گام به گام فیزیک یازدهم ریاضی

فصل اول (الکتریسیتهٔ ساکن)

حسین هاشمی

پرسش ۱ـ۱

چرا وقتی روکش پلاستیکی را روی یک ظرف غذا می‌کشید و آن را در لبه‌های ظرف فشار می‌دهید، روکش در جای خود ثابت باقی می‌ماند؟

روکش دارای بار الکتریکی است که باعث جذب شدن لبه‌های ظرف شده و باعث نیروی جاذبه بین روکش و لبه‌ی ظرف می‌شود.

وقتی روی فرش راه می‌روید و بدنتان بار الکتریکی پیدا می‌کند، هنگام دست دادن با دوستتان، ممکن است با انتقال باری در حدود ۱nC به او شوک خفیفی وارد کنید. در این انتقال بار، حدود چند الکترون بین شما و دوستتان منتقل شده است؟

$q = 1nC = 1 \times 10^{-9} C$

$n = ?$

$q = ne$

$1 \times 10^{-9} = n \times 1.9 \times 10^{-19}$

$$n = \frac{1 \times 10^{-9}}{1.4 \times 10^{-19}} = \frac{1}{1.4} \times 10^{10}$$

$$n = 4.28 \times 10^{9}$$

تمرین ۱ـ۱

عدد اتمی اورانیوم $Z = ۹۲$ است. بار الکتریکی هستهٔ اتم اورانیم چقدر است؟ مجموع بار الکتریکی الکترون‌های اتم اورانیم (خنثی) چه مقدار است؟ بار الکتریکی اتم اورانیم (خنثی) چقدر است؟

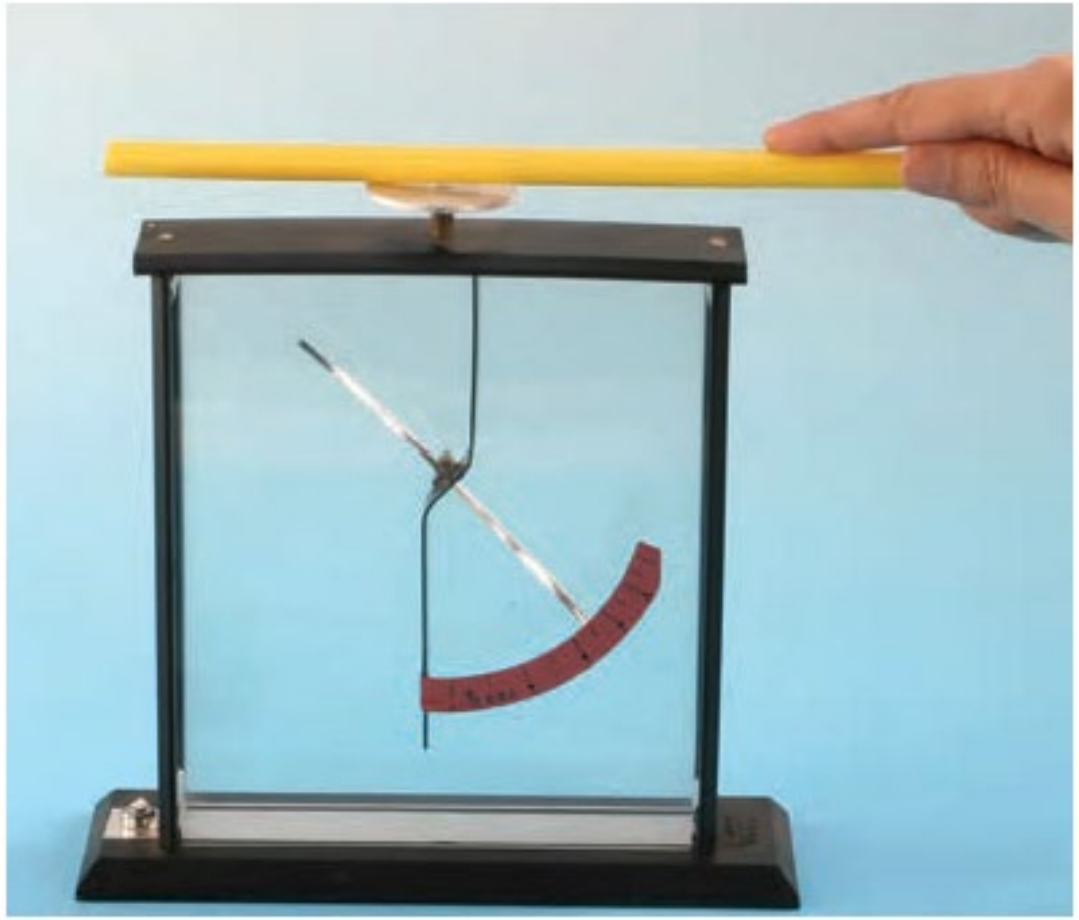
الف) $q = ne \longrightarrow q = ۹۲ \times ۱,۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۱۴۷,۲ \times ۱۰^{-۱۹} C$

ب) $q = ne \longrightarrow q = ۹۲ \times -۱,۶ \times ۱۰^{-۱۹} = -۱۴۷,۲ \times ۱۰^{-۱۹} C$

چون اتم خنثی است تعداد پروتون ها و الکترون ها با هم برابر است یعنی مجموع بار الکتریکی صفر است.

چگونه توسط یک الکتروسکوپ می‌توانیم تشخیص دهیم

که: الف) یک میله باردار است یا نه؟

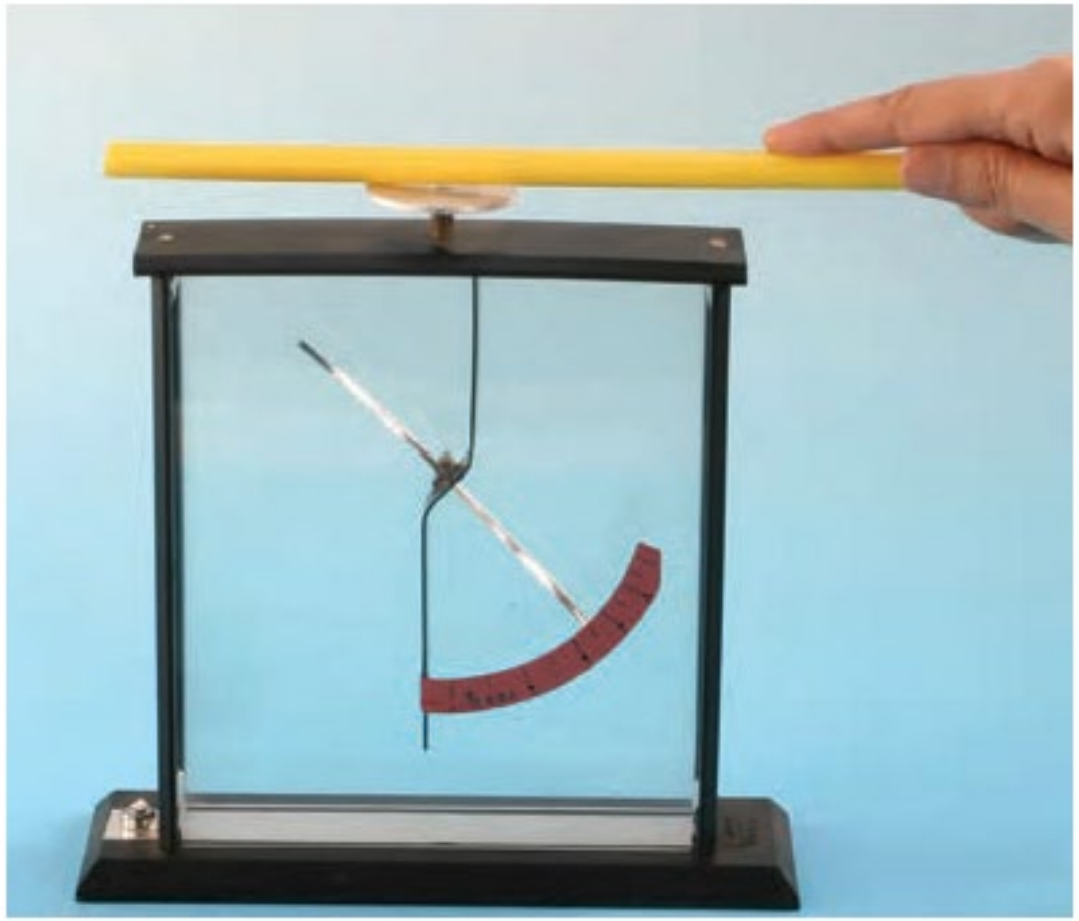


با نزدیک کردن میله به کلاهک الکتروسکوپ

در صورت فاصله گرفتن صفحات از هم آن

میله باردار است .

ب) میله رساناست یا عایق؟



در صورت تماس میله با کلاهک الکتروسکوپ از قبل باردار شده باشد در صورتی که میله رسانا باشد بار الکتروسکوپ تخلیه شده و ضمن به هم نزدیک می شوند. میله عایق این قابلیت را ندارد.

پ) نوع بار میله‌ی باردار چیست؟

ابتدا الکتروسکوپ را با بار مثبت یا منفی شارژ می‌کنیم.
سپس میله را به کلاهک نزدیک می‌کنیم. اگر فاصله
صفحه‌ها زیاد شد، با الکتروسکوپ هم‌نام است
و اگر فاصله کم شد، ناهم‌نام است.

یک میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میله‌ی پلاستیکی $-۱۲٫۸nC$ می‌شود.

الف) بار الکتریکی ایجاد شده در پارچه‌ی پشمی چقدر است؟

$q = +۱۲٫۸\,nC$

ب) تعداد الکترون‌های منتقل شده از پارچه‌ی پشمی به میله‌ی پلاستیکی را محاسبه کنید.

$$q = ne \rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{12,8 \times 10^{-9}}{1,4 \times 10^{-19}} = 8 \times 10^{10}$$

الف) بار الکتریکی اتم و هسته‌ی اتم کربن (${}^{12}_{6}C$) چند کولن است؟

$q_{\text{اتم}} = 0 \Leftarrow$ تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها

$q_{\text{هسته}} = 6 \times 1,6 \times 10^{-19} = 9,6 \times 10^{-19} C$

ب) بار الکتریکی اتم کربن یک بار یونیده (C^+) چقدر است؟

تعداد پروتون های اتم کربن : ۶

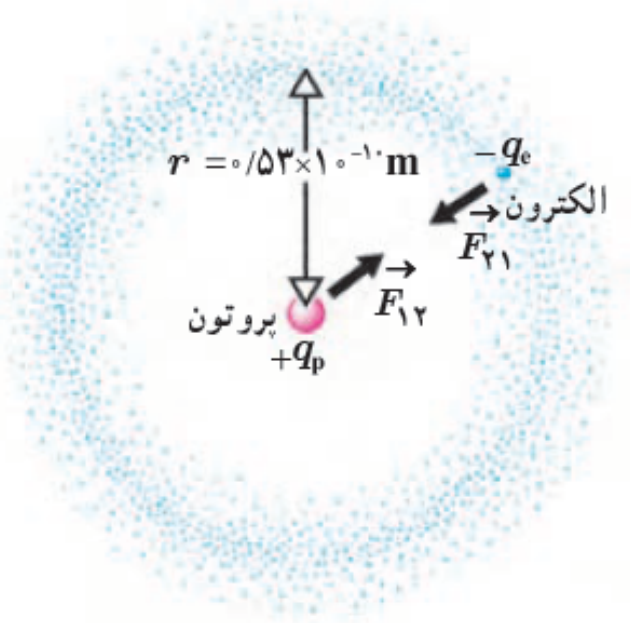
تعداد الکترون های اتم کربن : ۶

$\longrightarrow q = 0$

تعداد پروتون های اتم کربن یک بار یونیده : ۶

تعداد الکترون های اتم کربن یک بار یونیده : ۵

$\longrightarrow q = 1 \times 1.6 \times 10^{-19}$



الف) در مدل بور برای اتم هیدروژن، فاصله الکترون از پروتون هسته در حالت پایه $۵/۳\times ۱۰^{-۱۱}\,m$ است (شکل را ببینید). اندازهٔ نیروی الکتریکی که پروتون به الکترون وارد می کند را محاسبه کنید.

$$F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2} = \frac{۹\times ۱۰^{۹}\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}}{(۵/۳\times ۱۰^{-۱۱})^2}$$

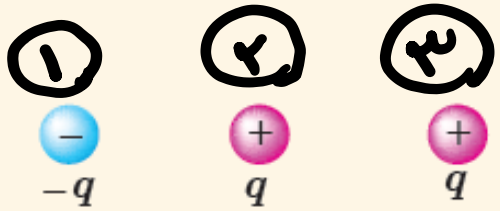
$$\Rightarrow F = ۸/۲\times ۱۰^{-۹}\,N$$

ب) در هستهٔ اتم هلیم دو پروتون به فاصلهٔ تقریبی $r = ۲/۴ \times ۱۰^{-۱۵}\,\mathrm{m}$ از هم قرار دارند. اندازهٔ نیرویی که پروتون‌ها بر هم وارد می‌کنند را محاسبه کنید.

$$F = \frac{k\,|q_۱|\,|q_۲|}{r^۲} = \frac{۹\times۱۰^{۹} \times ۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \times ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}{(۲/۴\times۱۰^{-۱۵})^۲}$$

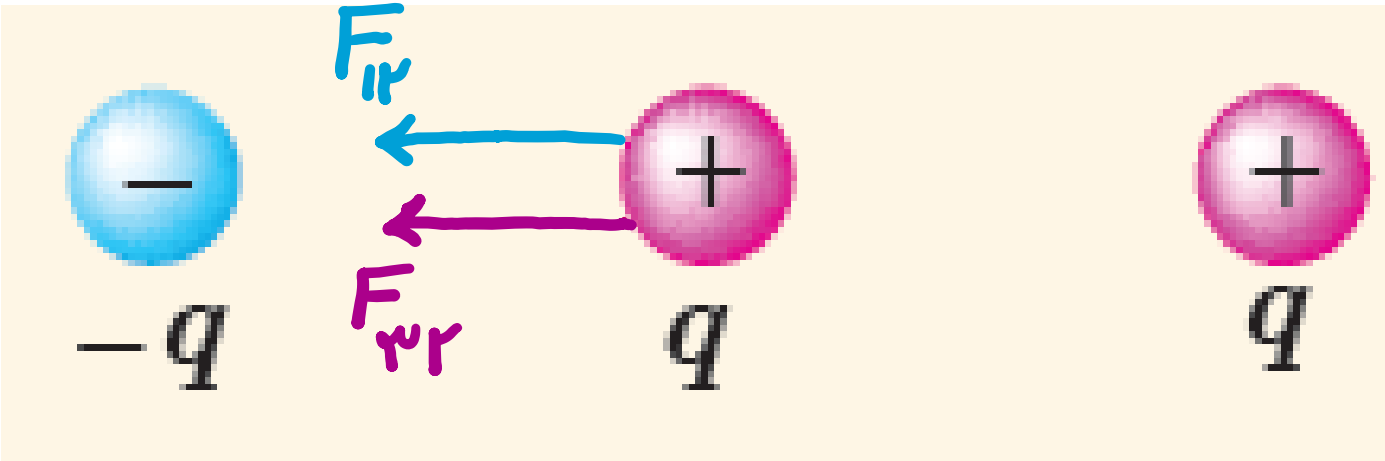
$$\Rightarrow F = ۴۰\,N$$

پرسش ۱ـ۲



سه ذرّه باردار مانند شکل روبه‌رو، روی یک خط راست قرار دارند و فاصلهٔ بارهای سمت راست و چپ از بار میانی برابر است. الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی میانی را تعیین کنید.

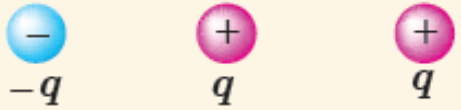
ب) اگر ذرّهٔ سمت راست به جای q، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار میانی چگونه خواهد بود؟



جهت نیروی برآیند به سمت چپ خواهد بود.

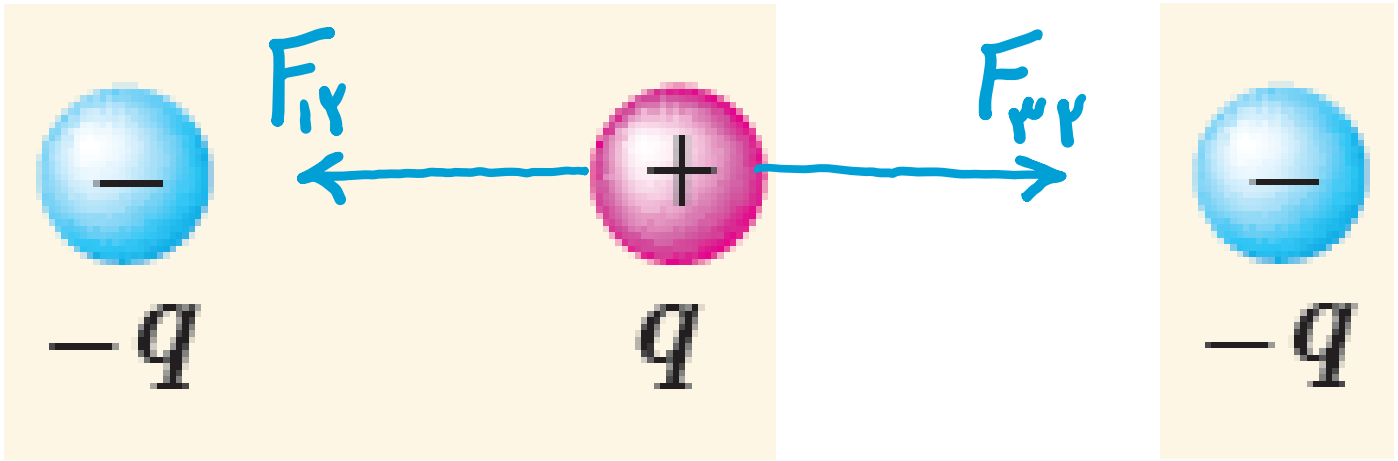
پرسش ۱ـ۲

سه ذرّه باردار مانند شکل روبه‌رو، روی یک خط راست قرار دارند و فاصلهٔ بارهای سمت راست و چپ از بار میانی برابر است. الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی میانی را تعیین کنید.



ب) اگر ذرّهٔ سمت راست به جای q، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار میانی چگونه خواهد بود؟

برآیند نیروها صفر است.



سه ذرّه با بارهای $q_1=+2/5\mu C$ ، $q_2=-1/0\mu C$ و $q_3=+4/0\mu C$ در نقطه‌های A، B و C مطابق شکل روبه‌رو ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 را محاسبه کنید.

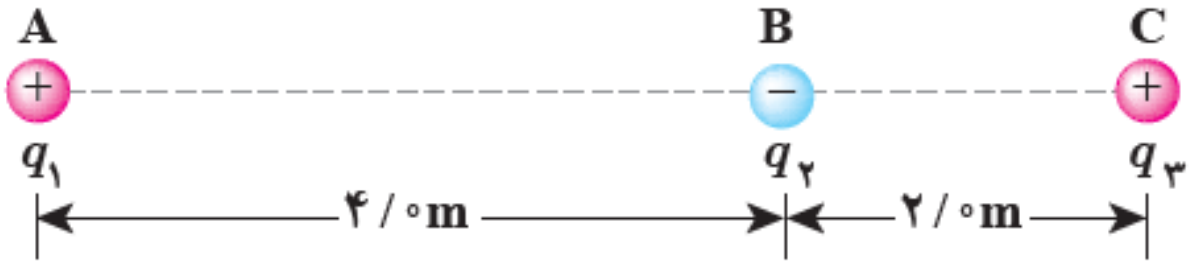
$$F_{13}=\frac{kq_1q_3}{r^2}=\frac{9\times10^9\times2/5\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{(4+2)^2}=2/5\times10^{-3}\,N$$ به سمت راست

$$F_{23}=\frac{kq_2q_3}{r^2}=\frac{9\times10^9\times1\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{(2)^2}=9\times10^{-3}\,N$$ به سمت چپ

$$\text{نیروی برآیند}=9\times10^{-3}-2/5\times10^{-3}=6/5\times10^{-3}$$ به سمت چپ

تمرین ۱ــ۲

در مثال ۱ــ ۳، نیروی خالص وارد بر بار q_2 را به‌دست آورید.

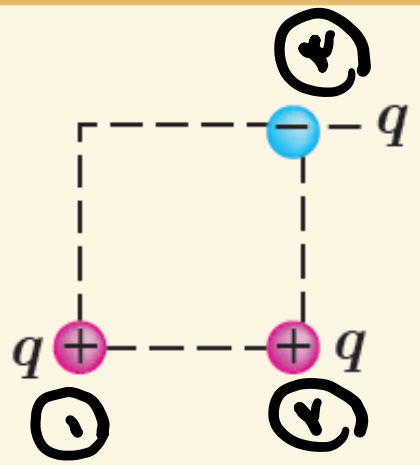


$$F_{12} = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 2.5\times10^{-6} \times 1\times10^{-6}}{(4)^2} = 1.4\times10^{-3}\ N$$ به سمت چپ

$$F_{32} = \frac{k|q_2||q_3|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 1\times10^{-6} \times 4\times10^{-6}}{(2)^2} = 9\times10^{-3}\ N$$ به سمت راست

$$\Rightarrow F_{\text{برآیند}} = 9\times10^{-3} - 1.4\times10^{-3} = 7.6\times10^{-3}\ N$$ به سمت راست

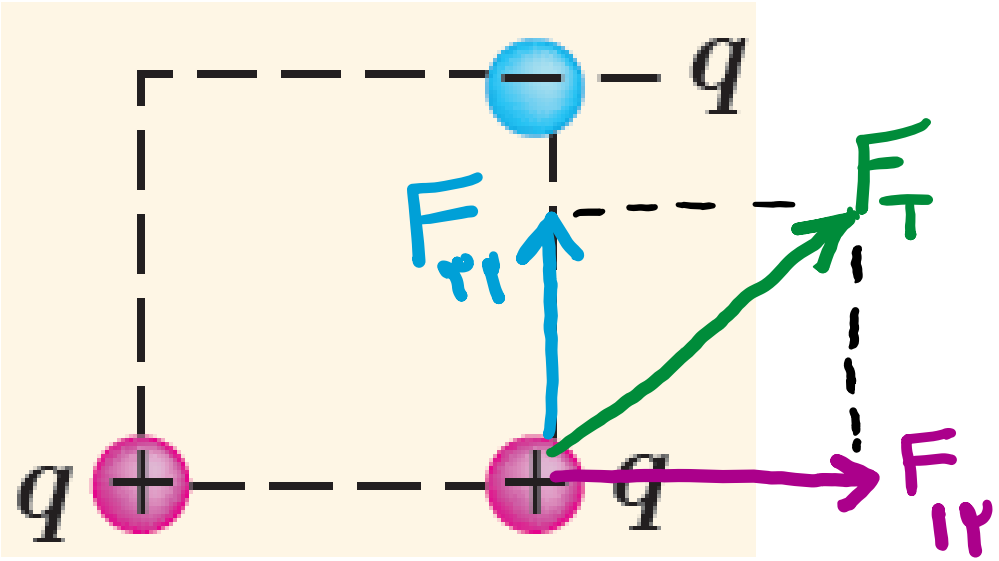
پرسش ۱ـ ۳



سه ذرّهٔ باردار مطابق شکل روبه‌رو، در سه گوشهٔ یک مربع قرار دارند.

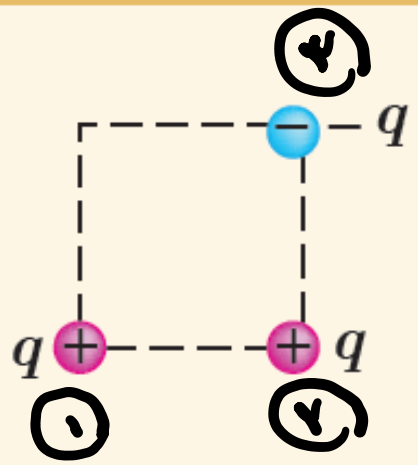
الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی را تعیین کنید.

ب) اگر ذرّهٔ سمت چپ پایینی به جای q، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی چگونه خواهد بود؟



مبدأ بردار نیروی برآیند

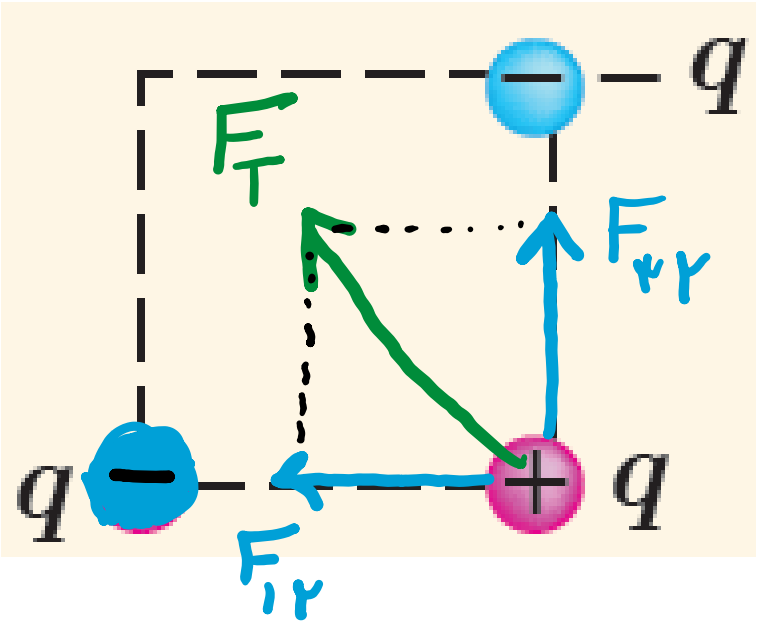
پرسش ۱ـ ۳



سه ذرّهٔ باردار مطابق شکل روبه‌رو، در سه گوشهٔ یک مربع قرار دارند.

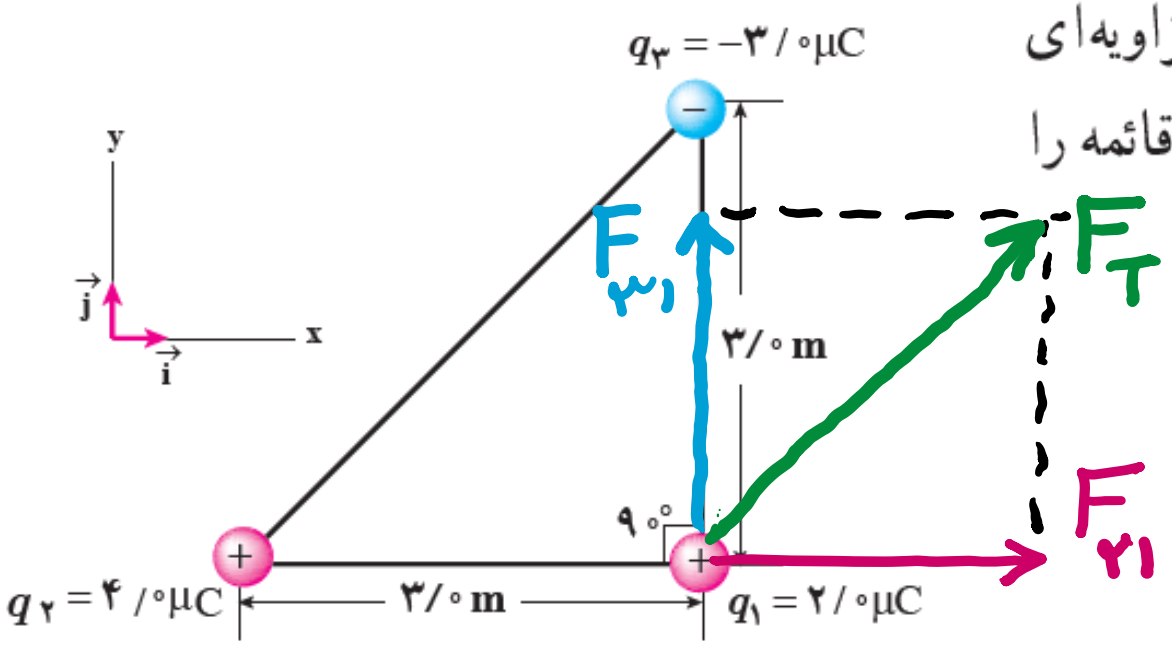
الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی را تعیین کنید.

ب) اگر ذرّهٔ سمت چپ پایینی به جای q، بار $q-$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی چگونه خواهد بود؟



بدست شمال غرب

سه ذرّهٔ باردار مطابق شکل روبه‌رو در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر ذرّهٔ واقع در رأس قائمه را به‌دست آورده و اندازهٔ این نیرو را محاسبه کنید.



$$F_T = 10 \times 10^{-3}\ N$$

$$F_{21} = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-6} \times 2\times10^{-6}}{3^2} = 8\times10^{-3}\ N$$

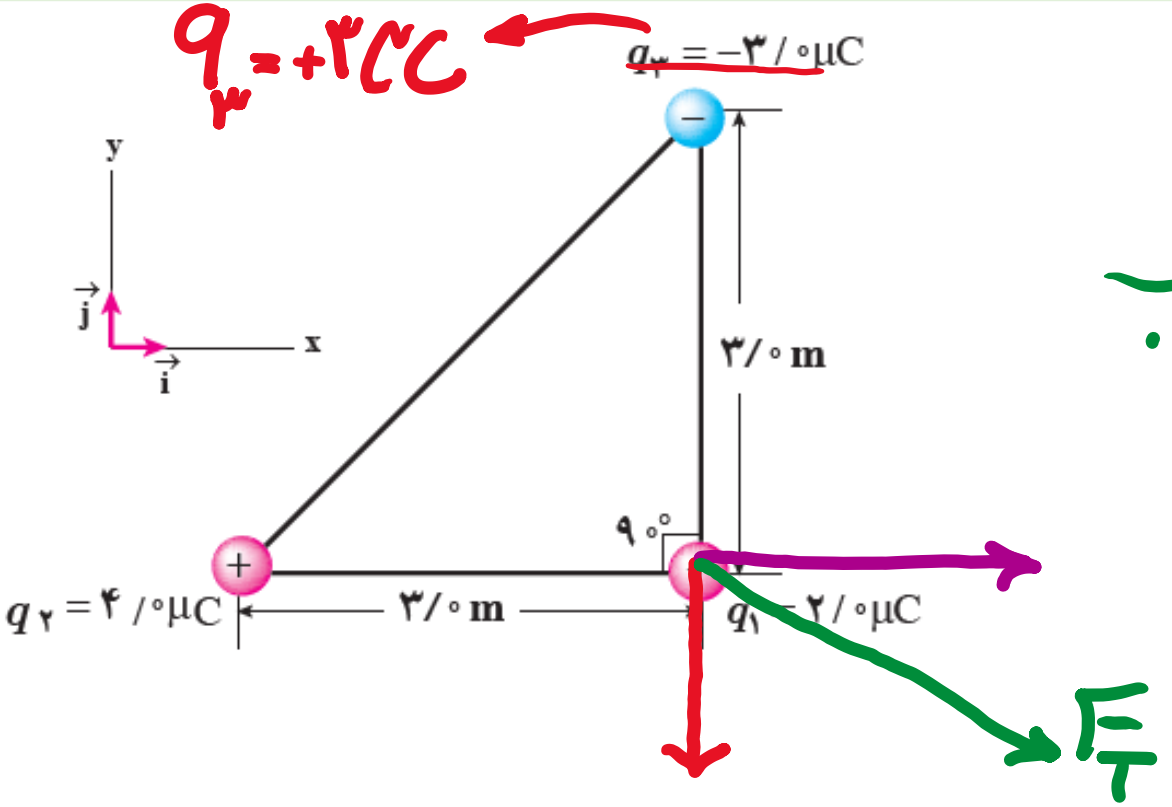
$$F_{31} = \frac{k|q_1||q_3|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-6} \times 3\times10^{-6}}{3^2} = 6\times10^{-3}\ N$$

تمرین ۱ــ ۳

در مثال ۱ــ ۴ الف) اگر علامت بار q_3 تغییر کند جهت نیروی برایند وارد بر بار q_1 چگونه خواهد شد؟

ب) اگر علامت بار q_2 تغییر کند، جهت نیروی برایند وارد بر بار q_1 چگونه خواهد شد؟

پ) آیا اندازهٔ نیروی برایند وارد بر بار q_1 در قسمت‌های الف و ب با مقدار به دست آمده در مثال ۱ــ ۴ متفاوت است؟



$q_3 = +3\mu C$

الف) جهت نیروی برآیند به سمت جنوب شهر می شود.

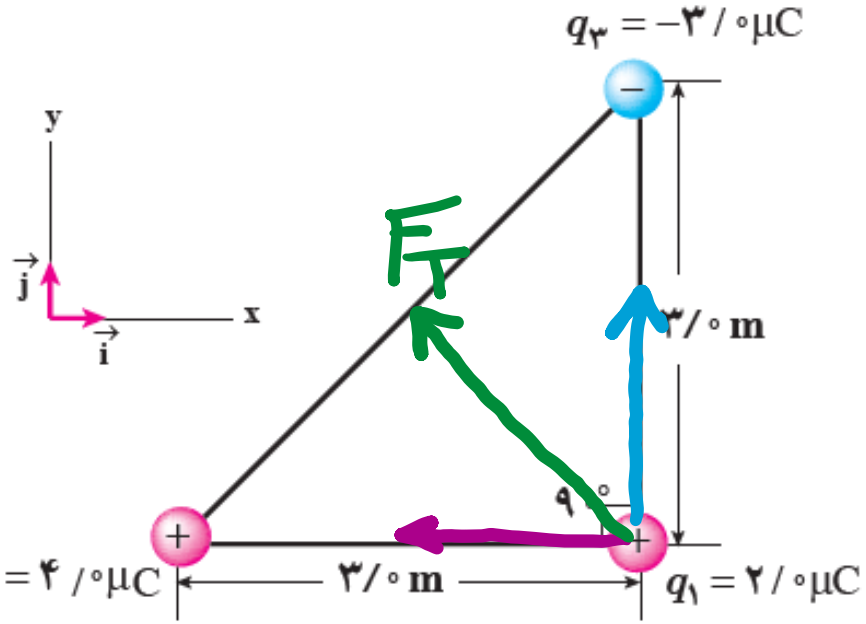
F_T

تمرین ۱ــ ۳

در مثال ۱ــ ۴ الف) اگر علامت بار q_3 تغییر کند جهت نیروی برایند وارد بر بار q_1 چگونه خواهد شد؟

ب) اگر علامت بار q_2 تغییر کند، جهت نیروی برایند وارد بر بار q_1 چگونه خواهد شد؟

پ) آیا اندازهٔ نیروی برایند وارد بر بار q_1 در قسمت‌های الف و ب با مقدار به دست آمده در مثال ۱ــ ۴ متفاوت است؟



$q_2 = -4\mu C$

ب) جهت نیروی برآیند به سمت شمال غربی می‌شود

پ) خیر، اندازه نیروی برآیند تغییری نمی‌کند فقط جهت آن عوض می‌شود.

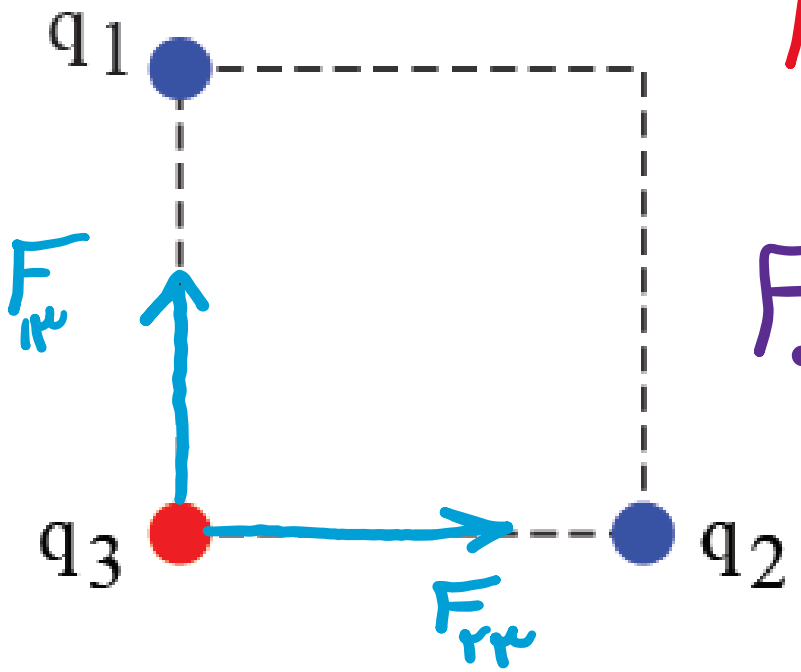
دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_1 = ۴/۰ nC$ و $q_۲ = -۶/۰ nC$ را با هم تماس می‌دهیم و سپس تا فاصله‌ی $r = ۳۰ cm$ از هم دور می‌کنیم. نیروی برهم‌کنش الکتریکی بین دو گوی را محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ربایشی؟

$$q_{\text{هر گوی}} = \frac{-۶+۴}{۲} = \frac{-۲}{۲} = -۱ nC$$

$$F = \frac{k q_1 q_۲}{r^۲} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۱\times۱۰^{-۹} \times ۱\times۱۰^{-۹}}{(۳۰\times۱۰^{-۲})^۲} = ۱۰^{-۷} N$$

رانشی است :

سه ذره‌ی باردار q_1 ، q_2 و q_3 مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع $3m$ ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_2 = -5\mu C$ و $q_3 = +2\mu C$ باشد، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_3 را بر حسب بردارهای یکه‌ی $\vec{i}$ و $\vec{j}$ تعیین کنید.

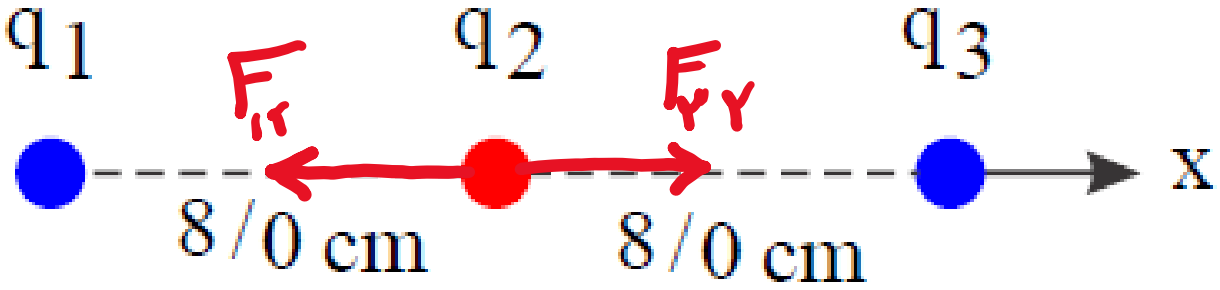


$$F_{13} = \frac{k q_1 q_3}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 5\times10^{-6} \times 2\times10^{-6}}{3^2} = 10^{-2}\,N$$

$$F_{23} = 10^{-2}$$

$$\vec{F_T} = 10^{-2}\vec{i} + 10^{-2}\vec{j}$$

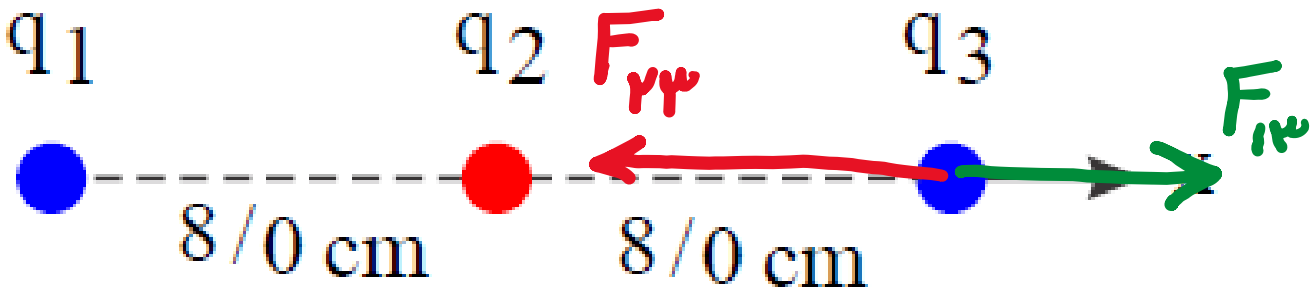
بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -۴٫۰nC$ ، $q_2 = +۵٫۰nC$ و $q_3 = -۴٫۰nC$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q_2 و q_3 را محاسبه کنید.



نیروی خالص وارد بر q_2

$F_{32} = F_{12}$

$\rightarrow F_{\text{برآیند}} = 0$



به‌سمت راست :

$$F_{۱۳} = \frac{k q_1 q_3}{r^2} = \frac{۹\times۱۰^{۹} \times ۴\times۱۰^{-۹} \times ۴\times۱۰^{-۹}}{(۱۶\times۱۰^{-۲})^2} = \frac{۹}{۱۶}\times۱۰^{-۹} N = ۵/۶۲۵\times۱۰^{-۶} N$$

$$F_{۲۳} = \frac{k q_2 q_3}{r^2} = \frac{۹\times۱۰^{۹} \times ۵\times۱۰^{-۹} \times ۴\times۱۰^{-۹}}{(۸\times۱۰^{-۲})^2} = ۲/۸\times۱۰^{-۵} N$$: به‌سمت چپ

$$F_{\text{برآیند}} = ۲/۸\times۱۰^{-۵} - ۵/۶۲۵\times۱۰^{-۶} = ۲/۲۴\times۱۰^{-۵} N$$ به‌سمت چپ

در شکل روبه رو، دو گوی مشابه به جرم $2/5g$ و بار یکسان مثبت q در فاصله‌ی $1/0\ cm$ از هم قرار دارند، به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است.

الف) اندازه‌ی بار را به دست آورید.

$$F=mg \rightarrow \frac{kqq}{r^2}=mg \rightarrow \frac{kq^2}{r^2}=mg \rightarrow q^2=\frac{mgr^2}{k}$$

$$\rightarrow q^2=\frac{2/5\times10^{-3}\times10\times1\times10^{-2}\times1\times10^{-2}}{9\times10^9}=\frac{25}{9}\times10^{-14}$$

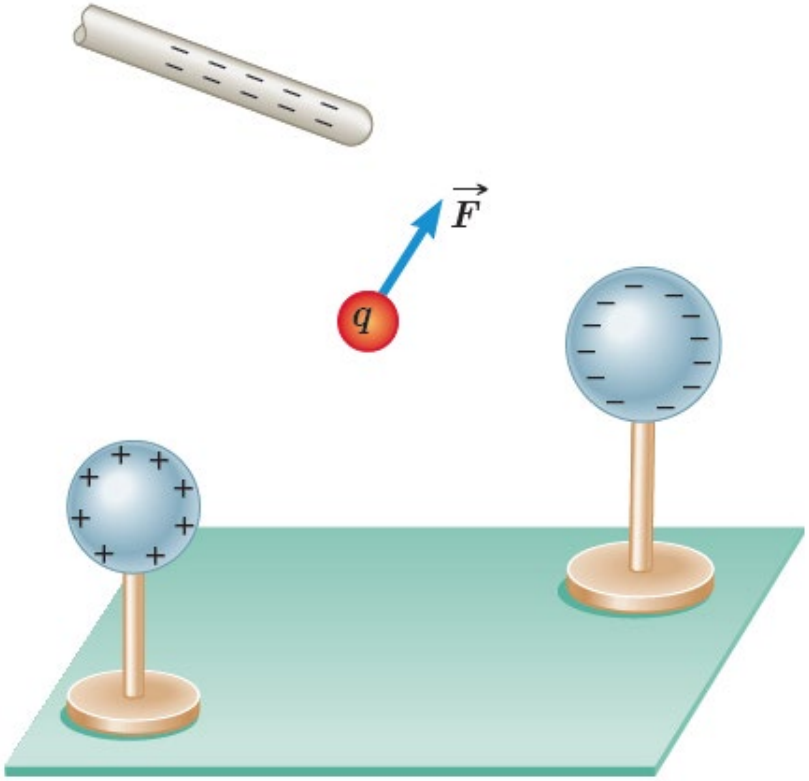
$$\rightarrow q=\frac{5}{3}\times10^{-7}C \rightarrow q=\frac{500}{3}nC=14/4nC$$

ب) تعداد الکترون‌های کنده‌شده از هر گوی چقدر است؟

$$q = ne \rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{\frac{8}{3} \times 10^{-8}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\rightarrow n \simeq 1 \times 10^{11}$$

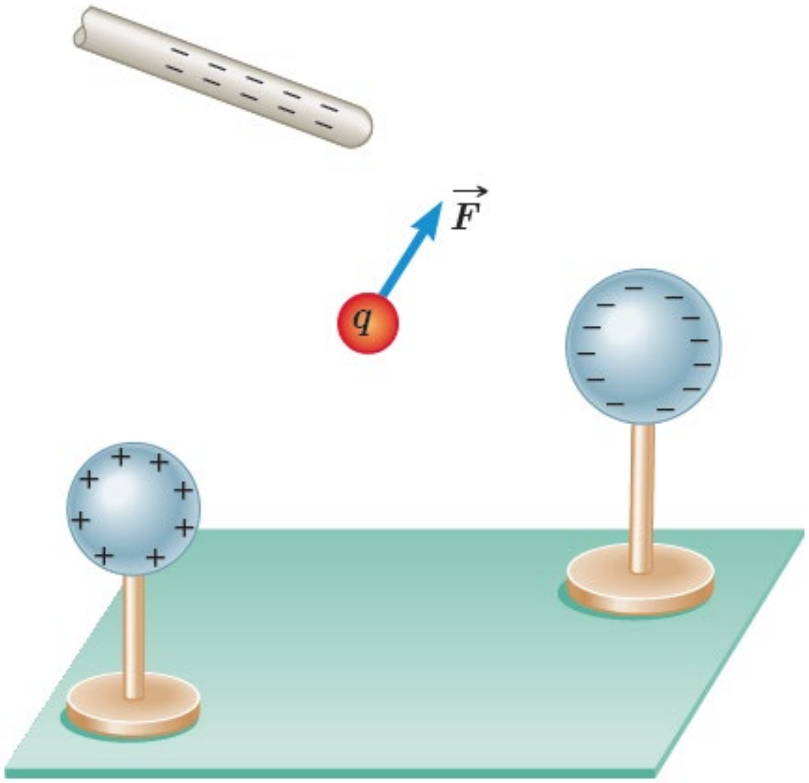
بار آزمون نشان داده شده در شکل $q_0 = +۳/۰ \times ۱۰^{-۸}\,C$ است و از سوی دو گوی و یک میلهٔ باردار نیرویی برابر با $F = ۶/۰ \times ۱۰^{-۵}\,N$ در جهت نشان داده شده بر آن وارد می‌شود.



الف) میدان الکتریکی در محل بار آزمون را تعیین کنید.

$$E = \frac{F}{q_0} = \frac{۶ \times ۱۰^{-۵}}{۳ \times ۱۰^{-۸}} = ۲ \times ۱۰^{۳}\ \frac{N}{C}$$

ب) اگر بار $+۱۲\times۱۰^{-۸}\ C$ را به جای $q_۰$ قرار دهیم، چه نیرویی به آن وارد می‌شود؟



$$F = qE = ۱۲\times۱۰^{-۸} \times ۲\times۱۰^{۳}$$

$$= ۲۴\times۱۰^{-۵}\ N$$

مولّد وان دوگراف[1] وسیله‌ای است که با استفاده از تسمه‌ای متحرک، بار الکتریکی را بر روی یک کلاهک توخالی فلزی جمع می‌کند. فرض کنید کلاهک این مولد، کره‌ای با شعاع ۰/۱۰m است و باری به بزرگی ۱/۰μC روی آن جمع می‌شود. با فرض آنکه همهٔ این بار در مرکز کره قرار داشته باشد، بزرگی میدان الکتریکی این بار را در فاصله‌های ۱/۰m، ۲/۰m، ۳/۰m و ۴/۰m، از مرکز کره به دست آورید و سپس با نقطه‌یابی، نمودار بزرگی میدان الکتریکی را برحسب فاصله از مرکز کره رسم کنید.

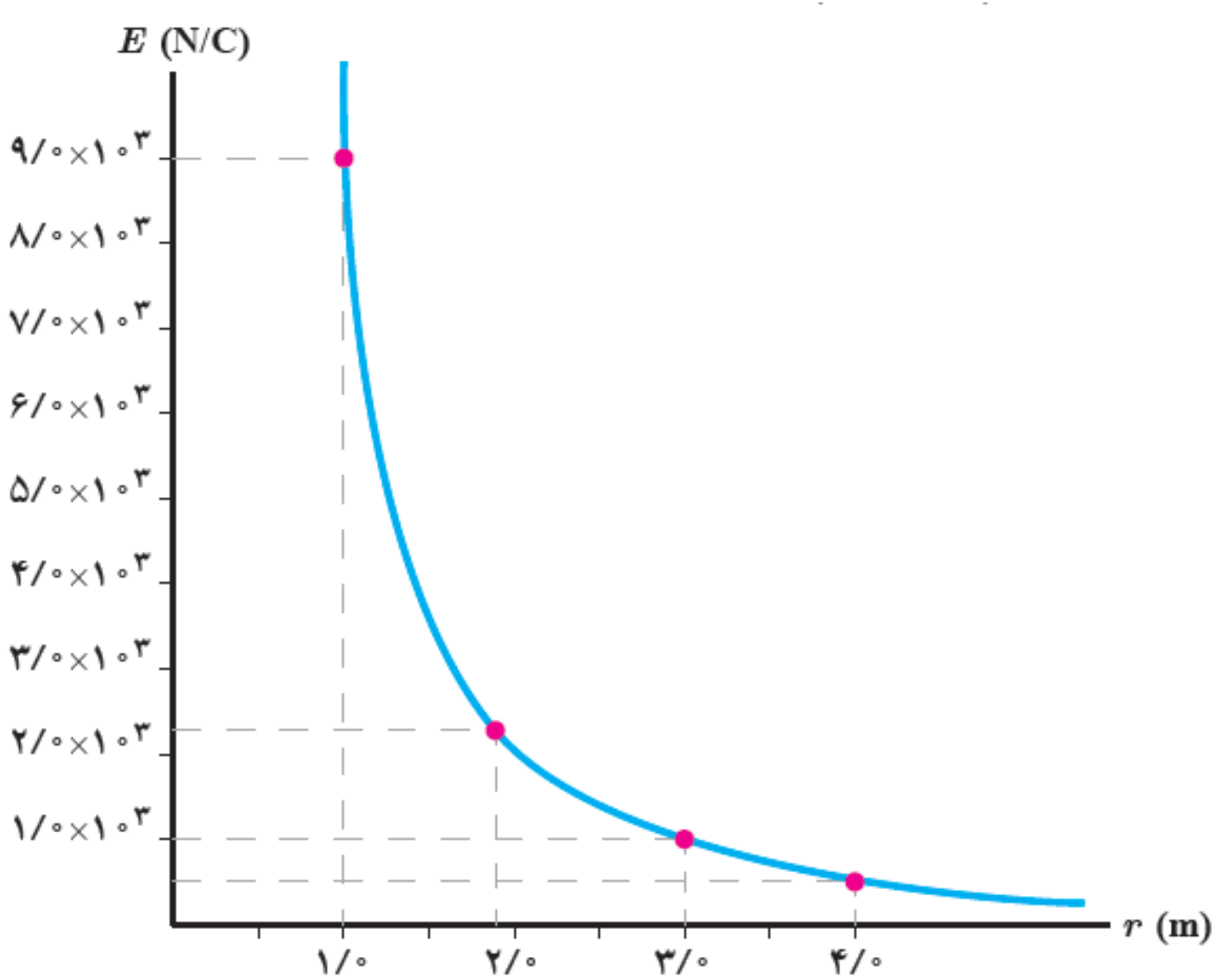
۰۹۱۲-۷۷۴۴-۲۸۱ ALIGEBRA.COM

$$r=1m \rightarrow E=\frac{kq}{r^2}=\frac{9\times10^{9}\times1\times10^{-4}}{1^2}=9\times10^{5}\frac{N}{C}$$

$$r=2m \rightarrow E=\frac{1}{4}=\frac{9\times10^{9}\times1\times10^{-4}}{2^2}=\frac{9}{4}\times10^{5}\frac{N}{C}$$

$$r=3 \longrightarrow E=\frac{9}{9}\times10^{5}\frac{N}{C}$$

$$r=4 \longrightarrow E=\frac{9}{16}\times10^{5}\frac{N}{C}$$



۰۹۱۲-۷۷۴۴-۲۸۱
ALIGEBRA.COM

تمرین ۱ــ۴

طبق *مدل بور* برای اتم هیدروژن، در حالت پایه فاصلهٔ الکترون از پروتون هسته برابر با $5/3\times10^{-11}\,m$ است.

الف) اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از پروتون هسته را در این فاصله تعیین کنید.

ب) در چه فاصله‌ای از پروتون هسته، بزرگی میدان الکتریکی برابر با بزرگی میدان الکتریکی حاصل از مولد وان‌دوگراف مثال پیش در فاصلهٔ $1/0\,m$ از مرکز کلاهک آن است؟

الف)

$$E=\frac{kq}{r^2}=9\times10^9\times\frac{1.4\times10^{-19}}{(5.3\times10^{-11})^2}=5.1\times10^{11}\ \frac{N}{C}$$

ب)

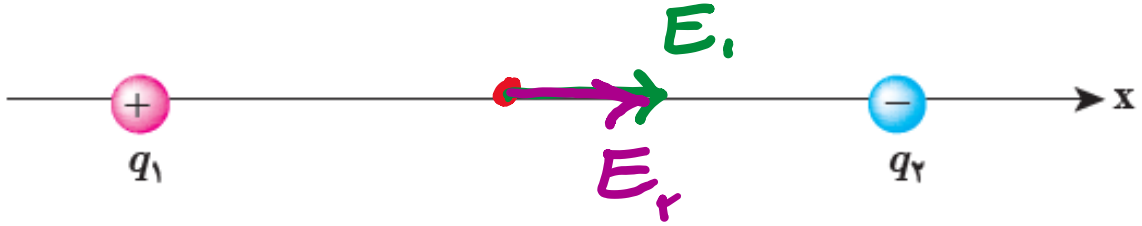
$$E=\frac{kq}{r^2}\rightarrow 9\times10^3=\frac{9\times10^9\times1.4\times10^{-19}}{r^2}\rightarrow r^2=14\times10^{-14}$$

$$r=4\times10^{-7}\,m$$

مثال ۱ـ ۷

مطابق شکل، دو ذرّه با بارهای $q_1=4/0\,\mu C$ و $q_2=-6/0\,\mu C$ در فاصلهٔ $8/0\,m$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. اندازهٔ میدان الکتریکی خالص را در نقطه‌های زیر به‌دست آورید :

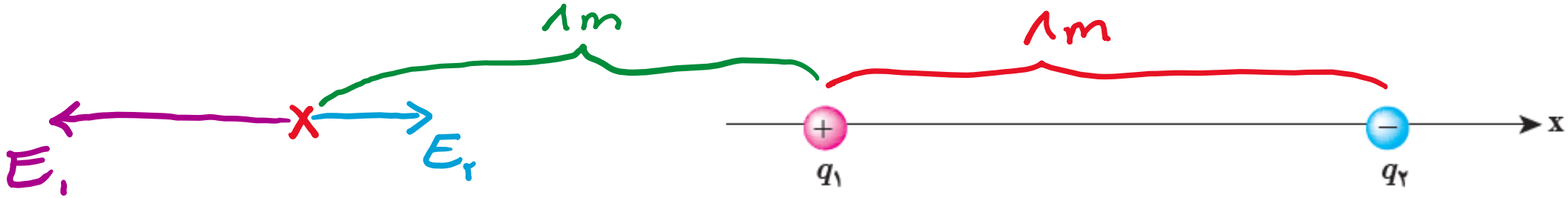
الف) در وسط خط واصل دو ذرّه،



$$E_T = E_1 + E_2 = \frac{kq_1}{r_1^2} + \frac{kq_2}{r_2^2} = \frac{k}{r^2}(q_1+q_2) =$$

$$E_T = \frac{9\times10^9}{4^2}\times(4+2)\times10^{-6} = \frac{9}{16}\times10^4 = 5/7\times10^4\ \frac{N}{C}$$

ب) در نقطه‌ای روی خط واصل دو ذرّه به فاصلهٔ ۸/۰ m از بار q_1 و ۱۶m از بار q_2.



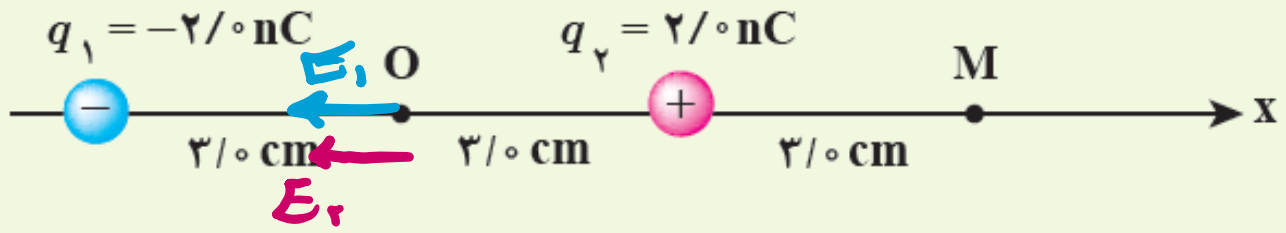
$$E_1 = \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-6}}{8^2} = 5.4\times10^2 \frac{N}{C}$$: به سمت چپ

$$E_2 = \frac{kq_2}{r_2^2} = \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-6}}{16^2} = 2.1\times10^2 \frac{N}{C}$$: به سمت راست

$$E_{\text{برآیند}} = 5.4\times10^2 - 2.1\times10^2 = 3.3\times10^2 \frac{N}{C}$$: به سمت چپ

تمرین ۱ــ۵

شکل زیر، آرایشی از دو بار الکتریکی هم‌اندازه و غیرهمنام (دوقطبی الکتریکی) را نشان می‌دهد که در آن فاصلهٔ دو بار از هم ۶/۰ cm است. میدان الکتریکی خالص را در نقطه‌های O و M به‌دست آورید.



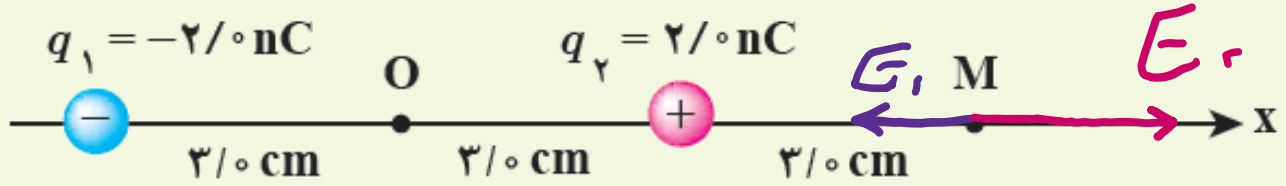
در نقطه O :

$$E_1 + E_2 = \frac{kq_1}{r^2} + \frac{kq_2}{r^2} = \frac{k}{r^2}(q_1 + q_2)$$

$$= \frac{9\times10^9 \times (2+2)\times10^{-9}}{(3\times10^{-2})^2} = \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-9}}{9\times10^{-4}} = 4\times10^4\ \frac{N}{C}$$

تمرین ۱ـ۵

شکل زیر، آرایشی از دو بار الکتریکی هم‌اندازه و غیرهمنام (دوقطبی الکتریکی) را نشان می‌دهد که در آن فاصلهٔ دو بار از هم ۶/۰ cm است. میدان الکتریکی خالص را در نقطه‌های O و M به‌دست آورید.



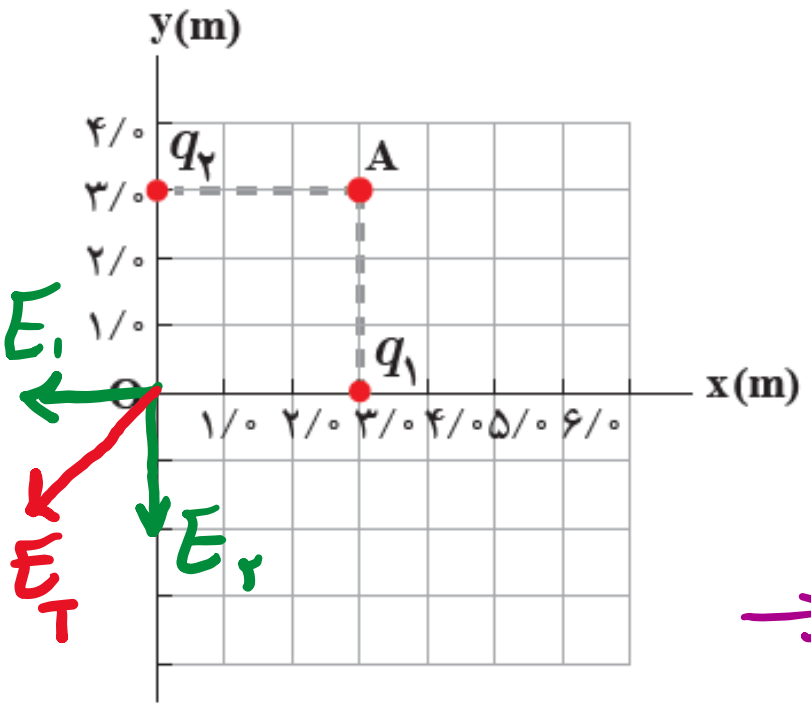
$$E_1 = \frac{kq_1}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-9}}{(9\times10^{-2})^2} = \frac{2}{9}\times10^{+4}\ \frac{N}{C}$$

$$E_2 = \frac{kq_2}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-9}}{(3\times10^{-2})^2} = 2\times10^{+4}\ \frac{N}{C}$$

در نقطهٔ M:

$$\rightarrow E_T = \frac{14}{9}\times10^{+4}\ \frac{N}{C}$$ به سمت راست:

شکل روبه‌رو، دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 را در صفحهٔ xy نشان می‌دهد. میدان الکتریکی خالص را در نقطهٔ O (مبدأ مختصات) تعیین کنید. $(q_1 = q_2 = 5/0\ \mu C)$

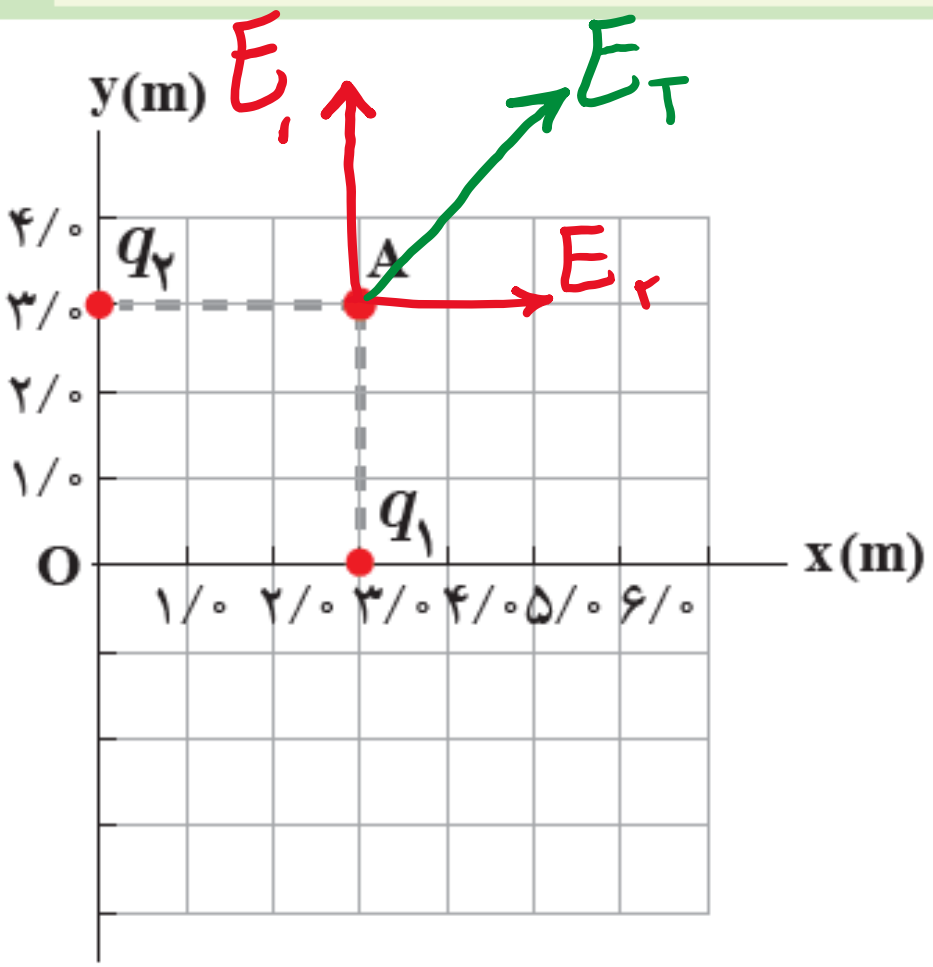


$$E_1 = E_2 = \frac{kq}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 5\times10^{-6}}{3^2} = 5\times10^3\ \frac{N}{C}$$

$$\rightarrow E_T = 5\times10^3 \times \sqrt{2}\ \frac{N}{C}$$

تمرین ۱ــ۶

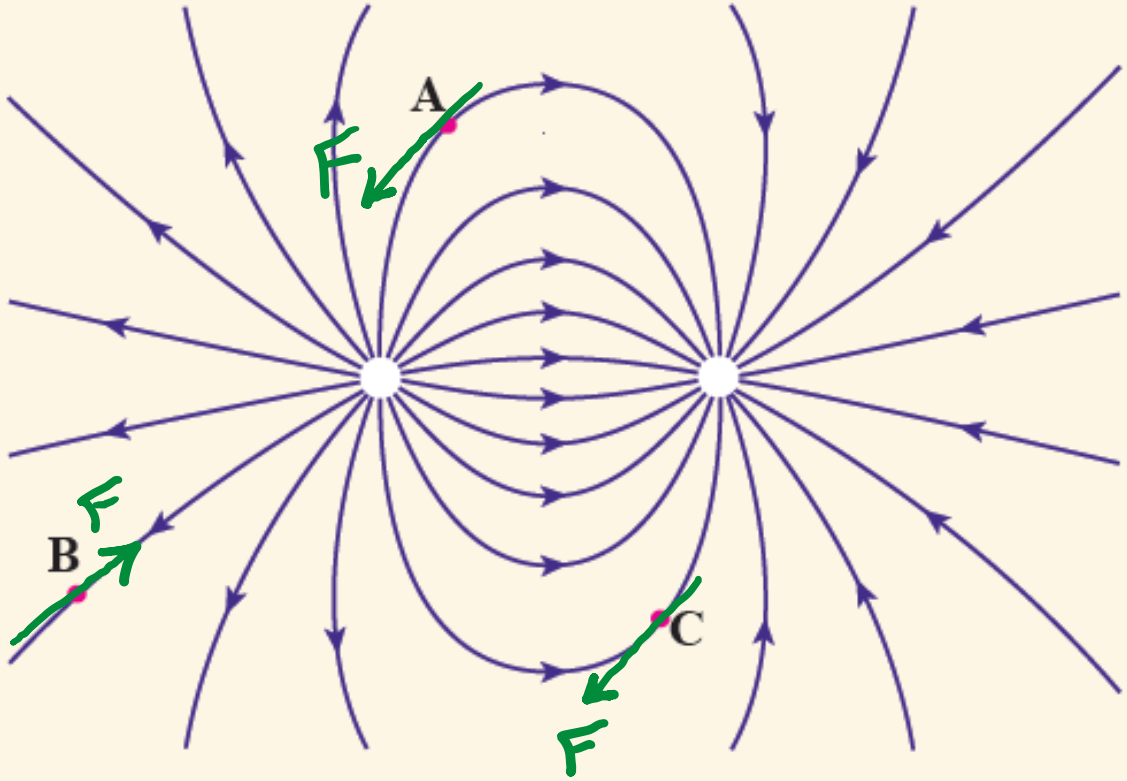
میدان الکتریکی خالص حاصل از آرایش بار مثال ۱ــ۸ را در نقطهٔ A تعیین کنید.



$$E_1 = E_2 = \frac{kq}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 5\times10^{-6}}{3^2}$$

$$E_T = 5\times10^3 \times \sqrt{2}\ \frac{N}{C}$$

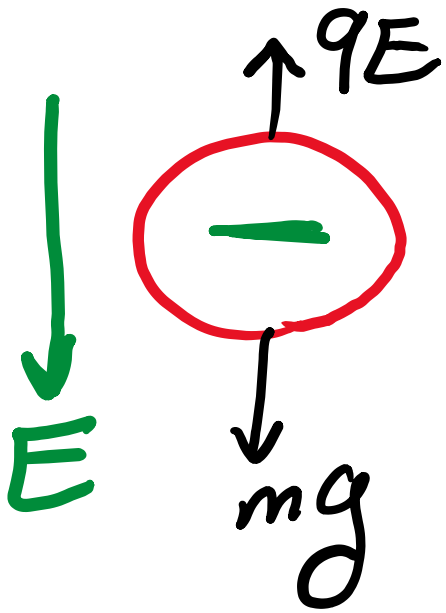
پرسش ۱ـ۵



بار $q-$ را در نقطه‌های A، B و C از میدان الکتریکی غیریکنواخت شکل روبه‌رو قرار دهید و جهت نیروی الکتریکی وارد بر این بار منفی را تعیین کنید.

تمرین ۱ـ۷

روی سطح بادکنکی به جرم $1/0g$ بار الکتریکی $-200nC$ ایجاد می کنیم و آن را در یک میدان الکتریکی قرار می‌دهیم. بزرگی و جهت این میدان الکتریکی را در صورتی که بادکنک معلق بماند، تعیین کنید. از نیروی شناوری وارد به بادکنک چشم‌پوشی کنید.

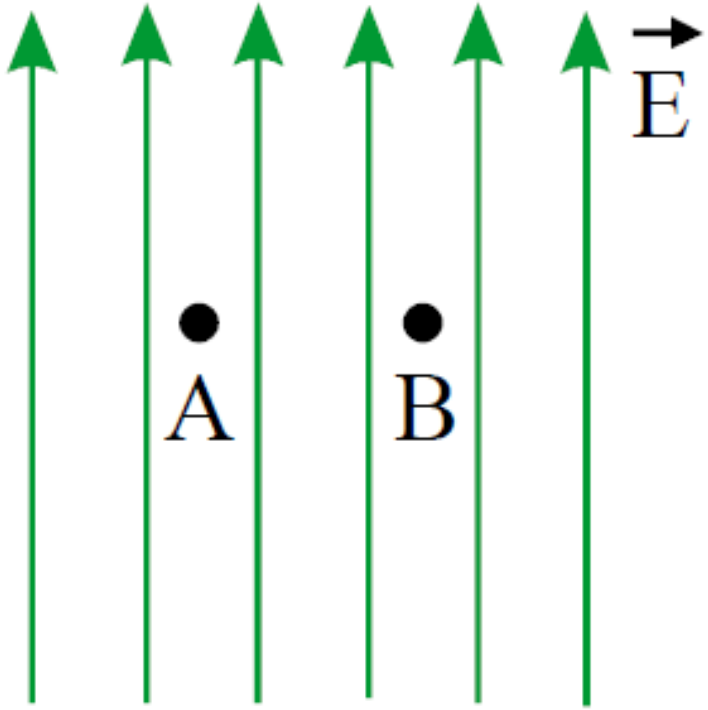


$$qE = mg \rightarrow E = \frac{mg}{q} = \frac{10 \times 10^{-3} \times 10}{200 \times 10^{-9}}$$

$$\rightarrow E = \frac{10^4}{2} = 5 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

بدبار منفی نیرو در خلاف جهت میدان وارد می‌شود پس میدان رو به پایین است.

یک ذرّه‌ی باردار را یک بار در نقطه‌ی A و بار دیگر در نقطه‌ی B قرار می‌دهیم. نیرویی که از طرف میدان الکتریکی بر این ذرّه‌ی باردار در این دو نقطه وارد می‌شود را مقایسه کنید.



$F = qE$

q ثابت

E ثابت

$\rightarrow F_A = F_B$

باهم برابرند.

در میدان یکنواخت اندازه میدان در تمام نقاط باهم برابرند.

هسته‌ی آهن شعاعی در حدود $۴٫۰ \times ۱۰^{-۱۵}\ m$ دارد و تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است. الف) بزرگی نیروی دافعه‌ی بین دو پروتون این هسته که به فاصله‌ی $۴٫۰ \times ۱۰^{-۱۵}\ m$ از هم قرار دارند چقدر است؟

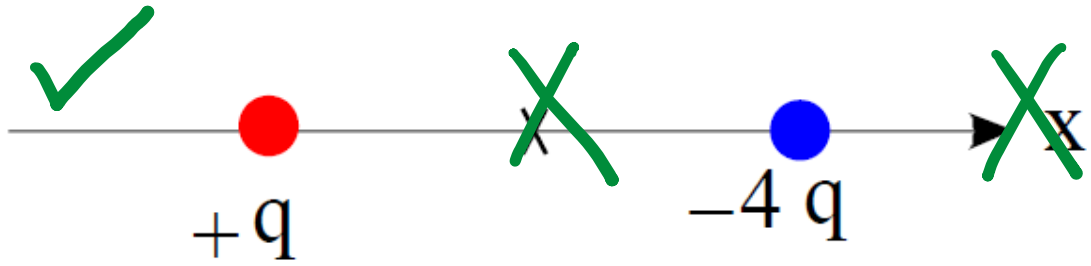
$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times (۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹})^2}{(۴ \times ۱۰^{-۱۵})^2} = ۱۴٫۴\ N$$

ب) اندازه‌ی میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصله‌ی $1/0 \times 10^{-10}\ m$ از مرکز هسته چقدر است؟

$$E = \frac{kq}{r^2} = \frac{9\times10^{9}\times24\times1.4\times10^{-19}}{(10^{-10})^2} = 3.14\times10^{12}\ \frac{N}{C}$$

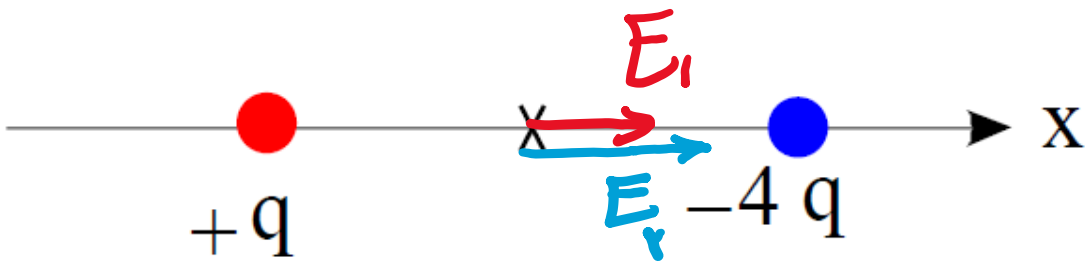
شکل زیر، دو ذرّه‌ی باردار را نشان می‌دهد که در جای خود روی محور x ثابت شده‌اند. بارها در فاصله‌ی یکسان a از مبدأ مختصات (نقطه‌ی O) قرار دارند.

(الف) در کجای این محور (غیر از بی‌نهایت) نقطه‌ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برآیند برابر با صفر است؟



دست چپ بار $+q$

(ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در مبدأ مختصات را بیابید.

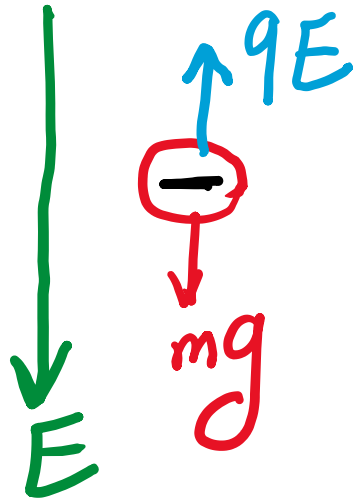


$$E_1 = \frac{kq}{r^2}$$

$$E_2 = \frac{k(4q)}{r^2}$$

$$\longrightarrow E_T = \frac{4kq}{r^2} + \frac{kq}{r^2} = \frac{5kq}{r^2}$$

در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۵٫۰ \times ۱۰^{۵} \frac{N}{C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذرّه‌ی بارداری به جرم $۲٫۰\ g$ معلّق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذرّه را مشخص کنید.

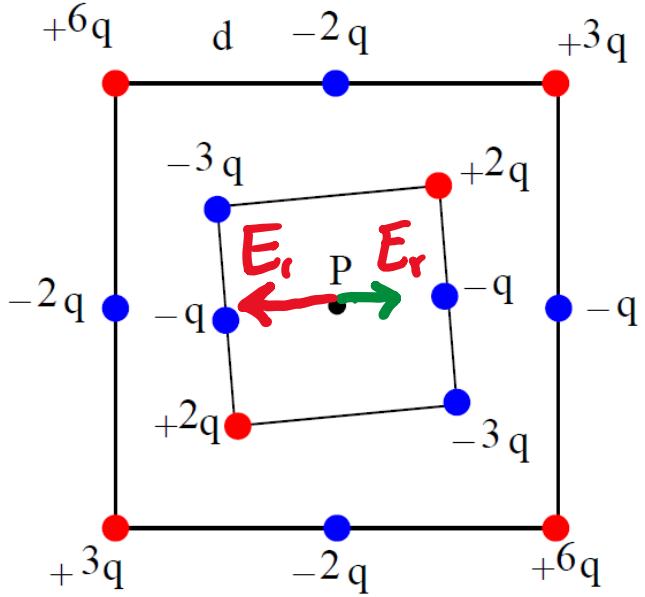


$$mg = qE \rightarrow q = \frac{mg}{E} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰}{۵ \times ۱۰^{۳}}$$

$$\rightarrow q = \frac{۲}{۵} \times ۱۰^{-۷} = ۴۰ \times ۱۰^{-۹} = ۴۰nC$$

بار باید منفی باشد تا نیروی که به آن وارد می‌شود به سمت بالا باشد.

شکل زیر دو آرایه‌ی مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها که در نقطه‌ی P هم‌مرکزند، همردیف نیستند. ذرّه‌ها روی محیط مربع به فاصله‌ی d یا $\frac{d}{2}$ از هم قرار گرفته‌اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ی P چیست؟

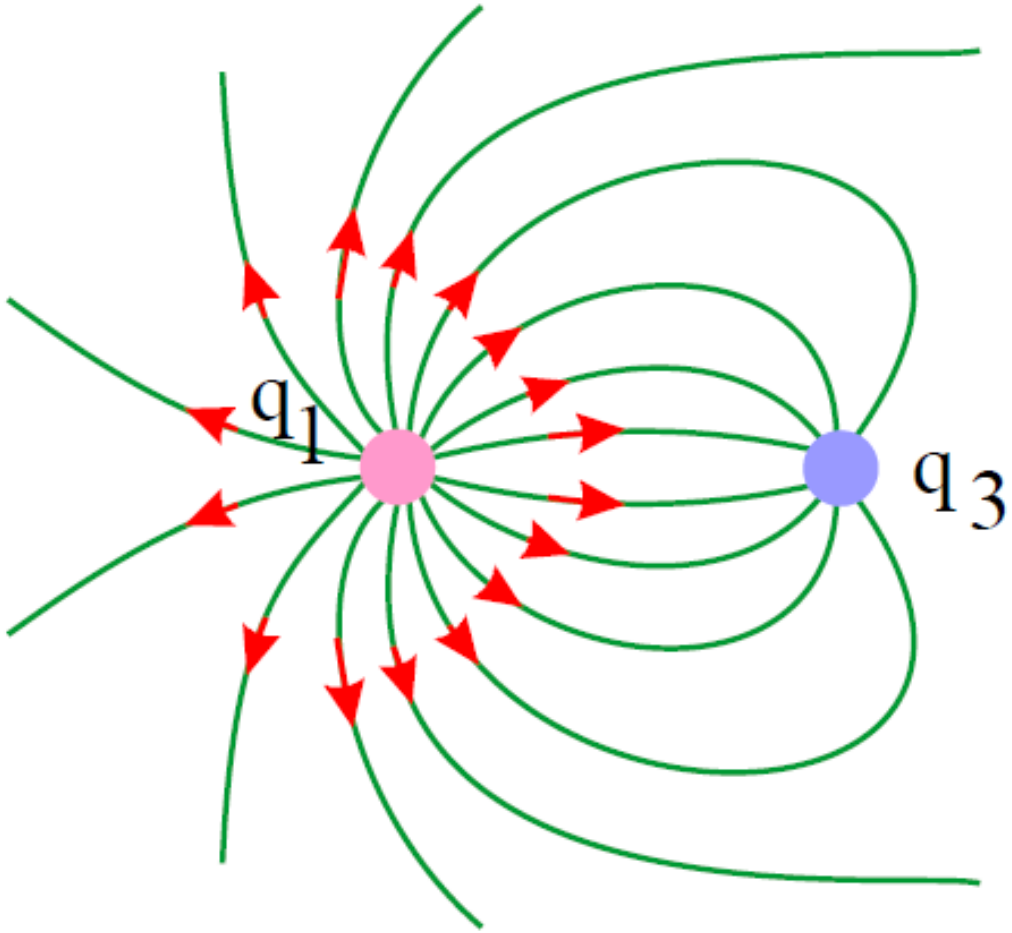


تمام میدان‌ها اثر همدیگر را $\frac{1}{2}$ به $\frac{1}{2}$ از بین هر بردو نصف میدان حاصل از $-q$ و $-2q$ باقی می‌ماند:

$$E_T = E_1 - E_2 = \frac{k(2q)}{d^2} - \frac{kq}{d^2} = \frac{kq}{d^2}$$

جهت چپ

خطوط میدان الکتریکی برای دو کره‌ی رسانای باردار کوچک در شکل روبه‌رو نشان داده شده است. نوع بار هر کره را تعیین کرده و اندازه‌ی آن‌ها را مقایسه کنید.



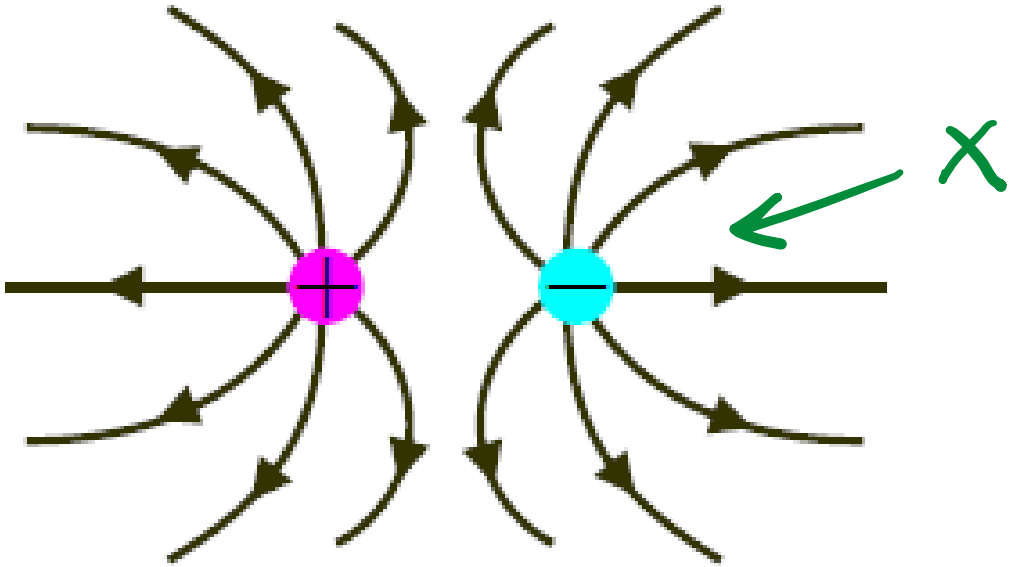
$q_1 \rightsquigarrow +$

$q_3 \rightsquigarrow -$

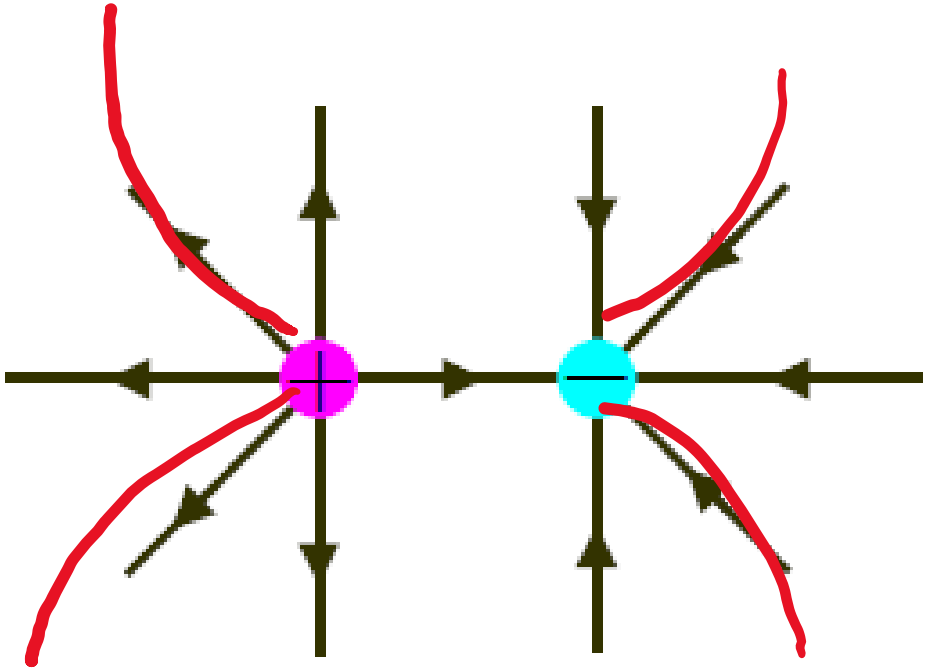
$|q_1| > |q_3|$

در شکل‌های زیر، اندازه‌ی دو بار، یکسان ولی علامت آن‌ها مخالف هم است.

کدام آرایش‌های خطوط میدان نادرست است؟ دلیل آن را توضیح دهید.



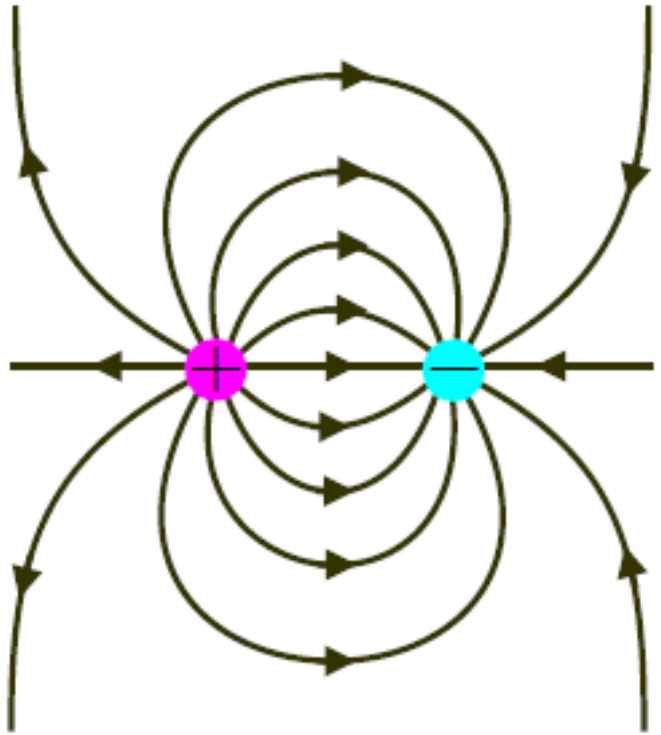
(الف) نادرست



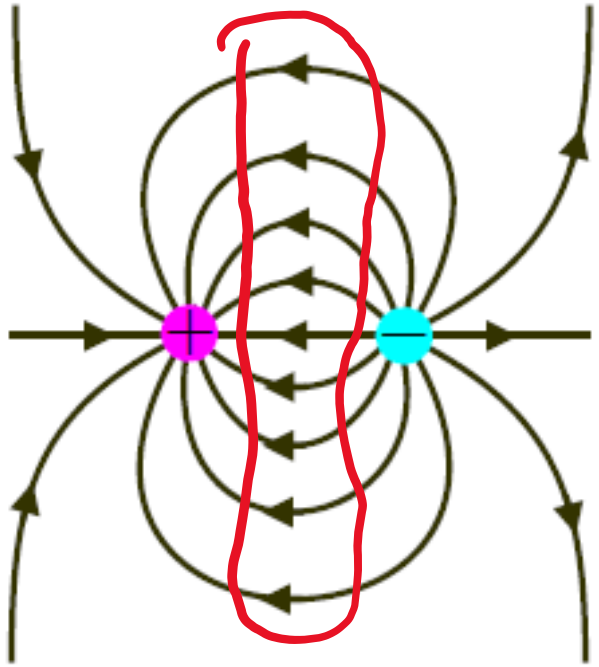
(پ) نادرست

در شکل‌های زیر، اندازه‌ی دو بار، یکسان ولی علامت آن‌ها مخالف هم است.

کدام آرایش‌های خطوط میدان نادرست است؟ دلیل آن را توضیح دهید.



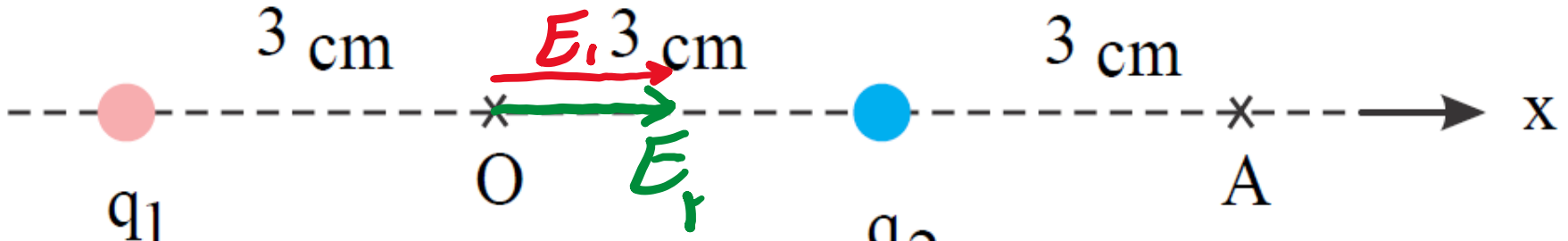
(ت)



(ب)

دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1 = +۱٫۰\ nC$ و $q_2 = -۱٫۰\ nC$ مطابق شکل زیر به فاصله‌ی $۶٫۰\ cm$ از یکدیگر قرار دارند.

الف) جهت و اندازه‌ی میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به دست آورید.

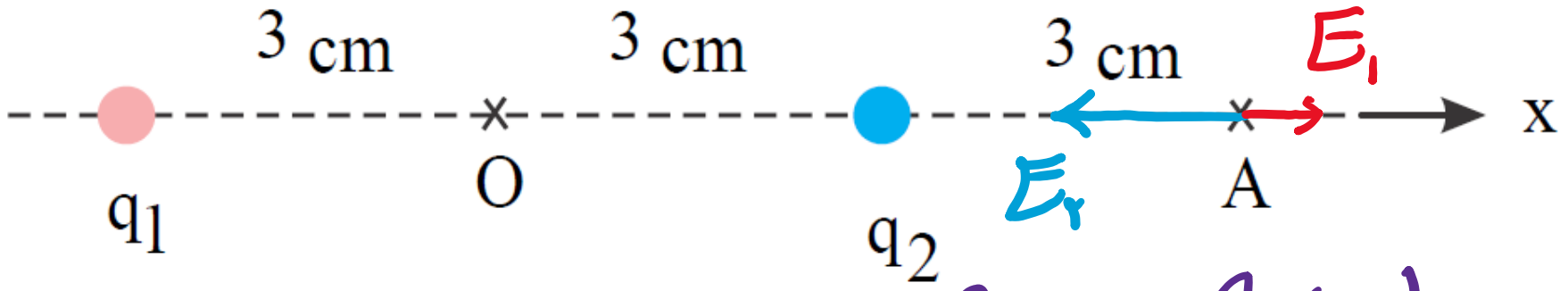


نقطه O:

$$E_T = E_1 + E_2 = \frac{kq_1}{r_1^2} + \frac{kq_2}{r_2^2} = \frac{۲\times۹\times۱۰^{۹}\times۱\times۱۰^{-۹}}{(۳\times۱۰^{-۲})^2} = ۲\times۱۰^{+۴}\ \frac{N}{C}$$

دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1 = +۱٫۰\ nC$ و $q_2 = -۱٫۰\ nC$ مطابق شکل زیر به فاصله‌ی $۶٫۰\ cm$ از یکدیگر قرار دارند.

الف) جهت و اندازه‌ی میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به دست آورید.

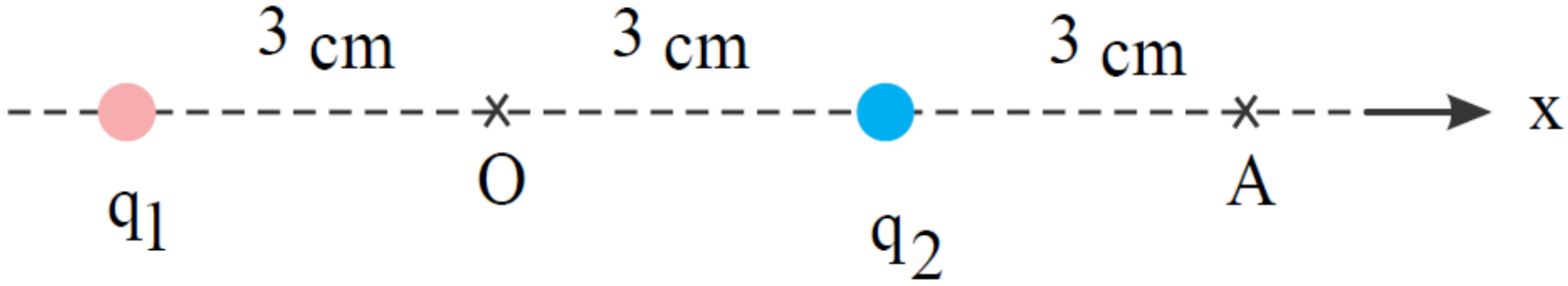


نقطه A :

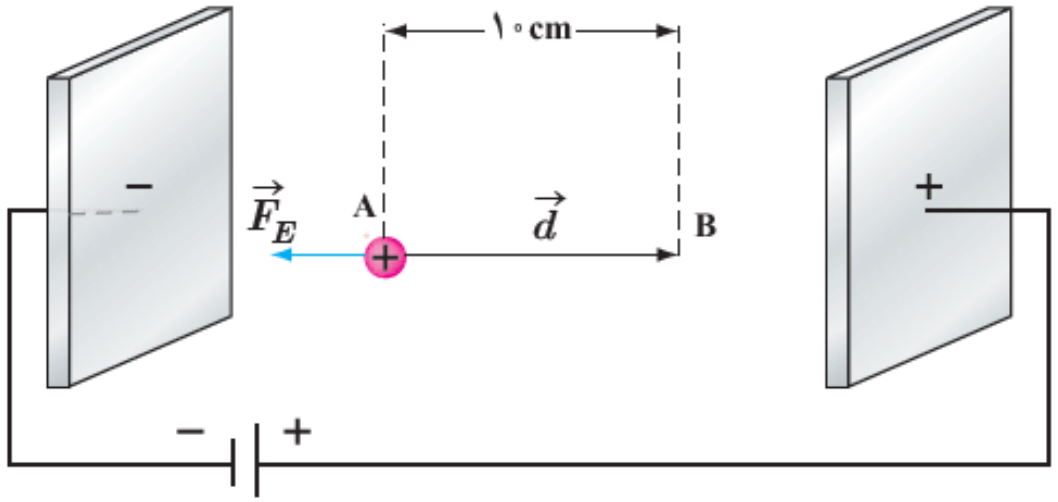
$$E_T = E_2 - E_1 = \frac{kq_2}{r_2^2} - \frac{kq_1}{r_1^2} = 9\times10^9 \times 1\times10^{-9}\left(\frac{1}{(3\times10^{-2})^2} - \frac{1}{(9\times10^{-2})^2}\right)$$

$$E_T = 9\left(\frac{9-1}{81\times10^{-4}}\right) = \frac{9\times8}{81\times10^{-4}} = \frac{8}{9}\times10^{+4}\ \frac{N}{C}$$

ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟



خیر . چون اندازه بارها باهم برابرند .



در یک میدان الکتریکی یکنواخت $E = ۲/۰\times۱۰^{۳}\,N/C$، پروتونی از نقطهٔ A با سرعت $\vec{v}_{\circ}$ در خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب شده است. پروتون سرانجام در نقطهٔ B متوقف می‌شود. بار پروتون $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}C$ و جرم آن $۱/۶۷ \times ۱۰^{-۲۷}kg$ است.

الف) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی پروتون در این جابه‌جایی چقدر است؟

$$\Delta U = qEd = ۱,۶\times۱۰^{-۱۹}\times۲\times۱۰^{۳}\times۱۰\times۱۰^{-۲}$$

$$\Delta U = ۳,۲\times۱۰^{-۱۷}J$$

ب) تندی پرتاب پروتون را پیدا کنید (از وزن پروتون و مقاومت هوا چشم‌پوشی شود).

$$W_{F_r} = -\Delta U = \Delta K \rightsquigarrow \Delta U = K_1 - \cancel{K_2}^{\,0} = \frac{1}{2} m V_1^2$$

$$\Delta U = 2{,}2 \times 10^{-17} = \frac{1}{2} \times 1{,}67 \times 10^{-27} V^2 \rightsquigarrow V^2 = 2{,}8 \times 10^{10}$$

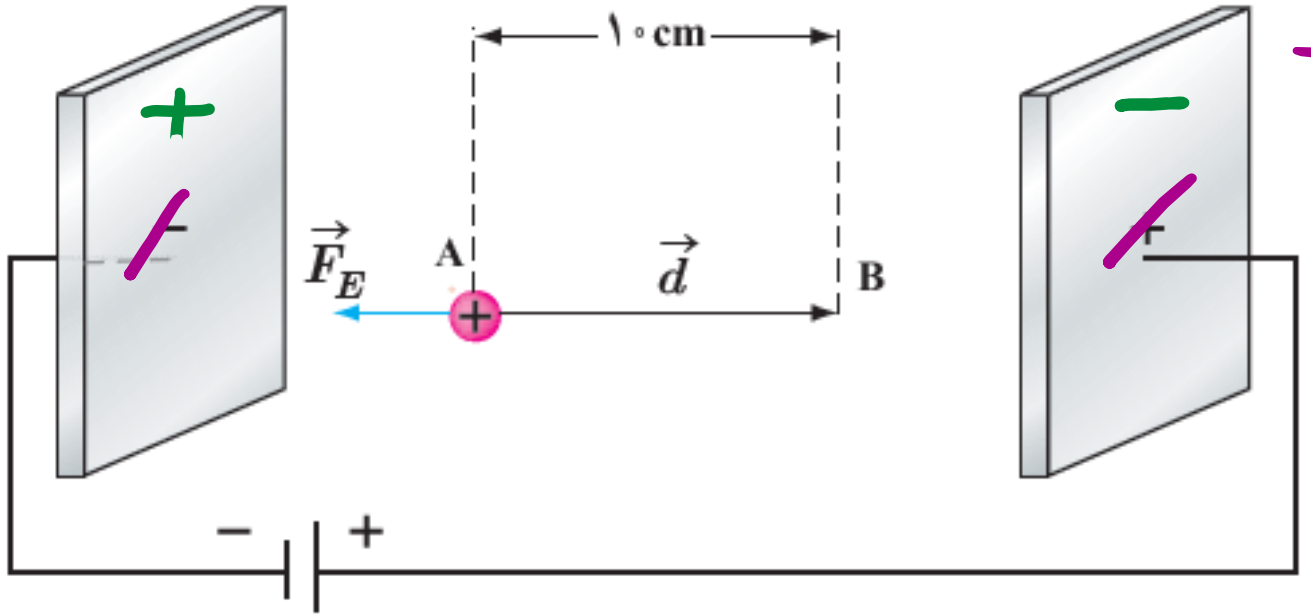
$$V = 1{,}94 \times 10^5 \frac{m}{s} \rightsquigarrow V \simeq 2 \times 10^5 \frac{m}{s}$$

تمرین ۱ـ۸

در مثال ۱ـ۱۰ اگر جای قطب‌های باتری عوض شود و پروتون را در نقطهٔ A از حالت سکون رها کنیم، پروتون با چه تندی‌ای به نقطهٔ B می‌رسد؟

$$-\Delta U_{AB} = W_{AB} = \Delta K_{AB} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

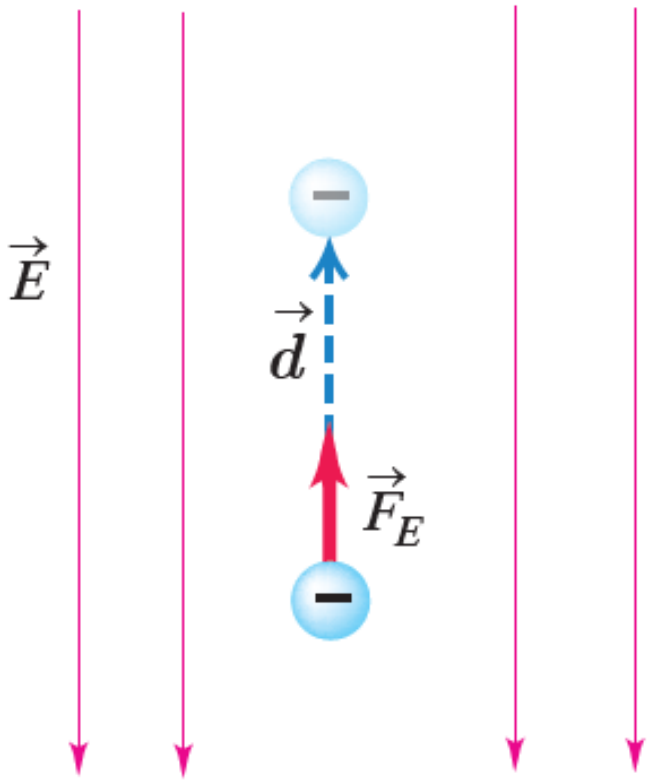
$v_A = 0$



$$\rightarrow qEd = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\rightarrow v_B^2 = \frac{2qEd}{m}$$

$$v_B \simeq 2 \times 10^6 \frac{m}{s}$$



در نتیجهٔ برخورد پرتوهای کیهانی با مولکول‌های هوا، الکترون‌هایی از این مولکول‌ها کنده می‌شوند. در نزدیکی سطح زمین، میدان الکتریکی با بزرگی ۱۵۰N/C و جهت رو به پایین وجود دارد. الف) اگر یکی از این الکترون‌ها، تحت تأثیر این میدان ۵۰۰m رو به بالا جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چقدر تغییر می‌کند؟

$\Delta U = qEd = 1.6\times10^{-19}\times150\times500 = 1.2\times10^{-14}\,J \rightarrow \Delta U = -1.2\times10^{-14}$

چون بار منفی خلاف جهت میدان حرکت کرده تغییرات انرژی پتانسیل آن منفی است

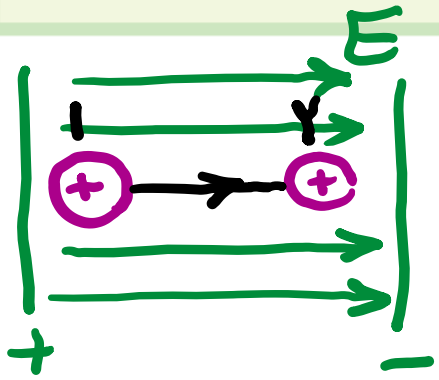
ب) اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه‌ای که الکترون بین آنها جابه‌جا شده چقدر است؟

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{qEd}{q} = Ed = 150 \times 500 = 75 \times 10^{3}\ V$$

تمرین ۱ـ۹

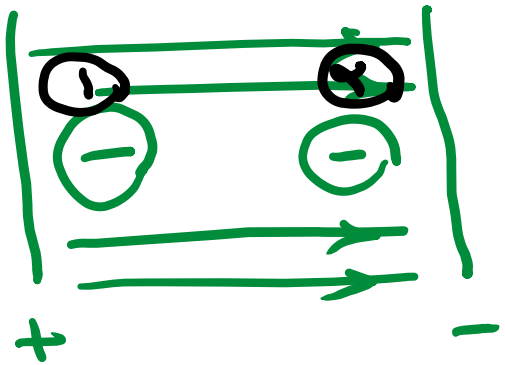
الف) نشان دهید در یک میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در سوی خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بالعکس با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

ب) نشان دهید در میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.



$1 \rightsquigarrow 2 : \Delta U < 0 \Rightarrow \Delta V = \frac{\Delta U}{q_{(+)}} \rightsquigarrow \Delta V < 0$

$\Rightarrow 1 \rightsquigarrow 2 : \Delta V < 0$



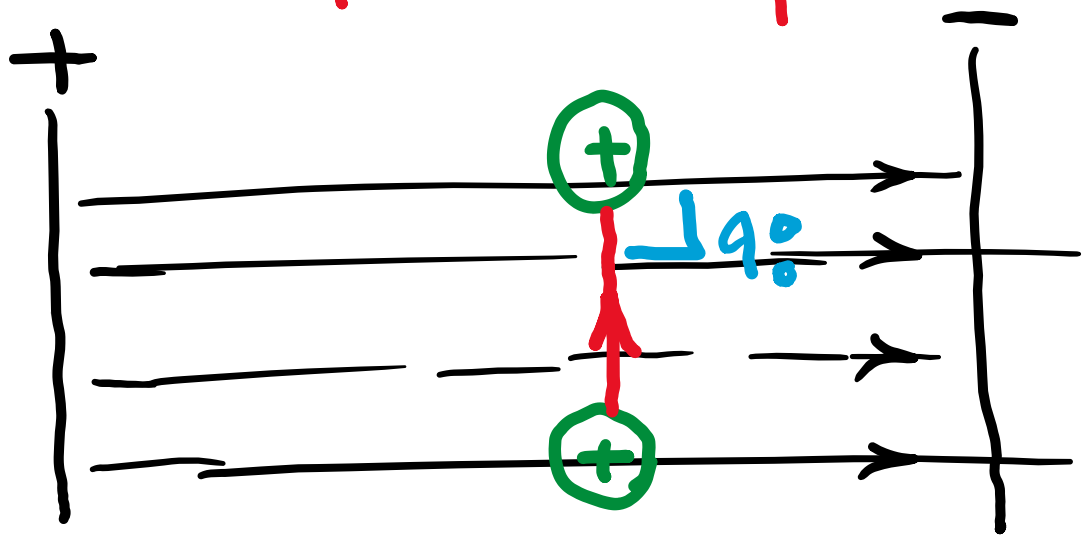
$1 \rightsquigarrow 2 : \Delta U > 0 \Rightarrow \Delta V = \frac{\Delta U}{q_{(-)}} \rightsquigarrow \Delta V < 0$

تمرین ۱ـ۹

الف) نشان دهید در یک میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در سوی خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بالعکس با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

ب) نشان دهید در میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{qEd\cos\theta}{q} = Ed\cos\theta = Ed\cos 90^\circ = 0$$ (ب

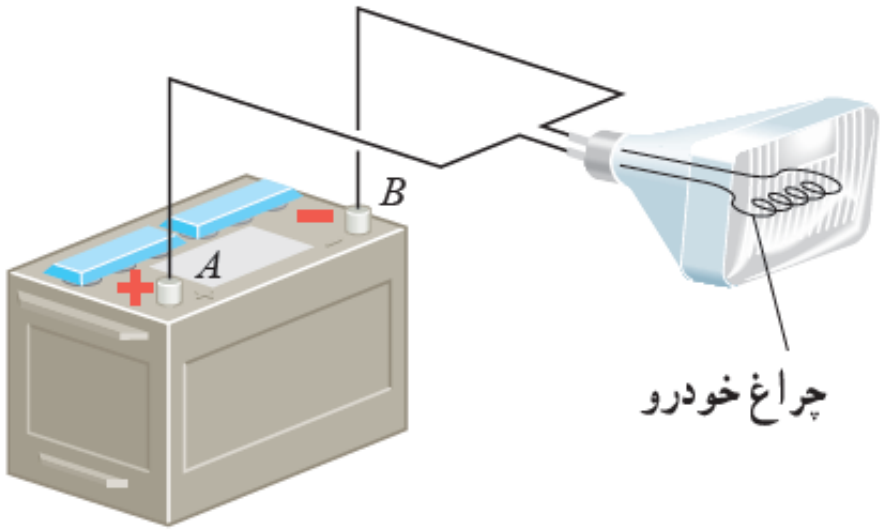


تمرین ۱ـ۱۰

اگر پایانهٔ مثبت یک باتری ۱۲ ولتی را مرجع پتانسیل درنظر بگیریم، پتانسیل پایانهٔ منفی آن چند ولت خواهد شد؟

$$\Delta V = +12 = V_{\text{مثبت}} - V_{\text{منفی}} = 12$$

$$0 - V_{\text{منفی}} = 12 \rightarrow V_{\text{منفی}} = -12$$

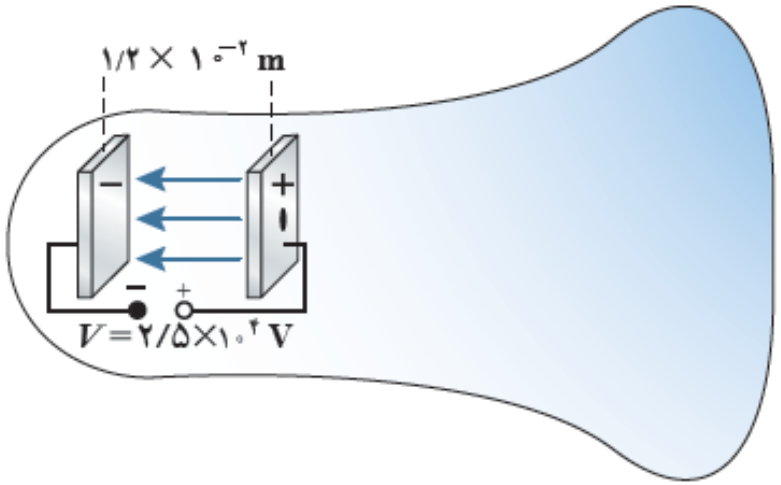


اختلاف پتانسیل الکتریکی پایانه‌های باتری خودروی نشان داده شده در شکل برابر ۱۲/۰V است. اگر بار الکتریکی ۵۰/۰- کولن از پایانهٔ منفی به پایانهٔ مثبت باتری جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چقدر تغییر می‌کند؟

$$\Delta U = qEd = q\Delta V$$

$$\Delta U = (-۵۰)(+۱۲) = -۶۰۰J$$

لامپ‌های تصویر تلویزیون‌ها و نمایشگرهای قدیمی، لامپ پرتو ـ کاتدی (CRT)[1] بودند. در این لامپ، الکترون‌ها در میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحهٔ باردار، مطابق شکل، شتاب می‌گیرند و با صفحهٔ نمایشگر برخورد می‌کنند. اگر صفحه‌ها در فاصلهٔ $۱/۲\times ۱۰^{-۲}\,m$ از یکدیگر باشند و اختلاف پتانسیل بین آنها $۲/۵\times ۱۰^{۴}\,V$ باشد، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحه‌ها را تعیین کنید.



$$\Delta V = E d$$

$$۲,۵\times ۱۰^{۴} = E \times ۱,۲\times ۱۰^{-۲}$$

$$E = \frac{۲,۵}{۱,۲}\times ۱۰^{۴} = ۲,۰۸\times ۱۰^{۶}\ \frac{V}{m}$$

تمرین ۱ـ۱۱

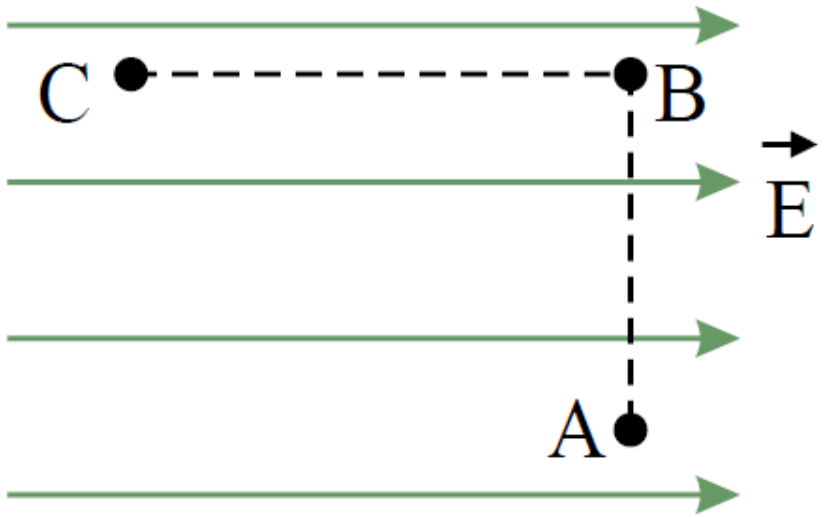
در شکل ۱ـ۲۷ الف) با فرض آنکه بار $q+$ در ابتدا و انتهای جابه‌جایی ساکن باشد، آیا کار نیروی خارجی، مثبت است یا منفی؟
ب) آیا بار $q+$ به نقطه‌ای با پتانسیل بیشتر حرکت کرده است یا به نقطه‌ای با پتانسیل کمتر؟ توضیح دهید.

$W_{\text{خارجی}} = F.d.\cos\theta \rightarrow W_{\text{خارجی}} > 0$

θ: صفر
F: روبه‌پایین
d: روبه‌پایین

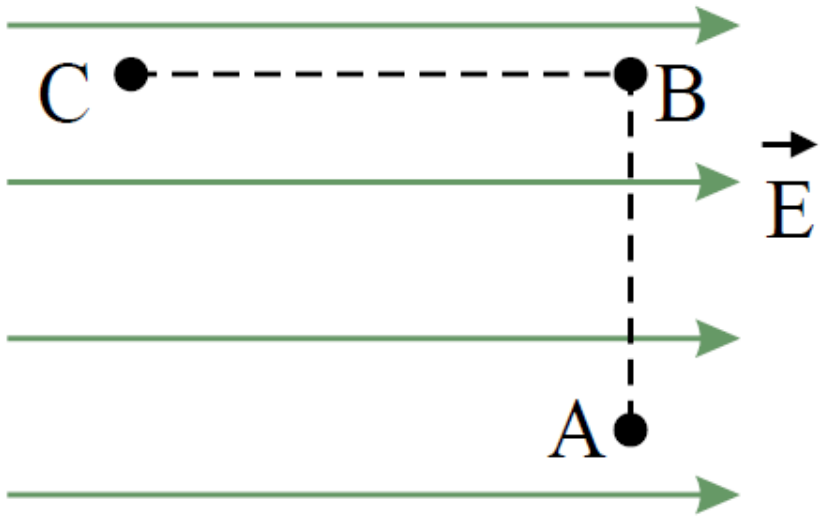
ب) به نقطه‌ای با پتانسیل بیشتر

مطابق شکل زیر، بار $q = +۵۰nC$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $۸٫۰ \times ۱۰^{۵} N/C$ نخست از نقطهٔ A تا نقطهٔ B و سپس تا نقطهٔ C جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB = ۰٫۲۰m$ و $BC = ۰٫۴۰m$ باشد، مطلوب است:



الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q،

$$F=qE=5.0\times10^{-9}\times8\times10^{5}$$

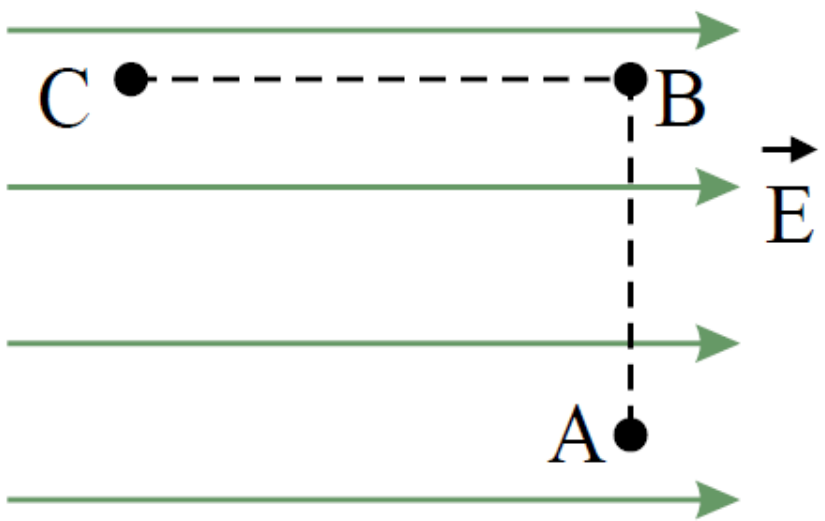


$$=400\times10^{-4}N=0.04N$$

ب) کاری که نیروی الکتریکی در این جابه‌جایی انجام می‌دهد،

نیروی جابه‌جایی عمود است ، $W_{AB}=0$

بار مثبت خلاف جهت میدان حرکت کرده، پس $\Delta U>0$ و $W_E<0$



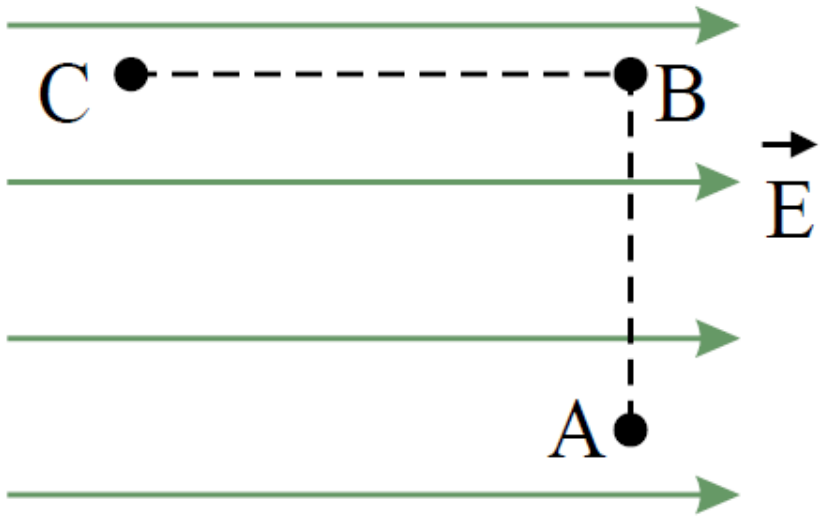
$$|W_{BC}|=|\Delta U_{BC}|=qEd$$

$$=5\times10^{-9}\times8\times10^{5}\times0.4$$

$$=1.6\times10^{-2}\ J \rightarrow W_{BC}=-1.6\times10^{-2}$$

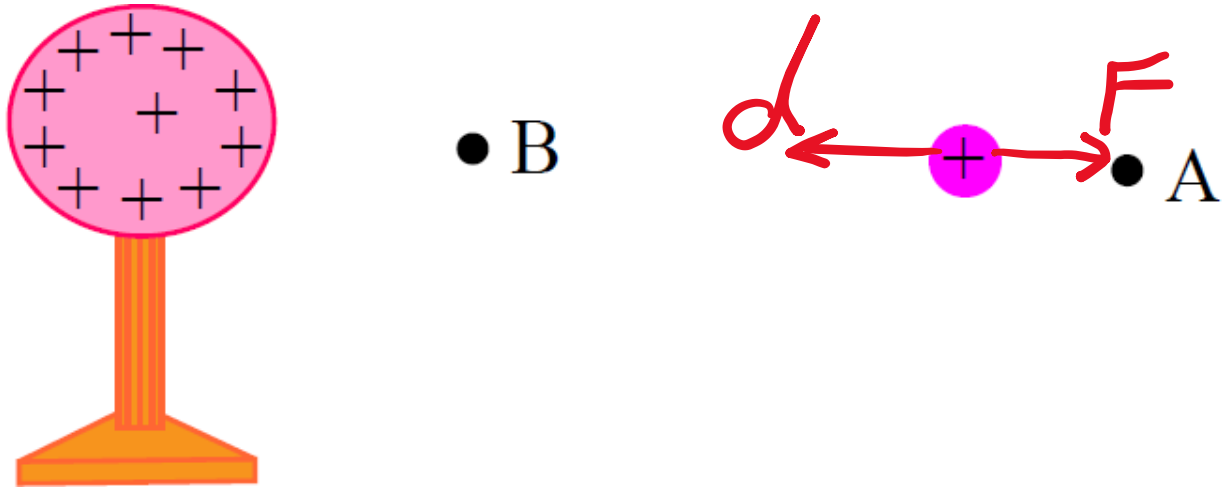
ج) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه‌جایی.

$$\Delta U = -W = 1.9 \times 10^{+2} J$$



در شکل زیر ذرهٔ باردار مثبت و کوچکی را از حالت سکون، از نقطهٔ A به سمت کرهٔ باردار که روی پایهٔ عایقی قرار دارد، نزدیک می‌کنیم و در نقطهٔ B قرار می‌دهیم. (الف) در این جابه‌جایی، کار نیروی الکتریکی مثبت است یا منفی؟

$$W_E = F.d.\cos\frac{\theta}{180} \rightarrow W_E < 0$$



منفی است.

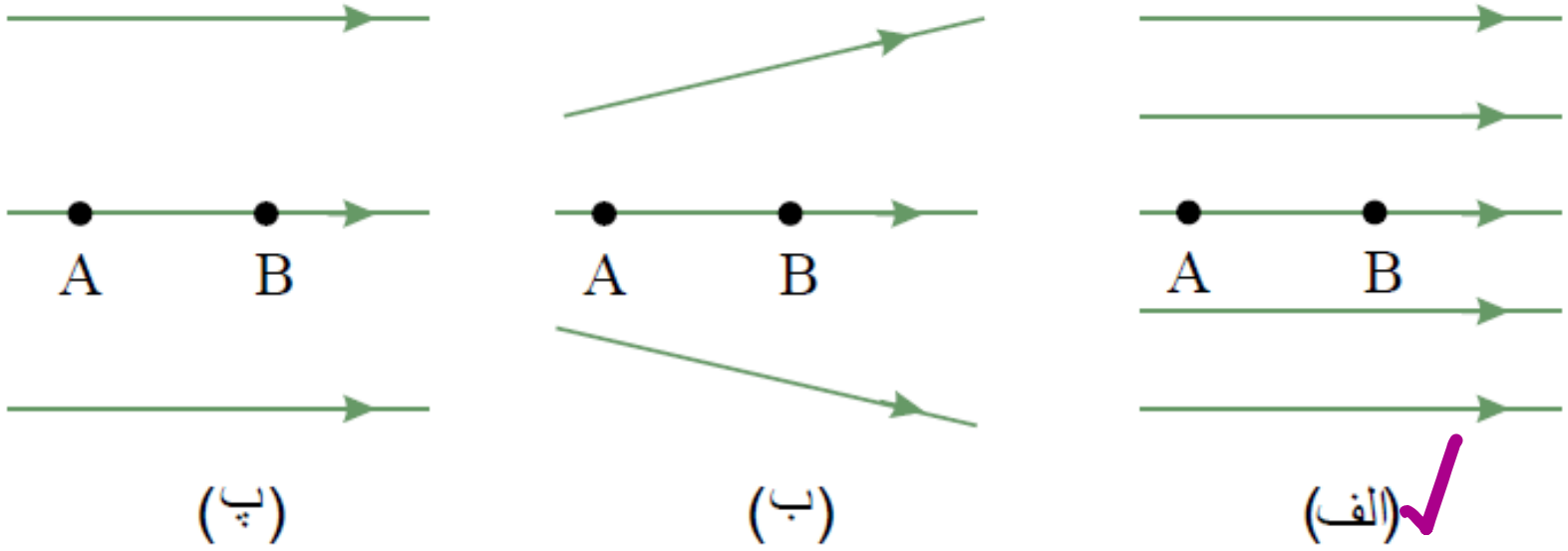
کاری که ما در این جابه‌جایی انجام می‌دهیم مثبت است یا منفی؟ (پ) انرژی پتانسیل ذرهٔ باردار در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟ (ت) پتانسیل نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید.

$W_{خ} = \Delta U = -W_E \longrightarrow W_{خ} > 0$

$\Delta U > 0 \longrightarrow$ افزایش می‌یابد

$\Delta V = \frac{\Delta U \to +}{q \to +} \longrightarrow \Delta V > 0 \longrightarrow V_B > V_A$. پتانسیل نقطه B بیشتر است

-شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش، یک پروتون از حالت سکون در نقطهٔ A رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطهٔ B شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. در کدام شکل سرعت پروتون در نقطهٔ B بیشتر است؟ توضیح دهید.



$W_{AB} = \Delta K = -\Delta U$

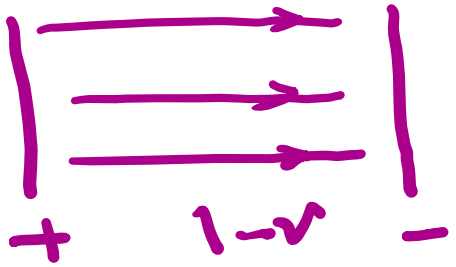
$= qEd$

ثابت ثابت ثابت

$E_{الف} > E_{ب} > E_{پ}$

دو صفحهٔ رسانا با فاصلهٔ $۲٫۰۰cm$ را موازی یکدیگر قرار می‌دهیم و آن ها را به اختلاف پتانسیل $۱۰۰V$ وصل می‌کنیم در نتیجه یکی از صفحه‌ها بطور منفی و دیگری بطور مثبت باردار می‌شوند و میان دو صفحه میدان الکتریکی یکنواختی به وجود می‌آید. اندازهٔ این میدان الکتریکی را حساب کنید و با توجه به جهت خطوط میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه توضیح دهید که کدام‌یک از دو صفحه پتانسیل الکتریکی بیشتری دارند.

$$\Delta V = Ed \rightarrow E = \frac{۱۰۰}{۲\times۱۰^{-۲}} = ۵۰\times۱۰^{۲}\ \frac{V}{m}$$



پتانسیل الکتریکی بیشتر دارد.

بار الکتریکی $q = -۴۰nC$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_۱ = -۴۰V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_۲ = -۱۰V$ آزادانه جابه‌جا می‌شود. الف) انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟ ب) با توجه به قانون پایستگی انرژی، در مورد چگونگی تبدیل انرژی بار q در این جابه‌جایی توضیح دهید.

$\Delta U = q E d = q \Delta V = -۴۰ \times ۱۰^{-۹} \times (-۱۰ - (-۴۰)) = -۱,۲ \times ۱۰^{-۶}$ J

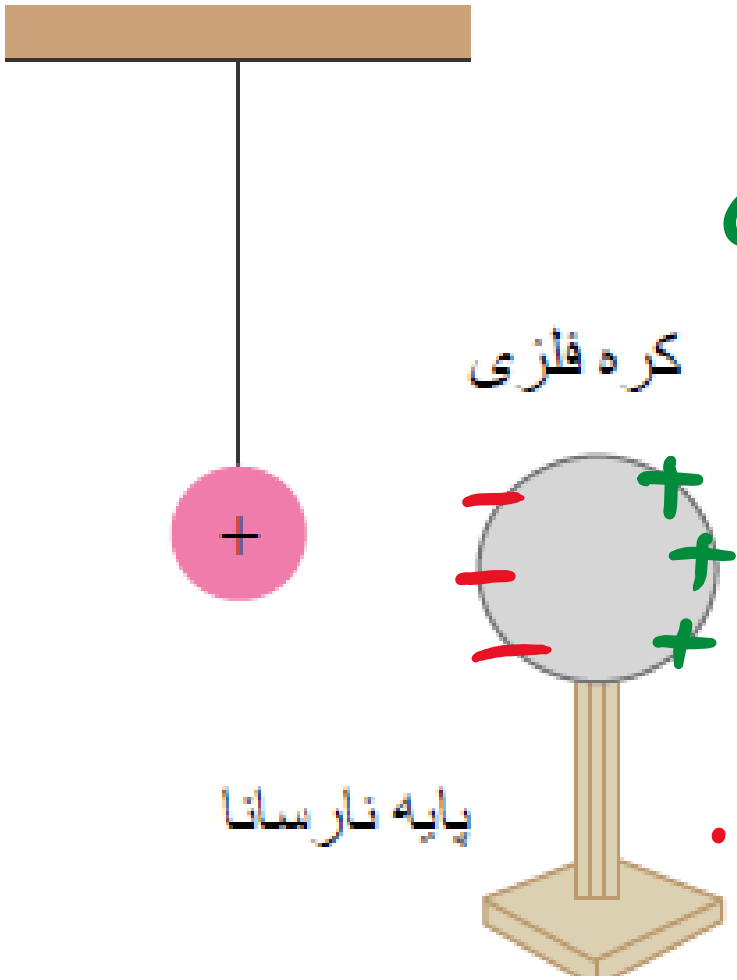
ب) در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی بار کاهش یافته که باعث افزایش انرژی جنبشی آن می‌شود.

سطح فلزی بزرگ بارداری را در نظر بگیرید که بار الکتریکی در سطح آن و دور از لبه‌ها به‌طور یکنواخت توزیع شده است. اگر چگالی بار روی این سطح $۲/۰\times۱۰^{-۶}\ C/m^۲$ باشد، در بخشی از این سطح به شکل مربعی به ضلع $۱/۰\ mm$ چقدر بار قرار گرفته است؟

$$\sigma=\frac{q}{A}\longrightarrow q=\sigma A=۲\times۱۰^{-۶}\times۱\times۱۰^{-۳}\times۱\times۱۰^{-۳}$$

$$=۲\times۱۰^{-۱۲}\ C$$

یک کره‌ی فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایه‌ی نارسانایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بارداری نزدیک می‌کنیم. با ذکر دلیل توضیح دهید که چه اتفاقی می‌افتد. (فقط آونگ رسانا)



۱) چون میدان در داخل رسانا صفر می‌ماند آونگ باعث قرار گرفتن بارهای مثبت در یک سمت و بارهای منفی در سمت دیگر کره می‌شود.

۲) این آرایش بارها باعث جذب آونگ به کره شده و اگر خیلی کم باشد آونگ به کره متصل می‌شود.

۳) پس از اتصال هر دو بار مثبت پیدا کرده آونگ از کره دور می‌شود.

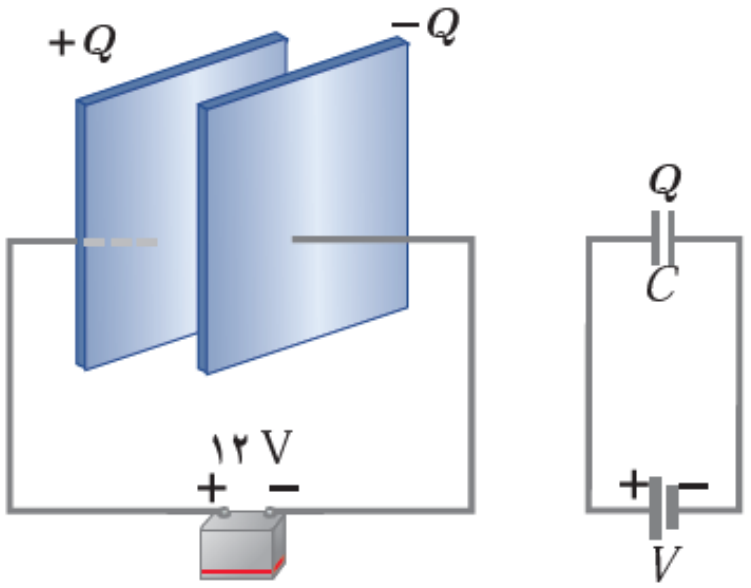
یک صفحه‌ی پلاستیکی باردار (تلق یا ورق باردار) را به براده‌های ریز آلومینیومی بدون بار نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که براده‌ها به طرف صفحه‌ی پلاستیکی، جذب می‌شوند. علت این پدیده را توضیح دهید.

براده‌ها مانند سایر اجسام در میدان صفحه پلاستیکی قرار گرفته‌اند بارهای الکتریکی آن طوری جهت گیری کرده‌اند میدان داخل آن صفر باشد این آرایش بارها باعث جذب همین براده‌ها توسط صفحه پلاستیکی می‌شوند.

وقتی ماهواره‌ای به دور زمین می‌چرخد بر اثر عبور از فضای اطراف زمین باردار می‌شود. این بارها ممکن است موجب آسیب رساندن به قطعات الکترونیکی ماهواره شود. فرض کنید ماهواره‌ای در اثر عبور از یکی از لایه‌های جو دارای بار الکتریکی $q = ۲٫۰ \times ۱۰^{-۹} C$ شود. این ماهواره، مکعبی به ضلع $۴۰\ cm$ است. چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح این ماهواره را محاسبه کنید.

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{۲\times ۱۰^{-۹}}{۶\times ۴۰\times ۴۰\times ۱۰^{-۴}} = \frac{۱}{۴۸}\times ۱۰^{-۷}\ \frac{C}{m^۲}$$

مثال ۱ـ۱۵



صفحه‌های خازنی را مطابق شکل به پایانه‌های یک باتری با اختلاف پتانسیل ۱۲V وصل می‌کنیم. اگر بار خازن ۲۴μC شود،

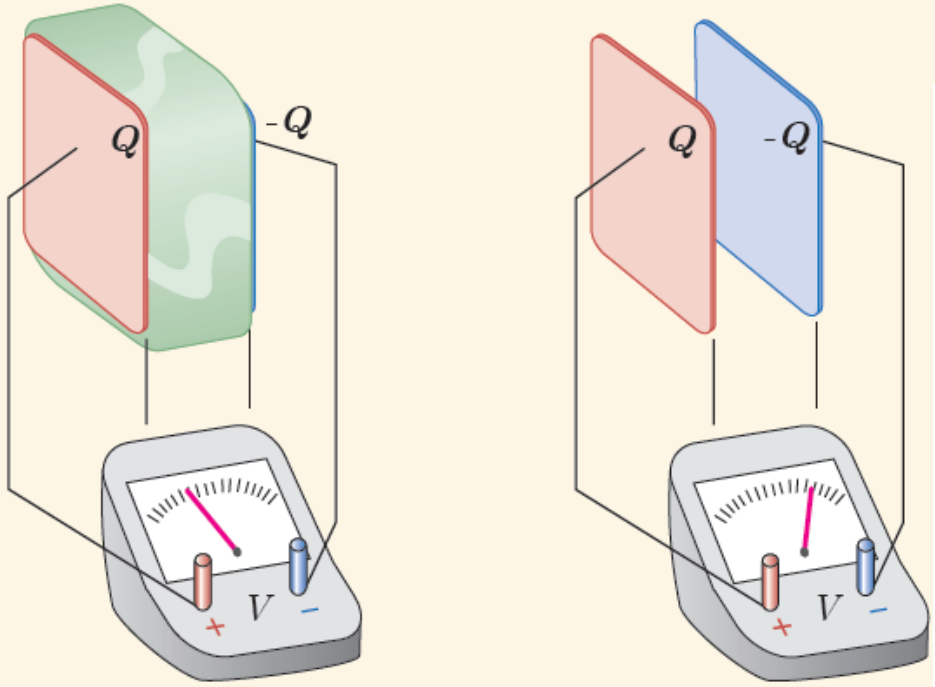
الف) ظرفیت خازن را محاسبه کنید.

ب) اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل ۳۶ V وصل کنیم، بار الکتریکی آن چقدر می‌شود؟

الف) $C = \frac{q}{V} = \frac{۲۴\mu C}{۱۲ V} = ۲\mu F$

ب) $C = \frac{q}{V} \rightarrow q = CV = ۲ \times ۳۶ = ۷۲\mu C$

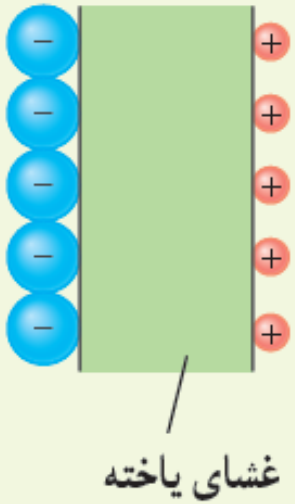
در شکل زیر صفحه‌های باردار یک خازن تخت را که بین آنها هواست، به ولت‌سنج وصل می‌کنیم. با وارد کردن دی‌الکتریک در بین صفحه‌ها، اختلاف پتانسیل دو صفحه کاهش می‌یابد. علت آن را توضیح دهید. (توجه کنید که این آزمایش با بیشتر ولت‌سنج‌های معمولی و رایج ممکن نیست.)



$$C = \frac{q}{V} \qquad C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$k \uparrow \longrightarrow C \uparrow \xrightarrow[\text{ثابت}]{q} V \downarrow$$

تمرین ۱ـ۱۲



یک یاختهٔ عصبی(نورون) را می توان با یک خازن تخت مدل‌سازی کرد، به‌طوری‌که غشای سلول به عنوان دی الکتریک و یون های باردار با علامت مخالف که در دو طرف غشا هستند به عنوان بارهای روی صفحه‌های خازن عمل کنند (شکل روبه‌رو). ظرفیت یک سلول عصبی و تعداد یون های لازم (بافرض آنکه هر یون یک بار یونیده باشد)، برای آنکه یک اختلاف پتانسیل ۸۵mV ایجاد شود چقدر است؟ فرض کنید غشا دارای ثابت دی الکتریک $\kappa = ۳/۰$، ضخامت $۱۰/۰\ nm$ و مساحت سطح $۱/۰\times ۱۰^{-۱۰}\ m^۲$ است.

$$C = \kappa\varepsilon_0\frac{A}{d} = ۳\times ۸,۸۵\times ۱۰^{-۱۲}\times\frac{۱\times ۱۰^{-۱۰}}{۱۰\times ۱۰^{-۹}} = ۲۶,۵۵\times ۱۰^{-۱۴}\ F$$

$$C = \frac{q}{V} \rightarrow q = ۲۶,۵\times ۱۰^{-۱۴}\times ۸۵\times ۱۰^{-۳} = ۲,۳\times ۱۰^{-۱۴}\ C \rightsquigarrow n = \frac{q}{E} = ۱,۴\times ۱۰^{۵}$$

مثال ۱ـ۱۸

مدار یک فلاش عکاسی، انرژی را با ولتاژ ۳۳۰V، در یک خازن ۶۶۰μF، ذخیره می‌کند. الف) چه مقدار انرژی الکتریکی در این خازن ذخیره می‌شود؟ ب) اگر تقریباً همهٔ این انرژی در مدت ۱/۰ ms آزاد شود، توان متوسط خروجی فلاش چقدر است؟

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 660 \times 10^{-6} \times 330^2$$

$$\rightarrow U = 35.9\ J$$

$$\bar{P} = \frac{E}{t} = \frac{35.9}{1 \times 10^{-3}} = 35.9 \times 10^3\ W$$

اگر ساختمان یک خازن را تغییر ندهیم، در هر یک از شرایط زیر ظرفیت خازن چگونه تغییر می‌کند؟

الف) بار آن دو برابر شود.

ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌های آن سه برابر شود.

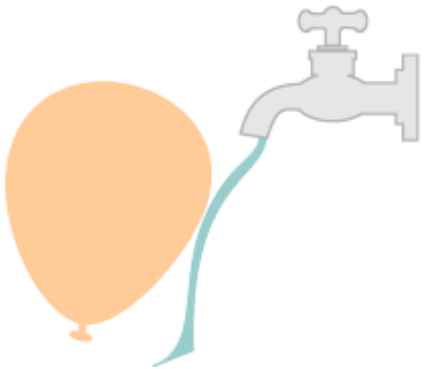
در هیچ کدام از حالت‌های بالا C تغییری نمی‌کند زیرا به q و V وابسته نیست.

اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی یک خازن را از ۲۸ ولت به ۴۰ ولت افزایش می‌دهیم. اگر با این کار ۱۵ میکروکولن بر بار زخیره شده در خازن افزوده شود، ظرفیت خازن را حساب کنید.

$$C = \frac{q_1}{V_1} = \frac{q_2}{V_2} = \frac{\Delta q}{\Delta V}$$

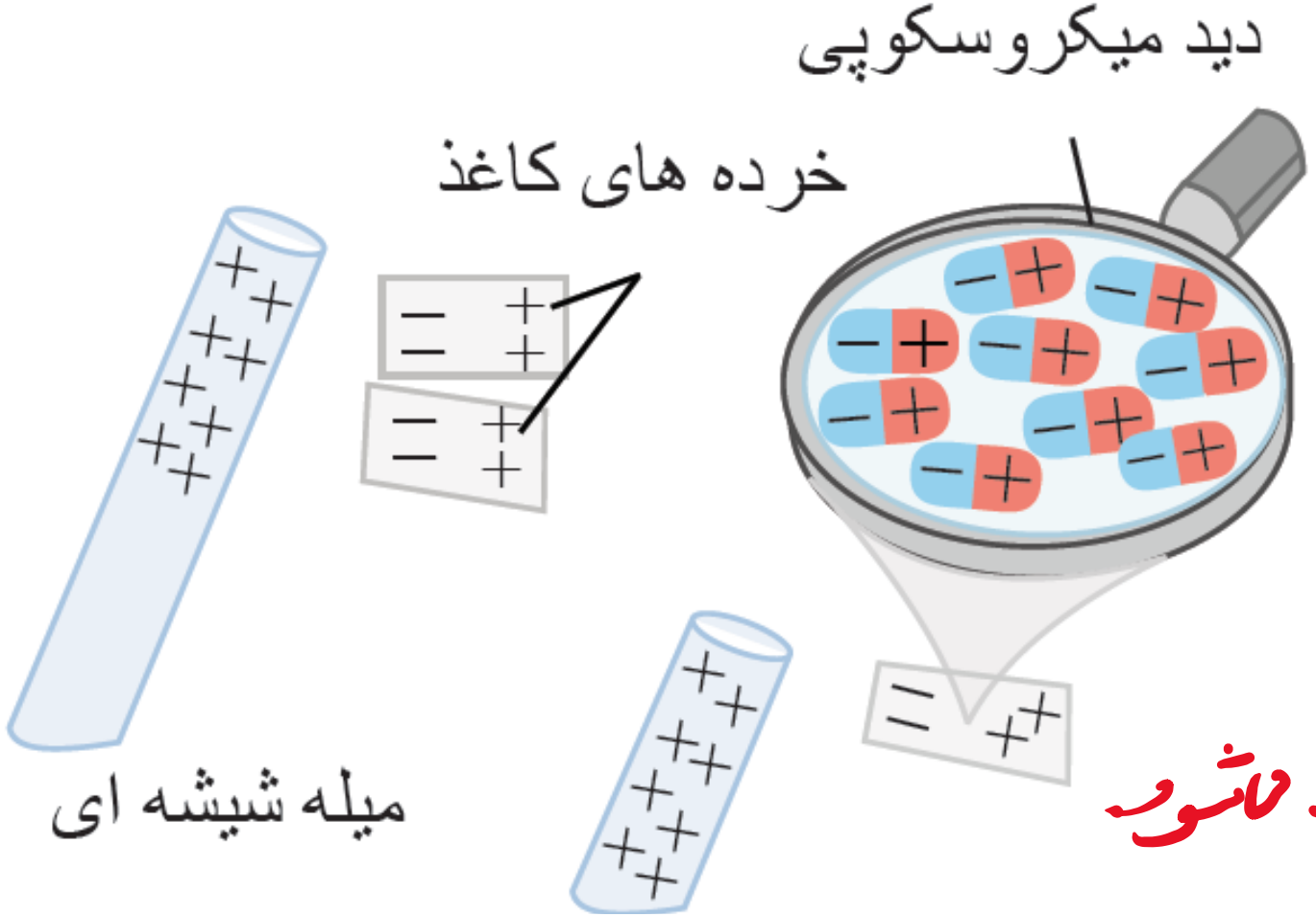
$$C = \frac{15\times10^{-6}}{12} = 1{,}25\times10^{-6}\,F = 1{,}25\,\mu F$$

بادکنک باردار شکل زیر را به آب نزدیک کرده‌ایم. توضیح دهید چرا آب به جای اینکه به طور قائم فرو ریزد، خمیده می‌شود؟



به مولکول‌های دو قطبی آب تحت تأثیر میدان حاصل از بادکنک نیرو وارد شده و چون سر مخالف به بادکنک نزدیک‌تر است جذب آن می‌شود.

با توجه به شکل زیر توضیح دهید چرا یک میله‌ی باردار، خرده‌های کاغذ را می‌رباید؟



کلاً در مسایل این تیپی

بعد از القا بار در جسم چون سر

مخالف نزدیک تر است جسم جذب میشود

ظرفیت یک خازن تخت با فاصله صفحات mm ۱٫۰ که بین صفحه‌های آن هوا قرار دارد، برابر F ۱٫۰ است. مساحت صفحه‌های این خازن چقدر است؟ از این مسئله چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

$$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow A = \frac{Cd}{\varepsilon_0 k} = \frac{1 \times 1 \times 10^{-3}}{1{,}13 \times 10^{-12}} = 1{,}1 \times 10^{8}\ m^2$$

بدون دی الکتریک ساخت خازن با ظرفیت یک فاراد معقول نیست.

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

الف) میدان الکتریکی میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

$E = \frac{\Delta V}{d}$: $d \to 2d$ و $E \to \frac{1}{2}E$

۵۷ : ثابت : زیرا همچنان به باتری متصل است.

ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

خیر، تا زمانی که به باتری متصل است اختلاف پتانسیل بین صفحات پتانسیل دو سر باتری می‌ماند.

پ) ظرفیت خازن دو برابر می‌شود.

$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$: $d \rightsquigarrow 2d$ و $C \rightsquigarrow \frac{1}{2}C$

اشتباه است .

۸) بار روی صفحه‌ها تغییر نمی‌کند.

$C = \frac{q}{V}$; $C \rightsquigarrow \frac{1}{2}C$ و ثابت V

$\Rightarrow q \rightsquigarrow \frac{1}{2}q$

چون ظرفیت خازن نصف شده و اختلاف پتانسیل ثابت است پس بار روی صفحه‌ها نیز نصف می‌شود.

مساحت هر یک از صفحه‌های خازن تختی، $۱٫۰۰\ m^۲$ و فاصله‌ی دو صفحه از هم، $۰٫۵۰۰\ mm$ است. عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۴٫۹ بین دو صفحه قرار داده شده است. ظرفیت خازن را تعیین کنید.

$$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d} = ۴٫۹ \times ۸٫۸۵ \times ۱۰^{-۱۲} \times \frac{۱}{۰٫۵ \times ۱۰^{-۳}}$$

$$\Rightarrow C = ۱۹٫۷۳ \times ۱۰^{-۹}\ F \rightarrow C = ۱۹٫۷۳\ nF$$

-دو صفحه‌ی خازن تخت بارداری را به هم وصل می‌کنیم. در نتیجه جرقه‌ای زده می‌شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصله‌ی آن‌ها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، آیا جرقه‌ی حاصل بزرگ‌تر از قبل می‌شود، یا کوچک‌تر و یا تغییری نمی‌کند؟ توضیح دهید.

جرقه نشان‌دهنده‌ی انرژی ذخیره شده در خازن است. هرچه انرژی ذخیره شده بیشتر باشد میزان جرقه نیز بیشتر خواهد بود.

$U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ ← ثابت ← نصف

چون انرژی ۲ برابر شد جرقه بزرگ‌تر می‌شود.

← U → ۲ برابر

ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر $+۳٫۰mC$ بار الکتریکی را از صفحه‌ی منفی جدا کرده و به صفحه‌ی مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه‌ی $۸٫۰J$ زیاد می‌شود. Q را محاسبه کنید.

$$\Delta U = \frac{1}{2}\frac{q_2^2}{C} - \frac{1}{2}\frac{q_1^2}{C} = \frac{1}{2C}(q_2^2 - q_1^2) = 8$$

$$\rightarrow q_2^2 - q_1^2 = 14C \rightarrow (q_1 + 3\times10^{-3})^2 - q_1^2 = 14C$$

$$\rightarrow 6\times10^{-3}q_1 + 9\times10^{-6} = 14C \rightarrow q_1 = \frac{14\times12\times10^{-6} - 9\times10^{-6}}{6\times10^{-3}}$$

$$\rightarrow q_1 = 30.5\times10^{-3}\ C$$

علی جبرا سایت تخصصی ریاضی فیزیک

WWW.ALIGEBRA.COM

۰۹۱۲۷۷۴۴۲۸۱

۰۹۱۲۷۷۴۴۳۸۹