^۲}} = ۲\sqrt{۲}$$

۲۲ . گزینه ۴ برای اینکه $q_۳$ در حال تعادل باشد، باید برایند نیروهای حاصل از $q_۲$ و $q_۴$، با نیروی حاصل از $q_۱$ خنثی شود:

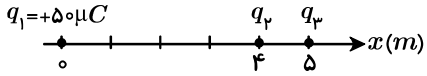


$$q_۲ = q_۴$$

$$F' = \sqrt{۲}F \rightarrow \frac{k|q_۱q_۳|}{(a\sqrt{۲})^۲} = \sqrt{۲}\frac{k|q_۲q_۳|}{a^۲} \rightarrow |\frac{q_۲}{q_۱}| = \frac{۱}{۲\sqrt{۲}} = \frac{\sqrt{۲}}{۴}$$

با توجه به جهت نیروها، $q_۲$ و $q_۱$ هم‌علامت نیستند. $\Leftarrow \frac{q_۲}{q_۱} = \frac{-\sqrt{۲}}{۴}$

۲۳ . گزینه ۳

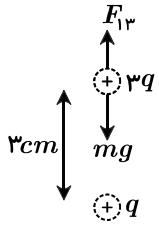


چون $q_۳$ خارج از فاصلهٔ دو بار دیگر به تعادل رسیده، پس $q_۱$ و $q_۲$ ناهم‌علامت هستند؛ یعنی $q_۲$ منفی است.

$$F_{۱۳} = F_{۲۳} \rightarrow \frac{|q_۱|}{r^۲_{۱۳}} = \frac{|q_۲|}{r^۲_{۲۳}} \rightarrow \frac{۵۰}{۵^۲} = \frac{|q_۲|}{۱^۲}$$

$$\rightarrow |q_۲| = \frac{۵۰}{۲۵} = ۲\mu C \Rightarrow q_۲ = -۲\mu C$$

۲۴ . گزینه ۲



$$F_{۱۳} = \frac{kq_۱q_۳}{r^۲} = mg = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۳q^۲}{۹ \times ۱۰^{-۴}} = ۷/۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰$$

$$\Rightarrow q^۲ = ۲۵ \times ۱۰^{-۲۲} \Rightarrow q = ۵ \times ۱۰^{-۱۱} \overset{q=ne}{\Longrightarrow} ۳q = ۱۵ \times ۱۰^{-۱۱} = n(۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹})$$

$$\Rightarrow n = \frac{۱۵ \times ۱۰^{-۱۱}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۹/۳۷۵ \times ۱۰^۸$$

۲۵ . گزینه ۲

$$F = k\frac{|q_۱q_۲|}{r^۲} \Rightarrow \frac{F_{۳۲}}{F_{۱۲}} = |\frac{q_۳}{q_۱}| \Rightarrow |\frac{q_۳}{q_۱}| = \frac{۶ \times ۱۰^{-۳}}{۸ \times ۱۰^{-۳}} = \frac{۳}{۴}$$

$q_۱$ و $q_۳$ همدیگر را دفع کرده‌اند، در حالی که $q_۳$ و $q_۲$ همدیگر را جذب کرده‌اند؛ بنابراین $q_۱$ و $q_۳$ علامت متفاوتی دارند و $\frac{q_۳}{q_۱} = -\frac{۳}{۴}$ است.

۲۶ . گزینه ۱

$$F_۱ = k\frac{|q_۱q_۲|}{r^۲} \Rightarrow \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times |q_۱q_۲|}{۲^۲} = ۰/۰۲۷$$

چون اندازهٔ نیروی بین دو کره پس از تماس کاهش یافته است، بنابراین بار کره‌ها ناهمنام بوده است:

$$\Rightarrow |q_۱q_۲| = ۱/۲ \times ۱۰^{-۱۱} C^۲ \Rightarrow q_۱q_۲ = -۱/۲ \times ۱۰^{-۱۱} C^۲$$

فرض می‌کنیم بعد از تماس، بار هر دو کره مثبت شود (البته این فرض تأثیری در پاسخ نخواهد داشت):

$$F_۲ \Rightarrow k\frac{q'^۲}{r^۲} = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times |q'|^۲}{۲^۲} = ۹ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow |q'|^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۱۲} \Rightarrow q' = ۲ \times ۱۰^{-۶} C$$

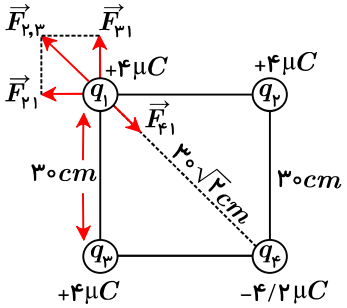
بار هر کره بعد از تماس از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید:

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

$$\left.\begin{array}{l} q' = \frac{q_1+q_2}{2} = 2\times10^{-6} \Rightarrow q_1+q_2 = 4\times10^{-6}C \\ q_1q_2 = -12\times10^{-12}C^2 \end{array}\right\} \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} q_1 = 6\times10^{-6}C \\ q_2 = -2\times10^{-6}C \end{array}\right.$$

$$\Delta q = |q' - q_1| = |2\times10^{-6} - 6\times10^{-6}| = 4\times10^{-6} \xrightarrow{\Delta q = ne} n = \frac{4\times10^{-6}}{1/6\times10^{-19}} = 2/5\times10^{+13}$$

۲۷. گزینه ۱



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

$$F_{41} = 90\times\frac{4/2\times4}{(30\sqrt{2})^2} = 0/84N$$

$$|F_{21}| = |F_{31}| = 90\times\frac{4\times4}{30^2} = F_{2,2} = 1/6N$$

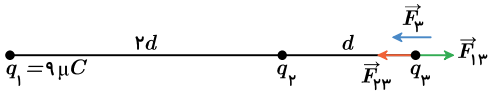
$$1/6\sqrt{2} = 1/6\times1/4 = 2/24N$$

$$F_t = 2/24 - 0/84 = 1/4N$$

۲۸. گزینه ۱

$$\left\{\begin{array}{l} F_{32} = F_{12} = \frac{k|q|^2}{r^2} = F \Rightarrow F_2 = \sqrt{2}F \\ F_{13} = \frac{k|q|^2}{(r\sqrt{2})^2} = \frac{k|q|^2}{2r^2} \Rightarrow F_{13} = \frac{1}{2}F \end{array}\right. \Rightarrow \frac{F_2}{F_{13}} = 2\sqrt{2}$$

۲۹. گزینه ۳ با توجه به فرض مسئله، بردار نیروی خالص وارد بر q_3 خلاف جهت بردار نیروی الکتریکی q_1 بر q_3 است. بردار نیروها را روی شکل رسم می‌کنیم:



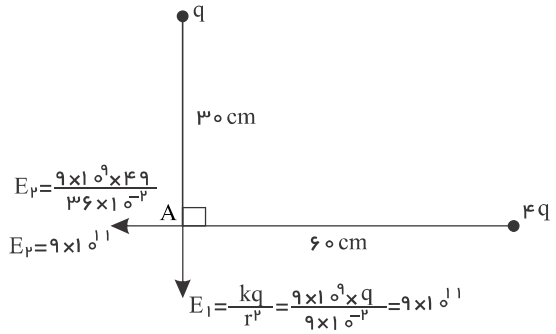
$$|F_3| = |F_{13} - F_{23}| \xrightarrow{F_2 = -F_{13}} -F_{13} = F_{13} - F_{23}$$

$$\Rightarrow |F_{23}| = |2F_{13}| \Rightarrow k\frac{|q_2q_3|}{r_{23}^2} = 2k\frac{|q_1q_3|}{r_{13}^2}$$

$$\Rightarrow \frac{|q_2|}{d^2} = 2\times\frac{9}{(3d)^2} \Rightarrow |q_2| = 2\mu C \xrightarrow{q_2<0} q_2 = -2\mu C$$

۳۰. گزینه ۳

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

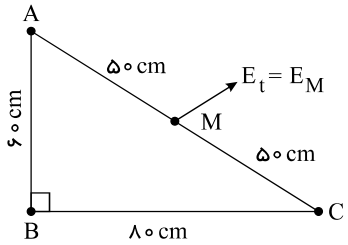


$$E_1 = \frac{kq}{r^2} = \frac{9times10^9\times q}{9\times10^{-2}} = q\times10^{11}$$

$$E_n^2 = E_1^2 + E_2^2 \rightarrow (1000\sqrt{2})^2 = (q\times10^{11})^2 + (q\times10^{11})^2 = 2(q\times10^{11})^2 \rightarrow 1000\sqrt{2} = \sqrt{2}\times q\times10^{11} \rightarrow q = 10^{-8}C \rightarrow q = 10nC$$

۳۱. 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:

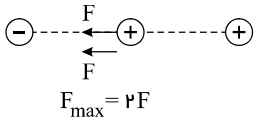
$$BM = \frac{۱}{۲}AC \xrightarrow{AC=\sqrt{AB^۲+BC^۲}} BM = \frac{۱}{۲}(\sqrt{۶۰^۲ + ۸۰^۲}) \Rightarrow BM = ۵۰cm$$

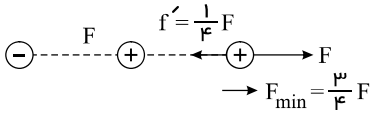
و در نهایت داریم:

$$E_t = E_M = \frac{kq}{r^۲} \xrightarrow[E_M=۹\times۱۰^۴ \frac{N}{C}]{r=۵۰cm=۰/۵m} ۹ \times ۱۰^۴ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times q}{(۰/۵)^۲} \Rightarrow q = ۲/۵ \times ۱۰^{-۶}C = ۲/۵\mu C$$

۳۲. 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:





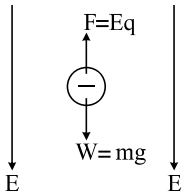
بنابراین:

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

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.

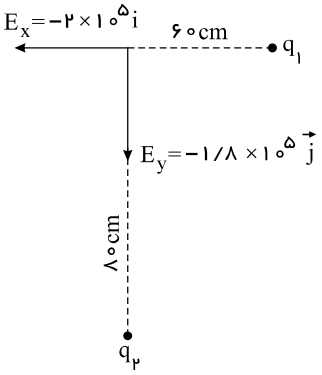
$$F \propto \frac{۱}{r^۲} \Rightarrow \frac{F'}{F} = (\frac{r}{r'})^۲ \xrightarrow{r'=۲r} \frac{F'}{F} = \frac{۱}{۴}$$

۳۳. 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:



$$F_{net} = ۰ \Rightarrow mg = E|q| \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ = |q| \times ۱۰^۴$$
$$\Rightarrow |q| = ۵ \times ۱۰^{-۶}C \Rightarrow q = -۵\mu C$$

۳۴. گزینه ۴



با توجه به میدان الکتریکی در راس قائمهٔ مثلث بدیهی است که $\begin{cases} E_۱ = E_x \\ E_۲ = E_y \end{cases}$ است. بنابراین داریم:

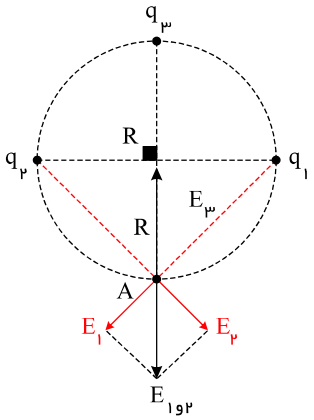
$$E_۱ = E_x \Rightarrow \frac{k|q_۱|}{r_۱^۲} = E_x \Rightarrow \frac{۹\times۱۰^۹\times|q_۱|}{(۶۰\times۱۰^{-۲})^۲} = ۲\times۱۰^۵ \rightarrow q_۱ = ۸\times۱۰^{-۶}C = ۸\mu C$$

که تا اینجا فقط گزینه «۴» چنین است.

حال اگر بخواهیم $q_۲$ را هم بیابیم، بدیهی است که دارای بار الکتریکی منفی است (با توجه به جهت میدان E_y). پس داریم:

$$E_۲ = E_y \Rightarrow \frac{k|q_۲|}{r_۲^۲} = E_y \Rightarrow \frac{۹\times۱۰^۹\times|q_۲|}{(۸۰\times۱۰^{-۲})^۲} = ۱/۸\times۱۰^۵ \rightarrow |q_۲| = ۱۲/۸\times۱۰^{-۶}C \rightarrow |q_۲| = ۱۲/۸\mu C \xrightarrow{\text{با توجه به جهت } E_y} q_۲ = -۱۲/۸\mu C$$

۳۵. 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 $\vec{E}_{۳}$ هم‌امتداد $\vec{E}_{۱و۲}$ 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.

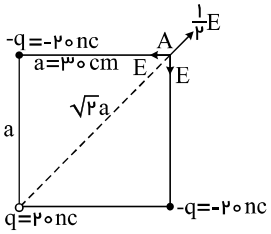
اینکه کدام مثبت و کدام منفی باشد، مهم نیست. پس می‌توان $q_۱ = q_۲ > ۰$ و $q_۳ < ۰$ را در نظر گرفت:

$$\begin{cases} r_۱ = r_۲ = \sqrt{۲}R \ (R: \text{شعاع دایره}) \\ r_۳ = ۲R \end{cases}$$

$$E_{۲,۱} = E_۳ \Rightarrow \sqrt{۲}E_۱ = E_۳ \Rightarrow \sqrt{۲}(\frac{kq_۱}{(\sqrt{۲}R)^۲}) = \frac{k|q_۳|}{(۲R)^۲} \Rightarrow \frac{\sqrt{۲}}{۲}q_۱ = \frac{|q_۳|}{۴} \Rightarrow |\frac{q_۳}{q_۱}| = ۲\sqrt{۲}$$

۳۶. گزینه ۲ با توجه به شکل داریم:

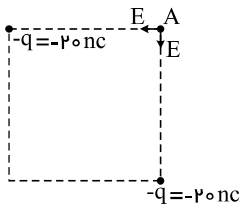
در ابتدا با وجود هر سه بار:



$$E_T = \sqrt{۲}E - \frac{۱}{۲}E$$

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:

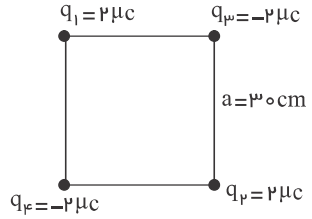
$$E = \frac{kq}{a^۲} = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۲۰ \times ۱۰^{-۹}}{(۳۰ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۲۰۰۰\frac{N}{C}$$

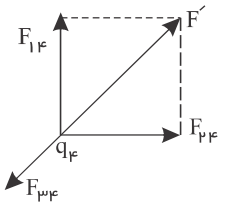
یعنی با حذف q، اندازهٔ میدان به مقدار $۱۰۰۰\frac{N}{C}$ افزایش می‌یابد.

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

۳۷. 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 $q_۴$ داریم:

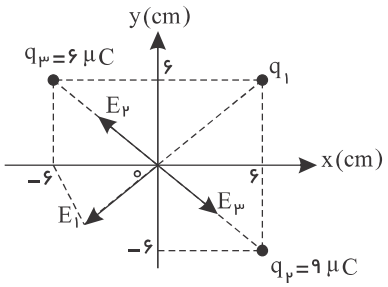




$$F_{۱۴} = F_{۲۴} = \frac{۹ \times ۲ \times ۲}{۹۰۰} = ۰/۴N$$
$$F_{۳۴} = \frac{۹ \times ۲ \times ۲}{۹۰۰ \times ۲} = ۰/۲N$$
$$F' = \sqrt{F_{۱۴}^۲ + F_{۲۴}^۲} = ۰/۴\sqrt{۲} = ۰/۴ \times ۱/۴ \rightarrow F' = ۰/۵۶N$$
$$F_۴ = F' = F_{۳۴} = ۰/۵۶ - ۰/۲ \rightarrow F_۴ = ۰/۳۶N$$

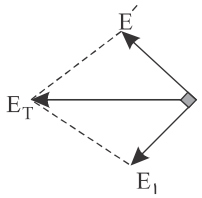
۳۸. گزینه ۳

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



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

از طرفی داریم: (با فرض $|q_1|$)

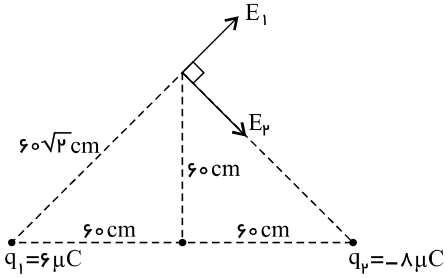


$$E_T=\sqrt{E'^2+E_1^2}\rightarrow (۶/۲۵\times ۱۰^۶)^۲=(۳/۷۵\times ۱۰^۶)^۲+E_1^۲\rightarrow E_1=۵\times ۱۰^۶$$

$$E_1=\frac{kq_1}{r^۲}\rightarrow ۵\times ۱۰^۶=\frac{۹\times ۱۰^۹\times q_1}{(۶\sqrt{۲}\times ۱۰^{-۲})^۲}\rightarrow q_1=۴\times ۱۰^{-۶}c\rightarrow q_1=۴\mu C$$

۳۹ . گزینه ۲ با توجه به اینکه میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای q_1 و q_2 در نقطهٔ موردنظر، برهم عمود هستند، داریم:

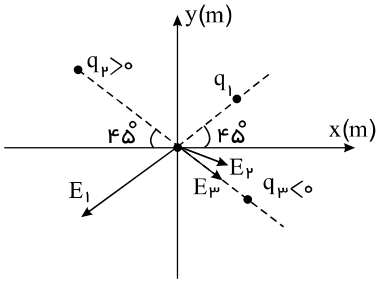
$$E=\frac{kq}{r^۲}\Rightarrow\begin{cases}E_1=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۶\times ۱۰^{-۶}}{(۶۰\sqrt{۲}\times ۱۰^{-۲})^۲}\\ E_۲=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۸\times ۱۰^{-۶}}{(۶۰\sqrt{۲}\times ۱۰^{-۲})^۲}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}E_1=\frac{۳}{۴}\times ۱۰^۵\frac{N}{C}\\ E_۲=۱\times ۱۰^۵\frac{N}{C}\end{cases}$$



$$E_T=\sqrt{E_1^۲+E_۲^۲}=۱۰^۵\sqrt{(\frac{۳}{۴})^۲+۱}\Rightarrow E_T=۱/۲۵\times ۱۰^۵\frac{N}{C}$$

۴۰ . گزینه ۱ گام اول: با توجه به مکان q_2 و q_3 درمی‌یابیم، هر دو بار q_2 و q_3 روی نیمساز ربع دوم و چهارم صفحهٔ مختصات xoy می‌باشند. چون $q_3<0$ و $q_2>0$، میدان الکتریکی حاصل از بارهای q_3 و q_2 در مبدأ مختصات هم‌جهت است. q_1 هم روی نیمساز ربع اول و سوم قرار دارد.

فاصلهٔ بارها تا مبدأ مختصات :
$$\begin{cases}r_1=۳\sqrt{۲}m\\ r_۳=۴\sqrt{۲}m\\ r_۲=۶\sqrt{۲}m\end{cases}$$



میدان بارq_1 در مبدأ مختصات $\rightarrow E_1=\frac{kq_1}{r_1^۲}=\frac{(۹\times ۱۰^۹)(۱۲\times ۱۰^{-۶})}{(۳\sqrt{۲})^۲}=۶\times ۱۰^۳\frac{N}{C}$

میدان بارq_3 در مبدأ مختصات $\rightarrow E_۳=\frac{k|q_۳|}{r_۳^۲}=\frac{(۹\times ۱۰^۹)(۸\times ۱۰^{-۶})}{(۴\sqrt{۲})^۲}=\frac{۹}{۴}\times ۱۰^۳\frac{N}{C}=۲۲۵۰\frac{N}{C}$

$$E_t=\sqrt{E_1^۲+E_{۲,۳}^۲}\Rightarrow (۷/۵\times ۱۰^۳)۲=(۶\times ۱۰^۳)^۲+E_{۲,۳}^۲\Rightarrow E_{۲,۳}^۲=۲۰۲۵\times ۱۰^۴\Rightarrow E_{۲,۳}=۴۵۰۰\frac{N}{C}\Rightarrow E_۲+E_۳=۴۵۰۰\ E_۲+۲۲۵۰=۴۵۰۰$$

$$\Rightarrow E_۲=۲۲۵۰\frac{N}{C}\xrightarrow{\text{بنابراین}}\begin{cases}\frac{kq_۲}{r_۲^۲}=۲۲۵۰\ \Rightarrow\frac{(۹\times ۱۰^۹)q_۲}{(۶\sqrt{۲})^۲}=۲۲۵۰\Rightarrow q_۲=۱۸\times ۱۰^۶C\Rightarrow q_۲=۱۸\mu C\\ r_{۱۲}=\sqrt{(۳-(-۶))^۲+(۳-۶)^۲}=\sqrt{۸۱+۹}=\sqrt{۹۰}m\end{cases}$$

فاصلهٔ بارهای q_1 و q_2 از یکدیگر

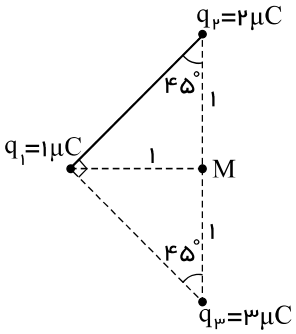
$$F_{۱۲}=\frac{k|q_1||q_۲|}{r_{۱۲}^۲}=۹۰(\frac{۱۲\times ۱۸}{(\sqrt{۹۰})^۲})=۱۲\times ۱۸=۲۱۶N=۲/۱۶\times ۱۰^{-۲}N$$

۴۱ . 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.

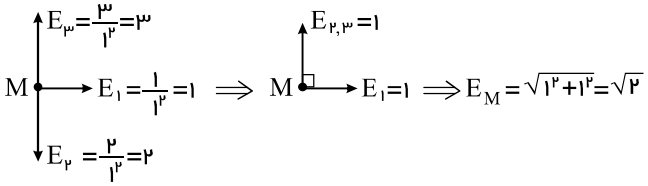
II) مقدار k در مقایسهٔ دو حالت حذف می‌شود، پس از رابطه $E \propto \frac{q}{r^2}$ به جای $E = \frac{kq}{r^2}$ استفاده می‌کنیم.

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

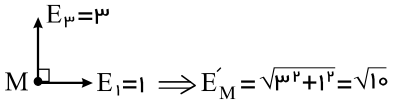


حال با توجه به فرضیات بالا داریم:

حالت اول:



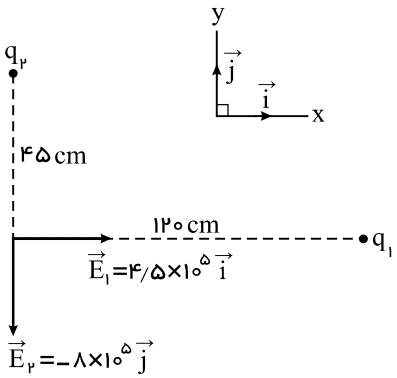
حالت دوم:



و در نهایت داریم:

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

۴۲ . 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:

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

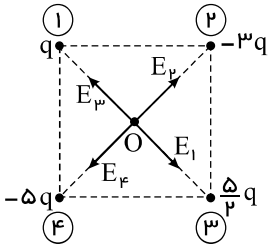
راه‌حل دیگر:

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

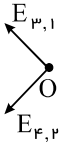
با توجه به جهت میدان‌های $\vec{E}_۱$ و $\vec{E}_۲$ ، بار $q_۱$ منفی و $q_۲$ مثبت است؛ بنابراین:

$$\frac{q_۱}{q_۲} = -۴$$

۴۳ . 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.



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



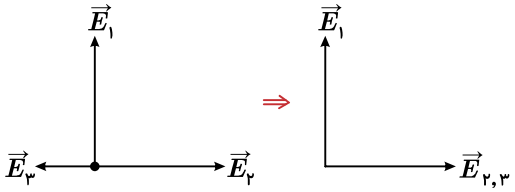
$$\begin{cases}E_{۴,۲}=E_۴-E_۲=\dfrac{۱۰kq}{a^۲}-\dfrac{۶kq}{a^۲}=\dfrac{۴kq}{a^۲}\\ E_{۳,۱}=E_۳-E_۱=\dfrac{۵kq}{a^۲}-\dfrac{۲kq}{a^۲}=\dfrac{۳kq}{a^۲}\end{cases}$$

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

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

$$E=\frac{K|q|}{r^۲}\Rightarrow\begin{cases}E_۲=\dfrac{۹\times۱۰^۹\times۴\times۱۰^{-۶}}{۹۰۰\times۱۰^{-۴}}=۴\times۱۰^۵\dfrac{N}{C}\\ E_۳=\dfrac{۹\times۱۰^۹\times۴\times۱۰^{-۶}}{۳۶۰۰\times۱۰^{-۴}}=۱۰^۵\dfrac{N}{C}\end{cases}\Rightarrow E_{۲,۳}=E_۲-E_۳=۳\times۱۰^۵\frac{N}{C}$$

با توجه به شکل، $\vec{E}_{۲,۳}$ بر $\vec{E}_۱$ عمود و برایند آنها برابر با $۵\times۱۰^۵\frac{N}{C}$ است؛ بنابراین داریم:



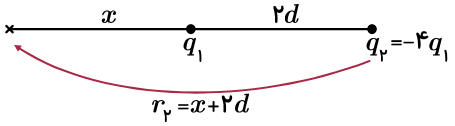
$$E_T=\sqrt{E_۱^۲+E_{۲,۳}^۲}\Rightarrow ۵\times۱۰^۵=\sqrt{E_۱^۲+(۳\times۱۰^۵)^۲}\xrightarrow{\text{اعداد طلایی }۳,۴,۵}E_۱=۴\times۱۰^۵\frac{N}{C}$$

حال اندازهٔ بار $q_۱$ را به دست می‌آوریم:

$$۴\times۱۰^۵=\frac{۹\times۱۰^۹\times|q_۱|}{۳۶۰۰\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow q_۱=۱۶\times۱۰^{-۶}C=۱۶\mu C$$

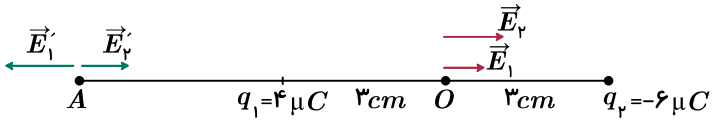
۴۵ . گزینه ۴

چون دو بار ناهم‌علامت‌اند، نقطهٔ موردنظر خارج از فاصلهٔ دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر ($q_۱$) است.



$$\frac{|q_۱|}{x^۲}=\frac{|q_۲|}{(x+۲d)^۲}\Rightarrow\frac{x+۲d}{x}=\sqrt{\frac{۴q_۱}{q_۱}}=۲\Rightarrow x+۲d=۲x\Rightarrow x=۲d\Rightarrow r_۲=۴d$$

۴۶ . گزینه ۴



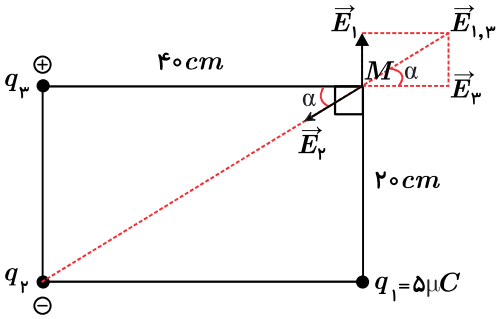
$$E = k\frac{q}{r^2} \rightarrow \frac{E_A}{E_O} = \frac{E_1 + E_2}{|E_1' - E_2'|} = \frac{\frac{k\times 4}{3^2} + \frac{k\times 6}{3^2}}{\frac{k\times 4}{3^2} - \frac{k\times 6}{9^2}} = \frac{\frac{4}{9} + \frac{6}{9}}{\frac{4}{9} - \frac{6}{81}} = \frac{\frac{10}{9}}{\frac{30}{81}} = 3$$

۴۷ . گزینه ۱ ابتدا میدان بار q را در فاصلهٔ r می‌یابیم؛ سپس میدان را در فاصلهٔ $2r$ حساب می‌کنیم:

$$F = Eq \Rightarrow 6/4 \times 10^{-2} = E \times 4 \times 10^{-6} \Rightarrow E = 1/6 \times 10^4 \ \frac{N}{C} \quad (\text{میدان بار} q \text{در فاصله} r)$$

$$\frac{E'}{E} = (\frac{r}{2r})^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow E' = \frac{1}{4} \times 1/6 \times 10^4 = 4 \times 10^3 \ \frac{N}{C} \quad (\text{میدان در فاصلهٔ} 2r)$$

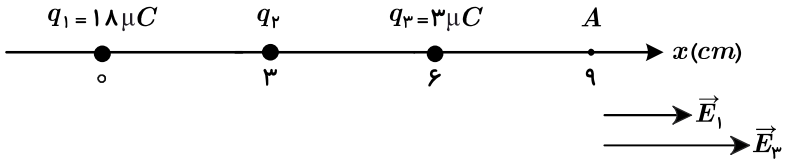
۴۸ . گزینه ۲ باید برایند دو بردار $\overrightarrow{E_1}$ و $\overrightarrow{E_3}$، در راستای قطر مستطیل و در خلاف جهت $\overrightarrow{E_2}$ باشد، تا برایند هر سه بردار صفر شود؛ داریم:



$$\tan\alpha = \frac{E_1}{E_3} = \frac{20}{40} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{q_1}{q_3} \times (\frac{r_3}{r_1})^2 = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{5}{|q_3|} \times (\frac{40}{20})^2 = \frac{1}{2} \xrightarrow{q_2>0} q_3 = 40 \ \mu c$$

۴۹ . گزینه ۴



$$\begin{cases} E_1 = 9\times 10^9 \times \frac{18\times 10^{-6}}{81\times 10^{-4}} = 2\times 10^7 \ \frac{N}{C} \\ E_3 = 9\times 10^9 \times \frac{3\times 10^{-6}}{9\times 10^{-4}} = 3\times 10^7 \ \frac{N}{C} \end{cases} \rightarrow E_{1,3} = 5\times 10^7 \ \frac{N}{C} \text{ به سمت راست}$$

میدان خالص در نقطهٔ A می‌تواند $3\times 10^7 \ \frac{N}{C}$ به سمت راست یا به سمت چپ باشد. اگر بخواهیم این برایند به سمت راست باشد، باید $E_2 = 2\times 10^7 \ \frac{N}{C}$ به سمت چپ باشد و داریم:

$$2\times 10^7 = \frac{9\times 10^9 \times |q_2|}{36\times 10^{-4}} \rightarrow q_2 = -8\mu C$$

اگر میدان برایند به سمت چپ باشد، باید $E_2 = 8\times 10^7 \ \frac{N}{C}$ و به سمت چپ باشد و داریم:

$$8\times 10^7 = \frac{9\times 10^9 \times |q_2|}{36\times 10^{-4}} \rightarrow q_2 = -32\mu C$$

با توجه به گزینه‌ها، حالت دوم پاسخ صحیح است.

۵۰ . گزینه ۴

$$E_1 = \frac{kq_1}{r_1^2} \rightarrow E_1 = \frac{k\times 10\times 10^{-6}}{(20\times 10^{-2})^2} = \frac{k\times 10^{-3}}{4}$$

$$E_2 = \frac{k\times 20\times 10^{-6}}{(40\times 10^{-2})^2} = \frac{k\times 10^{-3}}{8} = \frac{E_1}{2}$$

$$\frac{E_2'}{E_2} = (\frac{r_2}{r_2'})^2 \rightarrow \frac{E_2'}{E_2} = (\frac{40}{20})^2 \rightarrow E_2' = 4E_2 = 2E_1$$

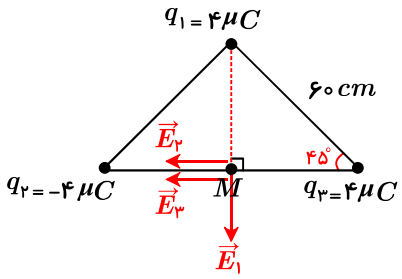
$$\frac{E_T'}{E_T} = \frac{\sqrt{E_1^2 + E_2'^2}}{\sqrt{E_1^2 + E_2^2}} = \frac{\sqrt{E_1^2 + 4E_1^2}}{\sqrt{E_1^2 + \frac{E_1^2}{4}}} = \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{\frac{5}{4}}} = \sqrt{4} = 2$$

۵۱. گزینه ۱

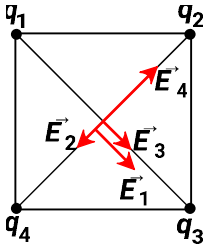
$$r_۱ = r_۲ = r_۳ = \frac{۶۰\sqrt{۲}}{۲} = ۳۰\sqrt{۲}cm$$

$$E_۱ = E_۲ = E_۳ = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۴\times۱۰^{-۶}}{(۳۰\sqrt{۲}\times۱۰^{-۲})^۲} = ۲\times۱۰^۵\frac{N}{C} \rightarrow$$

$$E_T = \sqrt{(E_۲+E_۳)^۲ + E_۱^۲} \rightarrow E_T = \sqrt{(۴\times۱۰^۵)^۲ + (۲\times۱۰^۵)^۲} = ۲\sqrt{۵}\times۱۰^۵\frac{N}{C}$$



۵۲. گزینه ۳ برای اینکه میدان در مرکز مربع کاملاً افقی و در جهت محور x باشد، باید برایند میدان دو بار $q_۱$ و $q_۳$، با برایند میدان دو بار $q_۲$ و $q_۴$ برابر باشد:



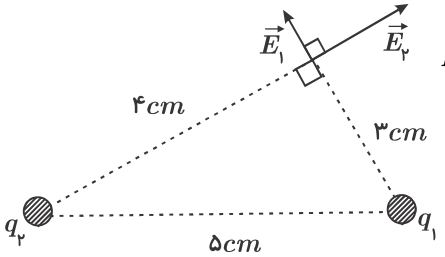
$$E_۱ + E_۳ = E_۴ - E_۲ \xrightarrow[r=\text{ثابت}]{E=\frac{k|q|}{r^۲}} |q_۱| + |q_۳| = |q_۴| - |q_۲|$$

$$\longrightarrow |q_۴| = ۶ + ۲ + ۴ = ۱۲\mu C$$

با توجه به جهت میدان $\vec{E}_۴$، $q_۴ = +۱۲$ است.

۵۳. گزینه ۳ جهت خطوط میدان الکتریکی از بار مثبت به سمت بار منفی است؛ در نتیجه بار $q_۱$ مثبت و بار $q_۲$ منفی است. همچنین تراکم خطوط میدان در اطراف بار بزرگ‌تر، بیشتر است؛ در نتیجه اندازهٔ بار $q_۱$ از اندازهٔ بار $q_۲$ بزرگ‌تر است.

۵۴. گزینه ۲



$$E = \frac{k|q|}{r^۲} \Rightarrow \begin{cases} E_۱ = \frac{۹\times۱۰^۹\times۳\times۱۰^{-۸}}{۹\times۱۰^{-۴}} = ۳\times۱۰^۵\ \frac{N}{C} \\ E_۲ = \frac{۹\times۱۰^۹\times۱/۶\times۱۰^{-۷}}{۱۶\times۱۰^{-۴}} = ۹\times۱۰^۵\ \frac{N}{C} \end{cases}$$

$$E_t = \sqrt{(۳\times۱۰^۵)^۲ + (۹\times۱۰^۵)^۲} = ۳\sqrt{۱۰}\times۱۰^۵\ N$$

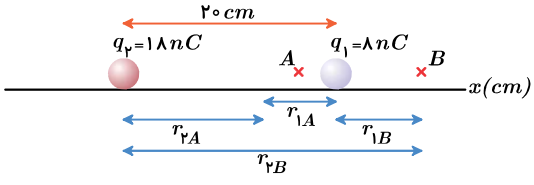
۵۵. گزینه ۳ اگر یکای بار الکتریکی و فاصله را به ترتیب میکروکولن و سانتی‌متر قرار دهیم، می‌توانیم k را ۹۰ در نظر بگیریم:

$$F = k\frac{|q_۱q_۲|}{r^۲} \Rightarrow ۹۰ \times \frac{|q_۱|\times۵}{۶۰\times۶۰} = ۲\times۱۰^{-۲}$$

$$\Rightarrow q_۱ = ۰/۱۶\mu C$$

$$E = k\frac{|q_۱|}{r^۲} \Rightarrow E = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{۰/۱۶\times۱۰^{-۶}}{۴\times۱۰^{-۲}} = ۳/۶\times۱۰^۴\frac{N}{C}$$

۵۶. گزینه ۲ طبق رابطهٔ $E = k\frac{|q|}{r^۲}$ داریم:

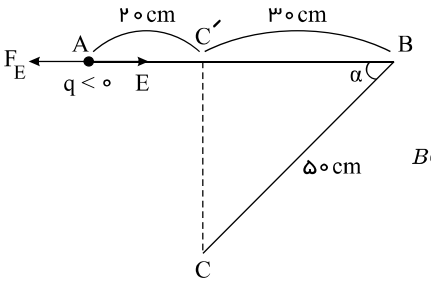


$$E = k\frac{|q|}{r^۲} \xrightarrow[|q_۱|=\frac{۴}{۹}|q_۲|]{E_۱=۴E_۲} r_۱ = \frac{۱}{۳}r_۲$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A: r_{۱A} = \frac{۱}{۳}(۲۰ - r_{۱A}) \\ B: r_{۱B} = \frac{۱}{۳}(۲۰ + r_{۱B}) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_{۱A} = ۵cm \\ r_{۱B} = ۱۰cm \end{cases}$$

$$d_{AB} = r_{۱A} + r_{۱B} = ۵ + ۱۰ = ۱۵cm$$

۵۷ . 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:

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

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

۵۸ . 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:

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

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

۵۹ . 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.

۶۰ . 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:

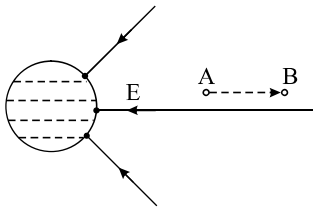
$$W_t' = \Delta K' \xrightarrow{W_t' = -W_E} -W_E = K_B' - K_A'$$

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

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

۶۱ . گزینه ۱ نکته (۱): هرچه در جهت خطوط میدان الکتریکی پیش برویم، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد. به عبارت ساده‌تر، هرچه به بارهای منفی نزدیک‌تر نشویم (یا از بارهای مثبت دورتر شویم) پتانسیل الکتریکی کمتر می‌شود و برعکس.

نکته (۲): اگر بار منفی در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.



$[V_B > V_A]$ و $\left[\begin{array}{l} \xleftarrow[\text{حرکت}]{E} \\ q < ۰ \end{array} \longrightarrow U \downarrow\right]$

۶۲ . گزینه ۱ با توجه به تفاوت تراکم خطوط میدان الکتریکی، بدیهی است که با رها کردن الکترون در B، خود به خود به طرف نقطهٔ A حرکت کرده و تندی‌اش افزایش می‌یابد که این افزایش تندی در شکل (۳) بیشتر از شکل (۲) و آن هم بیشتر از شکل (۱) است. یعنی $\Delta v_{(۳)} > \Delta v_{(۲)} > \Delta v_{(۱)}$ (دقت کنید که فاصله AB در هر سه شکل یکسان است.) از طرفی با توجه به پایسته بودن انرژی $\Delta U = -\Delta K$ است یعنی:

$$|q\Delta V| = |\Delta K| \xrightarrow{q:\text{یکسان}} |\Delta V| \propto |\Delta K|$$

یعنی هر چه تغییر انرژی جنبشی بیشتر باشد، اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ زیر بیشتر است پس $\Delta V_{(۳)} > \Delta V_{(۲)} > \Delta V_{(۱)}$

۶۳ . 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:

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

$$\Rightarrow V_B - V_A = -۱۲۰V$$

۶۴ . 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:

$$\Delta U = q\Delta V \rightarrow -۲ \times ۱۰^{۳} = q(۸۰ - ۳۰) \rightarrow q = -۴ \times ۱۰^{-۵}C \rightarrow q = -۴۰\mu C$$

۶۵ . 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:

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

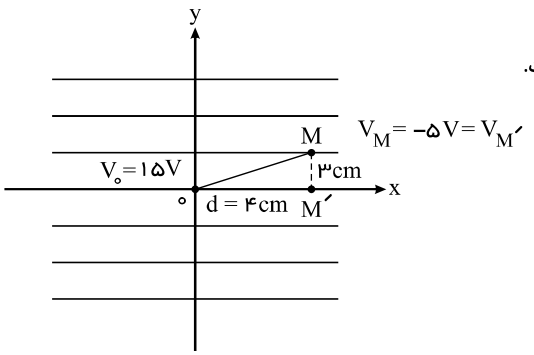
و در نهایت داریم:

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

یعنی پتانسیل الکتریکی نقطهٔ P، ۴ ولت کاهش می‌یابد.

۶۶ . 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:

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

۶۷ . 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:

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

۶۸ . 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:

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

۶۹ . گزینه ۳ بار منفی به‌صورت خودبه‌خودی حرکت می‌کند؛ پس انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد:

$$\Delta V = Ed \Rightarrow \frac{۲۰}{\Delta V} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۲}}{۱۵ \times ۱۰^{-۳}} \Rightarrow \Delta V = ۱۵V$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta U = q\Delta V = -۵ \times ۱۵ = -۷۵J$$

۷۰ . گزینه ۲ ابتدا بار الکتریکی جابه‌جا شده بین دو نقطه را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \xrightarrow[\Delta U=۸kWh]{\Delta V=۲\ kV} ۲ \times ۱۰^{۳} = \frac{۸ \times ۱۰^{۳} \times ۳۶۰۰}{q} \rightarrow q = ۱۴۴۰۰\ C$$

حال تعداد الکترون‌های شارش یافته را محاسبه می‌کنیم:

$$q = ne \rightarrow n = \frac{۱۴۴۰۰}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۹ \times ۱۰^{۲۲}$$

۷۱ . گزینه ۲ چون ذرهٔ منفی در جهت خطوط میدان جابه‌جا شده، انرژی پتانسیل آن افزایش و انرژی جنبشی آن کاهش می‌یابد. بنابراین $\Delta U = -\Delta K = +۱۰۰mJ$ است و داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow V_B - V_A = \frac{۱۰۰ \times ۱۰^{-۳}}{-۵ \times ۱۰^{-۳}} = -۲۰V$$

۷۲ . گزینه ۴ با توجه به رابطهٔ مربوط به چگالی سطحی بار الکتریکی کره داریم:

$$\sigma = \frac{q}{۴\pi R^{۲}} \Rightarrow \frac{\sigma_A}{\sigma_B} = \frac{q_A}{q_B} \times (\frac{R_B}{R_A})^{۲} = \frac{q_A}{۰/۵q_A} \times (\frac{R_B}{۲R_B})^{۲} \Rightarrow \frac{\sigma_A}{\sigma_B} = \frac{۱}{۲}$$

۷۳ . گزینه ۳ شعاع کره‌ها یکسان است، پس باره کره‌ها بعد از اتصال به‌صورت زیر است.

گام اول:

بار کره‌ها پس از تماس $q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{۲} = \frac{۲۰ + (-۴)}{۲} = ۸\mu C$

گام دوم:

$$\begin{matrix} A\text{مساحت کرهٔ اولیهٔ بار سطحی چگالی } \sigma_۱ = \frac{q_A}{A} \\ A\text{مساحت کرهٔ ثانویهٔ بار سطحی چگالی } \sigma_۲ = \frac{q'_A}{A} \end{matrix} \Rightarrow \Delta\sigma = \frac{q'_A - q_A}{A} = \frac{۸ - ۲۰}{۴\pi R^{۲}} = \frac{-۱۲\mu C}{۴ \times ۳ \times ۲۵ \times ۱۰^{-۴}m^{۲}} \Rightarrow \Delta\sigma = -\frac{۱۰^{۴}}{۲۵} = -۴۰۰\frac{\mu C}{m^{۲}}$$

$۴۰۰\frac{\mu C}{m^{۲}}$ کاهش می‌یابد.

۷۴ . گزینه ۳ در اجسام رسانا، بار الکتریکی در سطح خارجی توزیع می‌شود و درون جسم، بار الکتریکی صفر است؛ در نتیجه میدان الکتریکی خالص نیز درون آنها صفر است.

همچنین در جسم رسانایی که در تعادل الکتروستاتیکی قرار دارد، همهٔ نقاط پتانسیل یکسانی دارند.

۷۵ . گزینه ۳

خطوط میدان الکتریکی باید بر سطح رسانا عمود باشد و درون رسانا، میدان صفر (یعنی خطی درون رسانا وجود ندارد) است.

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

$$\frac{C_۲}{C_۱} = \frac{k_۲}{k_۱} \xrightarrow[k_۲=۱]{k_۱=۲} \frac{C_۲}{C_۱} = \frac{۱}{۲}$$

از طرفی چون بار خازن ثابت مانده:

$$C = \frac{q}{V} \xrightarrow{q=\text{ثابت}} \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{C_۱}{C_۲} = ۲$$

و برای تعیین چگونگی تغییر انرژی:

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

۷۷ . 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.

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

یعنی انرژی خازن ۱۹ درصد کاهش می‌یابد.

۷۸ . 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:

$$\Delta U=\frac{۱}{۲}\frac{Q'^۲}{C}-\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}=\frac{Q'^۲-Q^۲}{۲C}\Rightarrow ۴۵۰۰mJ=\frac{(Q+۳)^۲-Q^۲}{۲\times ۵\times ۱۰^{-۳}mF}\Rightarrow ۴۵=Q^۲+۹+۶Q-Q^۲=۶Q+۹\Rightarrow ۶Q=۳۶\Rightarrow Q=۶mC$$

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

$$\begin{cases} d_۱=۵mm=۵\times ۱۰^{-۳}m \\ A=۲cm^۲=۲\times ۱۰^{-۴}m^۲ \\ k=۴ \\ d_۲=d_۱-۳mm=۲\times ۱۰^{-۳}m \\ \Delta C=?(PF) \\ \varepsilon_۰=۸/۸۵\times ۱۰^{-۱۲}\frac{F}{m} \end{cases}$$

$$\Delta C=C_۲-C_۱=k\varepsilon_۰\frac{A}{d_۲}-k\varepsilon_۰\frac{A}{d_۱}$$

$$\Delta C=k\varepsilon_۰A(\frac{۱}{d_۲}-\frac{۱}{d_۱})$$

$$\Delta C=(۴)(۸/۸۵\times ۱۰^{-۱۲})(۲\times ۱۰^{-۴})(\frac{۱}{۲\times ۱۰^{-۳}}-\frac{۱}{۵\times ۱۰^{-۳}})$$

$$\begin{cases} \frac{۱}{۲\times ۱۰^{-۳}}=\frac{۱۰^۳}{۲}=۵۰۰ \\ \frac{۱}{۵\times ۱۰^{-۳}}=\frac{۱۰^۳}{۵}=۲۰۰ \\ ۴\times ۸/۸۵\times ۲=۸\times ۸/۸۵=۷۰/۸ \end{cases}$$

$$\to \Delta C=(۷۰/۸)(۱۰^{-۱۶})(۵۰۰-۲۰۰)=۷۰/۸\times ۳\times ۱۰^{-۱۴}=۲۱۲/۴\times ۱۰^{-۱۴}F\to\Delta C=۲/۱۲۴\times ۱۰^{-۱۲}F\to\Delta C=۲/۱۲۴pF$$

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

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

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

$$C=\frac{k\varepsilon_۰A}{d}\xrightarrow[d:\text{ثابت}]{A:\text{ثابت}}\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{k_۲}{k_۱}\xrightarrow[C_۲=۱۰\mu F]{C_۱=۵\mu F,k_۱=۱}k_۲=۲$$

۸۱ . 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:

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

۸۲ . 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:

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

۸۳ . 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:

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

۸۴ . 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:

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

۸۵ . 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:

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

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

۸۶ . گزینه ۱

$$\text{ثابت }:q\rightarrow \text{خازن از باتری جدا شده}\xrightarrow{d_۲=۱/۵d_۱}\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{d_۱}{d_۲}=\frac{۲}{۳}\rightarrow C_۲=\frac{۲}{۳}\times ۵=\frac{۱۰}{۳}\mu C$$

$$U=\frac{۱}{۲}\frac{q^۲}{C}\rightarrow U_۲-U_۱=\frac{q^۲}{۲}(\frac{۱}{C^۲}-\frac{۱}{C_۱})=\frac{۲۰۰^۲}{۲}(\frac{۳}{\cancel{۱۰}^{۰/۱}}-\frac{۱}{۵})=\frac{۴\times ۱۰^۴}{۲}\times ۰/۱=۲۰۰۰\mu J=۲mJ$$

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

۸۷ . گزینه ۱

$$V=\text{ثابت}\rightarrow \frac{C_۲}{C_۱}=\frac{\kappa_۲}{\kappa_۱}=۳\xrightarrow{U=\frac{۱}{۲}CV^۲}\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{C_۲}{C_۱}=۳$$

چون اختلاف پتانسیل و فاصلهٔ صفحات ثابت است، میدان الکتریکی خازن تغییری نمی‌کند.

۸۸ . گزینه ۴

$$E=\frac{V}{d}\Rightarrow E=\frac{۶}{۲\times ۱۰^{-۳}}=۳\times ۱۰^۳\ \frac{V}{m}$$

۸۹ . گزینه ۲

$$d_۲=d_۱-\frac{۷۵}{۱۰۰}d_۱=\frac{۲۵}{۱۰۰}d_۱\Rightarrow d_۲=\frac{۱}{۴}d_۱$$
$$C=\varepsilon_۰\frac{A}{d}\Rightarrow\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{d_۱}{d_۲}=\frac{d_۱}{\frac{۱}{۴}d_۱}=۴$$

چون دو سر خازن به باتری وصل است، V ثابت می‌ماند.

$$Q=CV\Rightarrow\frac{Q_۲}{Q_۱}=\frac{C_۲}{C_۱}=۴$$

۹۰ . گزینه ۴ خازن از باتری جدا است، پس بار آن ثابت می‌ماند. با استفاده از رابطهٔ $Q=CV$، چون با گذاشتن دی‌الکتریک طبق رابطهٔ $C=\frac{k\varepsilon\cdot A}{d}$، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد، باید V کاهش پیدا کند تا Q ثابت بماند. از طرفی طبق رابطهٔ $U=\frac{۱}{۲}QV$ اگر Q ثابت باشد و V کاهش پیدا کند، U نیز کاهش پیدا خواهد کرد.

۹۱ . گزینه ۲ چون خازن از باتری جدا شده، بار الکتریکی ثابت است.

$$\begin{cases}C_۱=۵nF\\Q=۴۵nC\end{cases}\xrightarrow{U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}}U_۱=\frac{۱}{۲}\times\frac{(۴۵\times ۱۰^{-۹})^۲}{۵\times ۱۰^{-۹}}=۲۰۲/۵\times ۱۰^{-۹}J=۲۰۲/۵nJ$$
$$C=\frac{\varepsilon_۰A}{d}\Rightarrow\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{d_۱}{d_۲}=\frac{۱}{۲}\xrightarrow{Q=\text{ثابت}}\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{C_۱}{C_۲}=۲\Rightarrow U_۲=۲U_۱$$
$$\Rightarrow\Delta U=U_۲-U_۱=U_۱=۲۰۲/۵nJ=۲/۰۲۵\times ۱۰^۲nJ$$

۹۲ . گزینه ۴ چون خازن به باتری متصل است، v ثابت است:

$$U=\frac{۱}{۲}CV^۲\Rightarrow\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{C_۲}{C_۱}$$
$$C=\frac{\varepsilon\cdot A}{d}\Rightarrow\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{d_۱}{d_۲}\xrightarrow{U_۲=U_۱+۰/۰۸U_۱}\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{C_۲}{C_۱}\Rightarrow\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{d_۱}{d_۲}\Rightarrow$$
$$\frac{۱۰۸}{۱۰۰}=\frac{۲/۷}{d_۲}\Rightarrow d_۲=۲/۵mm\Rightarrow d_۲-d_۱=۲/۵-۲/۷=-۰/۲mm$$

در نتیجه فاصلهٔ بین صفحات خازن باید ۰/۲ میلی‌متر کم شود.

۹۳ . گزینه ۳

به دلیل شارژ کردن ۲ خازن با یک باتری، V ثابت است.

$$U=\frac{۱}{۲}CV^۲\xrightarrow{\text{ثابت}:V}\frac{U_۱}{U_۲}=\frac{C_۱}{C_۲}=۴$$
$$C=\frac{Q}{V}\xrightarrow{\text{ثابت}:V}\frac{C_۱}{C_۲}=\frac{Q_۱}{Q_۲}=۴$$

۹۴ . گزینه ۳

$$U_۱=\frac{۱}{۲}\frac{Q_۱^۲}{C_۱}\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times\frac{(۵۰)^۲}{۱۰}=۱۲۵\ nJ$$

خازن به باتری متصل است، در نتیجه ولتاژ دو سر آن پس از تغییرات ظرفیت نیز ثابت است:

$$C = \frac{\kappa \varepsilon_0 A}{d} \xrightarrow{\text{ثابت } d,A} \frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} = 5$$

$$U = \frac{1}{2} C V^2 \xrightarrow{\text{ثابت } V} \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \rightarrow \frac{U_2}{125} = 5$$

$$U_2 = 625\ nJ$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = 625 - 125 = 500\ nJ$$

پاسخنامه کلیدی

۱	۴	۱۵	۴	۲۹	۳	۴۳	۳	۵۷	۱	۷۱	۲	۸۵	۲
۲	۴	۱۶	۲	۳۰	۳	۴۴	۳	۵۸	۲	۷۲	۴	۸۶	۱
۳	۳	۱۷	۲	۳۱	۱	۴۵	۴	۵۹	۲	۷۳	۳	۸۷	۱
۴	۴	۱۸	۱	۳۲	۴	۴۶	۴	۶۰	۱	۷۴	۳	۸۸	۴
۵	۲	۱۹	۴	۳۳	۳	۴۷	۱	۶۱	۱	۷۵	۳	۸۹	۲
۶	۲	۲۰	۴	۳۴	۴	۴۸	۲	۶۲	۱	۷۶	۱	۹۰	۴
۷	۲	۲۱	۴	۳۵	۲	۴۹	۴	۶۳	۱	۷۷	۴	۹۱	۲
۸	۴	۲۲	۴	۳۶	۲	۵۰	۴	۶۴	۳	۷۸	۲	۹۲	۴
۹	۱	۲۳	۳	۳۷	۲	۵۱	۱	۶۵	۲	۷۹	۱	۹۳	۳
۱۰	۲	۲۴	۲	۳۸	۳	۵۲	۳	۶۶	۳	۸۰	۲	۹۴	۳
۱۱	۲	۲۵	۲	۳۹	۲	۵۳	۳	۶۷	۲	۸۱	۳		
۱۲	۳	۲۶	۱	۴۰	۱	۵۴	۲	۶۸	۴	۸۲	۱		
۱۳	۳	۲۷	۱	۴۱	۱	۵۵	۳	۶۹	۳	۸۳	۳		
۱۴	۳	۲۸	۱	۴۲	۲	۵۶	۲	۷۰	۲	۸۴	۴		