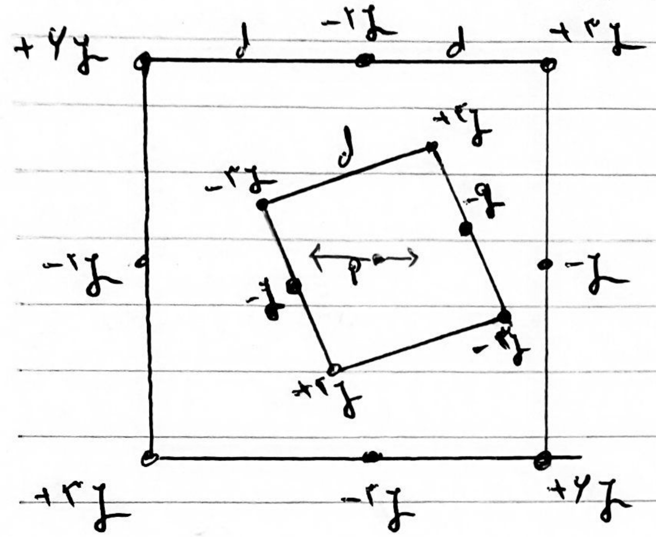
ادامه جلسه ۱۵ فیزیک ۲

سوال ۱۷۲ شکل زیر دو آرایه مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها که در نقطه P هم مرکزند، هم راستا نیستند. ذره‌ها روی محیط مربع با فاصله d یا $\frac{d}{2}$ از هم قرار گرفته‌اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برایند در نقطه P چیست؟



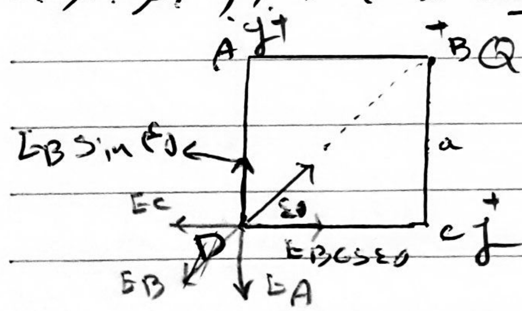
$$E_1 = \frac{K|q_1|}{r^2} = \frac{Kq}{d^2}$$

$$E_2 = \frac{K\,2q}{d^2} = \frac{2Kq}{d^2}$$

$$E_T = \frac{2Kq}{d^2} - \frac{Kq}{d^2} = \frac{Kq}{d^2}$$

$$E_T = -\frac{Kq}{d^2}\,\vec{i}$$

سوال ۱۷۳ در شکل روبرو دو بار نقطه‌ای یکسان q در دو رأس A و C از مربعی به ضلع a و بار نقطه‌ای Q در رأس B قرار دارد. اگر شدت میدان در نقطه D برابر صفر باشد نسبت $\frac{Q}{q}$ را به دست آورید.



$$E_C = \frac{Kq}{a^2}$$

$$E_A = \frac{Kq}{a^2}$$

$$E_B = \frac{KQ}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{KQ}{2a^2}$$

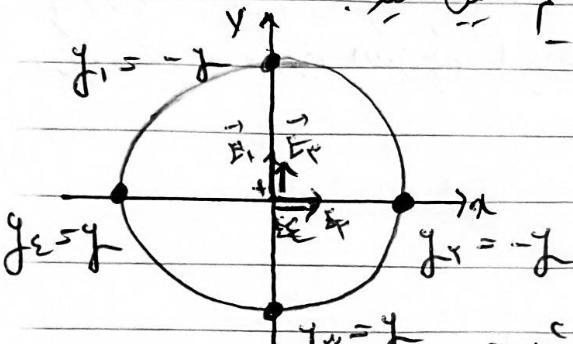
$$E_C = E_B \cos 45$$

$$\frac{\cancel{K}q}{\cancel{a^2}} = \frac{\cancel{K}Q}{2\cancel{a^2}} \times \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\frac{Q}{q} = \frac{4}{\sqrt{2}} = \frac{4\sqrt{2}}{2} = 2\sqrt{2} \xrightarrow[\text{مخالف‌اند}]{\text{چون علامت}} \frac{Q}{q} = -2\sqrt{2}$$

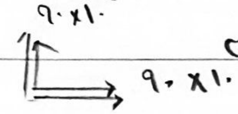
Subject: .... Date: حل ۱۶ فیزیک ۲

سوال ۱۷۴ در شکل زیر، شعاع دایره ۱ متر، $q = 5\mu c$ است. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برایند را در مرکز دایره (مرکز مختصات) با محاسبه و ترسیم تعیین کنید؟



$$E_1 = \frac{kq}{r^2} = \frac{9\times10^{9} \times 5\times10^{-6}}{1} = 45\times10^{3}\ \frac{N}{C}$$

$$E_1 = E_2 = E_3 = E_4 = 45\times10^{3}\ \frac{N}{C}$$

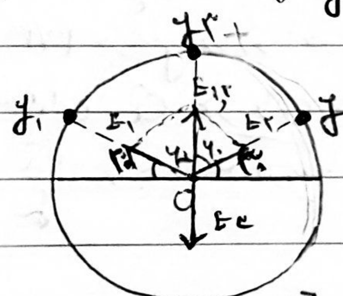


$$E_T = \sqrt{(90\times10^3)^2 + (90\times10^3)^2}$$

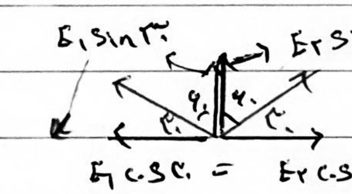
$$= \sqrt{2(90\times10^3)^2} = 90\times10^3\sqrt{2}$$

$$\vec{E}_T = 90\times10^{3}\,\vec{i} + 90\times10^{3}\,\vec{j}$$

سوال ۱۷۵) در شکل مقابل، اگر $q_1 = q_2 = -4\mu c$ باشد، q_3 چقدر باشد تا اندازه میدان الکتریکی در نقطه O برابر صفر شود؟



$$E_1 = E_2 = \frac{k\times4\times10^{-6}}{r^2}$$



$$E_1\cos30 = E_2\cos30$$

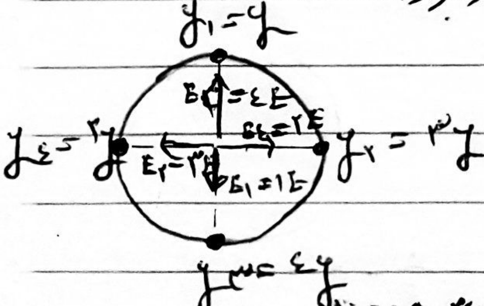
$$\frac{1}{2}\,\frac{k\times4\times10^{-6}}{r^2} \qquad = \frac{1}{2}\,\frac{k\times4\times10^{-6}}{r^2}$$

$$\frac{k\times4\times10^{-6}}{\cancel{r^2}} = \frac{k\,q_3}{\cancel{r^2}}$$

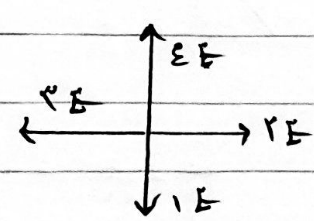
$$q_3 = 4\times10^{-6} = 4\mu c$$

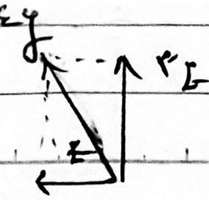
سوال ۱۷۶ با توجه به شکل اگر بار q روی دایره قرار داشته باشد میدان الکتریکی آن در مرکز دایره برابر E است، میدان الکتریکی برایند در مرکز دایره چند E خواهد بود؟

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



$E_1 = E$
$E_2 = 3E$
$E_3 = 4E$
$E_4 = 2E$



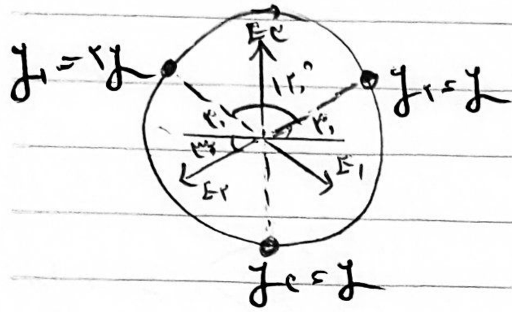


$$E_T = -E\vec{i} + 3E\vec{j}$$

$$E_T = -\frac{k|q|}{r^2}\vec{i} + \frac{3k|q|}{r^2}\vec{j}$$

$$E_T = \sqrt{E^2 + (3E)^2} = E\sqrt{10}$$

سوال ۲۷) مطابق شکل اگر میدان الکتریکی بار q در مرکز دایره برابر E باشد میدان الکتریکی برایند در مرکز دایره را به دست آورید.
(بارها در فاصله‌های برابر از هم قرار گرفته‌اند)

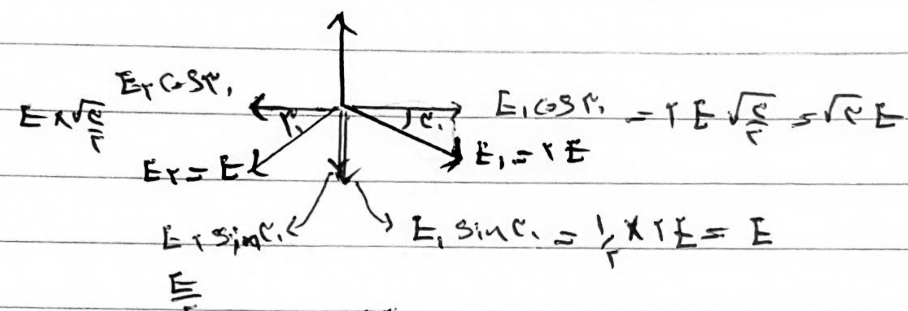


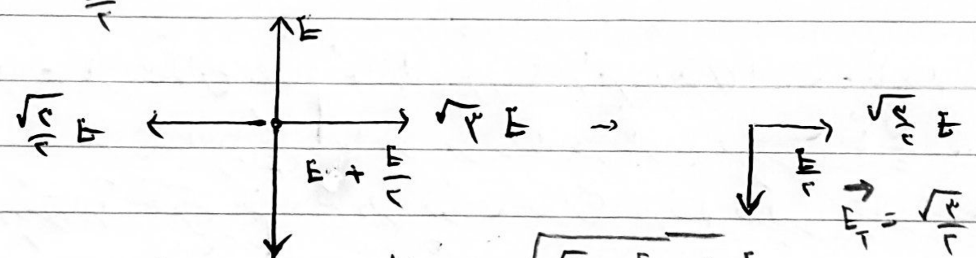
$E = \frac{kq}{r^2}$

$E_1 = 2E$

$E_2 = E$

$E_3 = E$



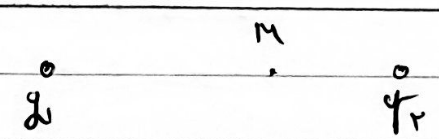


$\vec{E_T} = \frac{\sqrt{3}}{2}E\,\vec{i} - \frac{E}{2}\,\vec{j}$

اندازه بردار E_T $= \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}E\right)^2 + \left(\frac{E}{2}\right)^2}$

$\sqrt{\frac{3}{4}E^2 + \frac{E^2}{4}} = \sqrt{E^2} = E$

جلسه ۱۷ فیزیک ۲



فرض می‌کنیم در نقطه M دو میدان الکتریکی داریم که یکدیگر را تقویت می‌کنند.

E_1 ⟶ $10\ N/C$

E_2 ⟶ $30\ N/C$

$\vec{E_T} = 10 + 30 = 40\ N/C$

با حذف بردار کوچک (۱۰ N/C میدان الکتریکی) ⟶ فقط بردار E_2 می‌ماند

$E_T = 30\ N/C$ یعنی E_T کاست و جهت تغییر نکرده.

با حذف میدان الکتریکی بزرگ ⟶ فقط بردار E_1 می‌ماند

$E_T = 10\ N/C$ یعنی E_T کاست و جهت تغییر نکرده.

در صورتی که در خلاف جهت هم کنند

٢٠ ٢٠

$E_2 \longrightarrow$ $E_T = 20$

با حذف بردار کوچک $\longrightarrow$ افزایش E_2

جهت بردار برایند بدون تغییر

با حذف بردار بزرگ $\longrightarrow$ جهت بردار برایند تغییر می‌کند $\longrightarrow$ E_2 اندازه: افزایش / بدون تغییر / کاهش

٤٠ ~~٨٠~~

$\vec{E_T} \longrightarrow 40$

$\vec{E_T} \longleftarrow 40$

٧٠ ~~٩٠~~

$\vec{E_T} = 20$

$\vec{E_T} = 70 \longleftarrow$

سوال ٧٤) دو بار نقطه‌ای همنام که اندازه یکی ٤ برابر دیگری است به فاصله d از یکدیگر قرار دارند. شدت میدان الکتریکی برایند در وسط دو بار به صورت $300\,\frac{N}{C}\,\vec{i}$ است.
اگر بار بزرگتر را خنثی کنیم، بردار شدت میدان در نقطه مذکور چقدر است؟
اگر بار کوچکتر را خنثی کنیم، بردار شدت میدان در نقطه مذکور چقدر است؟

$E_2 \quad E_1$

$q_1 = q \quad \frac{d}{2} \quad \frac{d}{2} \quad q_2 = 4q$

$E_2 - E_1 = 300$

$\frac{k4q}{r^2} - \frac{kq}{r^2}$

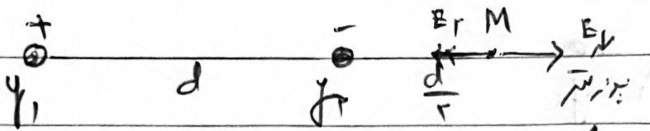
$\frac{kq}{r^2}(4-1) = 300 \Rightarrow \frac{kq}{r^2} = 100\ \frac{N}{C}$

الف) $\cancel{E_2}\ E_1$ $\quad E_T = E_1 = \frac{kq}{r^2} = 100\ \frac{N}{C}$

ب) $E_2\ \cancel{E_1}$ $\quad E_T = E_2 = \frac{k4q}{r^2} = 4(100) = 400\ \frac{N}{C}$

Subject: .... Date: ....

سوال ۱۷۵) دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در نقاط A و B مطابق شکل قرار دارند. شدت میدان الکتریکی در نقطه M برابر $\vec{E}$ می‌باشد. اگر بار q_1 را خنثی کنیم، شدت میدان در همان نقطه $-\frac{\vec{E}}{3}$ می‌شود، نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ را به دست آورید.



اگر دو بردار هم جهت داشته باشیم

با حذف بردار ها جهت تغییر نمی‌کند $\vec{E_2}$ $\vec{E_1}$

اگر دو بردار غیر هم جهت داشته باشیم با حذف بردار کوچکتر تغییر نمی‌کند

ولی با حذف بردار بزرگتر جهت تغییر می‌کند — لذا بردار بزرگتر را حذف کردیم و خودش گفته q_1 را حذف کردوام لذا E_1 بزرگتر است.

$E_1 - E_2 = E$

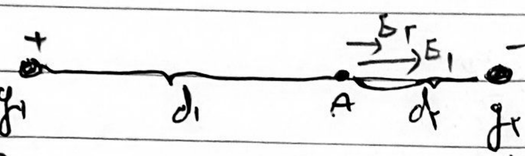
$E_1 - \frac{E}{3} = E \Rightarrow E_1 = \frac{4}{3}E \rightarrow E_2 = \frac{E}{3}$

$\frac{E_2}{E_1} = \left|\frac{q_2}{q_1}\right| \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \longrightarrow \frac{\frac{E}{3}}{\frac{4}{3}E} = \left|\frac{q_2}{q_1}\right| \times \left(\frac{d + \frac{d}{2} = \frac{3d}{2}}{\frac{d}{2}}\right)^2$

$\frac{\frac{1}{3}}{\frac{4}{3}} = \left|\frac{q_2}{q_1}\right| \times 9 \qquad \frac{1}{4} = \left|\frac{q_2}{q_1}\right| \times 9 \rightarrow \left|\frac{q_2}{q_1}\right| = \frac{1}{36} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = -\frac{1}{36}$

Subject: .... Date: ....

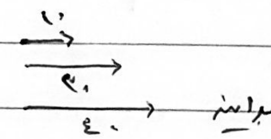
سوال ۷۴) در شکل زیر، شدت میدان الکتریکی حاصل از دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه A برابر E می‌باشد. اگر بار q_1 خنثی شود، شدت میدان در نقطه A بدون تغییر جهت برابر $\frac{E}{2}$ می‌شود. دو بار همنام هستند یا ناهمنام و کدام بزرگتر است؟ ($d_1 > d_2$)



دو بردار دارای ۲ اندازه کاهش و جهت تغییر نمی‌کند. لذا باید دو بردار ناهمنام باشند

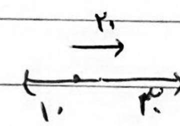
در حالت اول $E_1+E_2=E$

$E_1+\frac{E}{2}=E \rightarrow E_1=\frac{E}{2}$



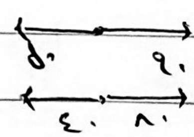
با حذف کوچکتر (برایند باقی $\overrightarrow{30}$) برایند کاهش جهت تغییر نکرد

با حذف بزرگتر (برایند باقی $\overrightarrow{10}$) برایند کاهش جهت تغییر کرد



با حذف کوچکتر برایند باقی $\overrightarrow{30}$ لذا برایند افزایش جهت تغییر نکرد

با حذف بزرگتر برایند باقی $\overrightarrow{10}$ لذا برایند کاهش جهت تغییر کرد



با حذف بزرگتر برایند افزایش و جهت تغییر کرد

〃 〃 برایند نه افزایش نه کاهش - جهت تغییر کرد

وقتی از E به $\frac{E}{2}$ رسیده یعنی کاهش پیدا کرده و جهت تغییر نکرده است.

$\frac{E_2}{E_1}=\frac{|q_2|}{|q_1|}\times\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$ $\quad 1=\frac{|q_2|}{|q_1|}\times\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{|q_2|}{|q_1|}=\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$

$r_1>r_2 \Rightarrow q_1>q_2$

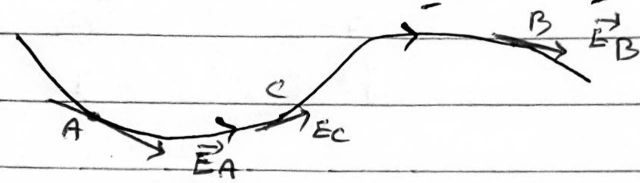
خطوط میدان الکتریکی

تجسم میدان الکتریکی

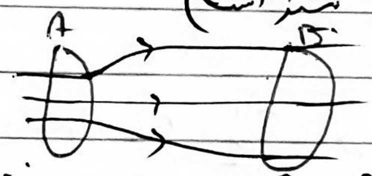
مایکل فاراده

قاعده‌ها رسم خطوط میدان الکتریکی

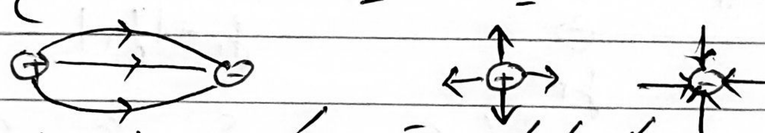
① در هر نقطه، بردار میدان الکتریکی باید مماس بر خط میدان الکتریکی عبوری از نقطه در همان جهت باشد



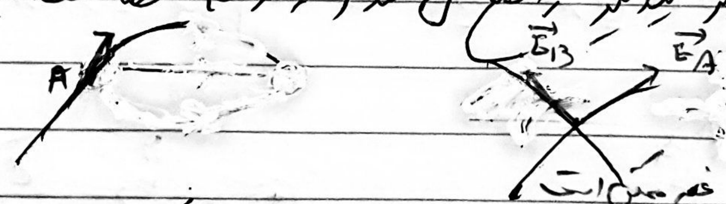
② میزان تراکم خطوط میدان در هر ناحیه از فضا نشان دهندهٔ اندازهٔ میدان در آن ناحیه است (هرجا خطوط میدان متراکم‌تر باشند، اندازهٔ میدان بیشتر است)



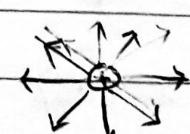
③ در آرایشی از بارها خطوط میدان الکتریکی از بارهای مثبت شروع و به بارهای منفی ختم می‌شوند.



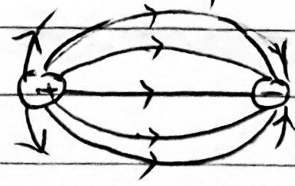
④ خطوط میدان برایند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند (از هر نقطهٔ فضا فقط یک خط میدان الکتریکی می‌گذرد)

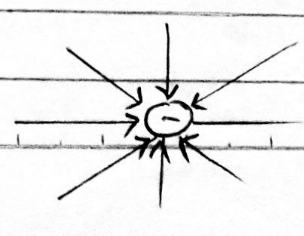


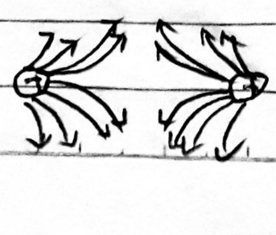
سوال ۷-۷) خطوط میدان الکتریکی در اطراف بارهای زیر را رسم کنید.

① 

ذره باردار مثبت منزوی

② $q_1 = |q_2|$ 

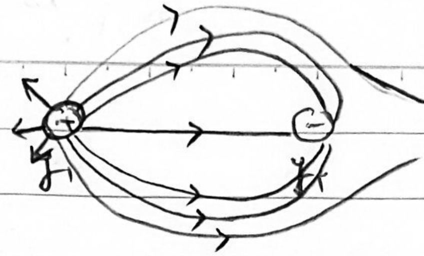
③ 

④ $q_1 = q_2$ 

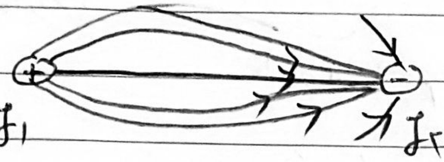
Subject: Date:

۵) $q_1 > |q_2|$

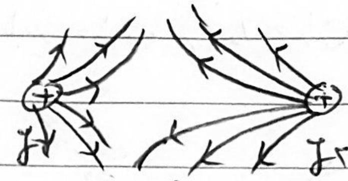
وقتی q_1 بزرگتر از q_2 است تعدادشان بیشتر می‌شود



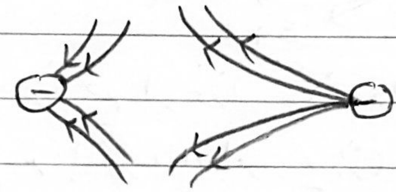
۶) $q_1 < |q_2|$



۷) $q_1 > q_2$



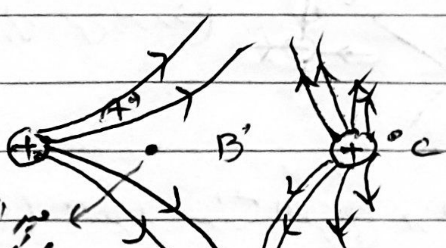
۸) $|q_1| > |q_2|$



تجسم واقعی خطوط میدان، در فضا است، و بنابراین طرحی سه بعدی دارد.

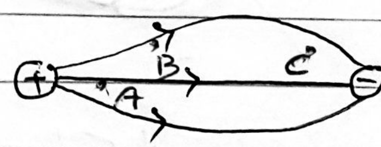
دوقطبی الکتریکی: $q_1 = |q_2|$

سوال ۲۸) در هر یک از شکل‌ها شدت میدان الکتریکی نقاط را با هم مقایسه کنید.



میدان در نزدیکی بار کوچکتر صفر خواهد شد.

$E_C > E_A > E_B$

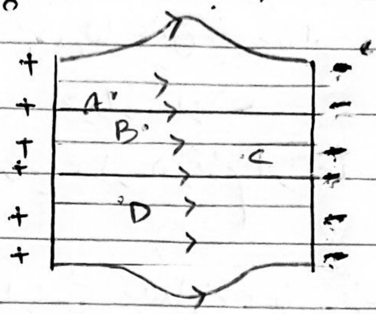


$E_A > E_B > E_C$

میدان الکتریکی یکنواخت:

خطوط میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه و دور از لبه‌های صفحه‌ها مستقیم، موازی و هم‌فاصله‌اند.

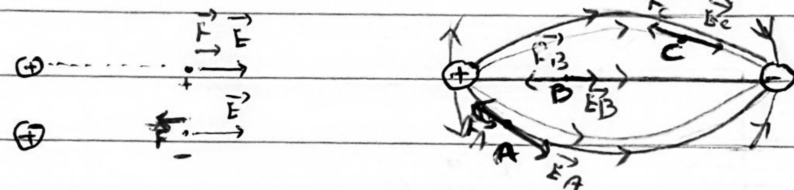
همین بردار میدان در تمام نقاط بین دو صفحه، هم اندازه و هم جهت است، به چنین میدانی، میدان الکتریکی یکنواخت می‌گوییم



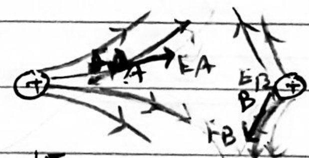
$$E_A = E_B = E_C = E_D$$

سوال ۷۹) در هر یک از شکل‌ها بردار میدان الکتریکی و بردار نیروی وارد بر بار منفی در هر نقطه را مشخص کنید.

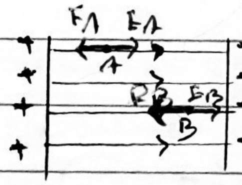
۱



۲



۳



سوال ۸۰) در یک نقطه از فضا به بار $-5\times10^{5}\ \mu C$ نیروی $\vec F = -400\vec i + 300\vec j$ برحسب نیوتون وارد می‌شود: اندازه میدان الکتریکی در این نقطه برحسب N/C به دست آورید.
بردار میدان الکتریکی را برحسب $\vec i$ - $\vec j$ بنویسید.

$$F = \sqrt{(-400)^2 + (300)^2} = 500\ N$$

$$q = -5\times10^{5}\ \mu C \qquad E = \frac{F}{|q|}$$

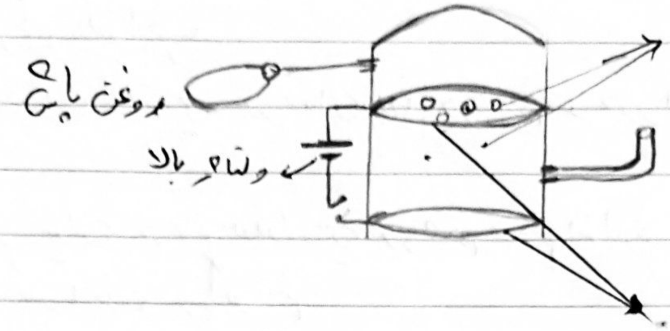
$$E = \frac{500}{5\times10^{5}\times10^{-6}} = 10^{+3}\ N/C$$

$$\vec E = +\frac{400}{5\times10^{5}}\vec i - \frac{300}{5\times10^{5}}\vec j$$

$$\vec E = 80\times10^{-5}\vec i - 60\times10^{-5}\vec j$$

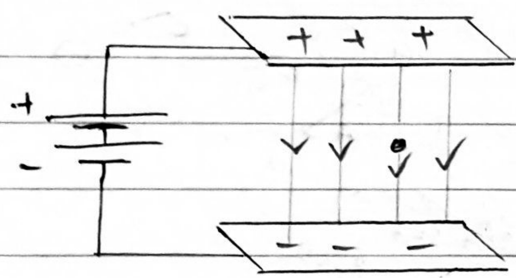
Subject: .... Date: ....

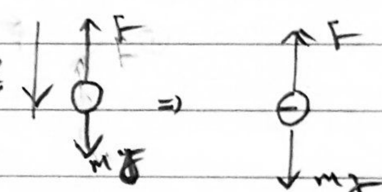
آزمایش قطره روغن میلیکان



به این نتیجه رسید که بار هر کدام از قطره روغن‌ها مضرب صحیحی از بار بنیادی می‌باشد.

سوال ۸۱) در آزمایش میلیکان قطره روغن در فضای بین دو صفحه معلق است اگر جرم این قطره روغن $8.2\times10^{-15}\,kg$ و میدان الکتریکی دارای بزرگی $10^{5}\,N/C$ و رو به پایین باشد، تعداد الکترون‌هایی که قطره جذب کرده یا از دست داده است، چقدر است؟





پس الکترون جذب کرده است.

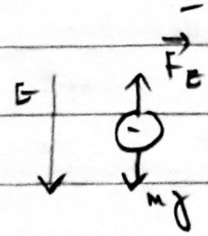
$$F_E = mg$$

$$E|q| = mg \qquad 10^{5}\times|q| = 8.2\times10^{-15}\times9.8$$

$$|q| = 8\times10^{-19}\,C$$

$$|q| = ne \qquad 8\times10^{-19} = n\times1.6\times10^{-9} \Rightarrow n = 5$$

سوال ۸۲) روی سطح بادکنکی به جرم $10g$ بار الکتریکی $200nC$ ایجاد می‌کنیم و آن را درون یک میدان الکتریکی قرار می‌دهیم. بزرگی و جهت این میدان الکتریکی را در صورتی که بادکنک معلق بماند، تعیین کنید.
(از نیروی شناوری وارد بر بادکنک چشم‌پوشی کنید)



$$\vec{F}_E = mg$$

$$E|q| = mg$$

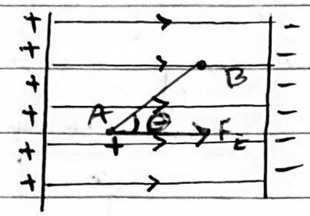
$$E\,200\times10^{-9} = 0.01\times9.8 \qquad E = 4.9\times10^{5}\,N/C$$

Subject: .... فیزیک ۲ جلسه ۲۰ Date: ....

انرژی پتانسیل الکتریکی

$W_{mg} = -\Delta U$ $\qquad$ $W_E = -\Delta U$

این رابطه نه تنها برای میدان الکتریکی یکنواخت بلکه در حالت کلی نیز برای هر میدان الکتریکی برقرار است.



$W_E = F_E \cos\theta \, d$

$W_E = E\,|q|\,\cos\theta\, d$

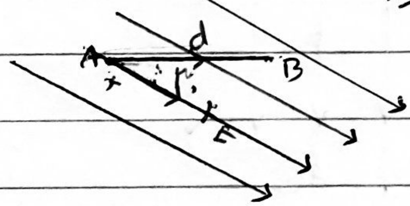
$W_E \to J$ ، $E \to \frac{N}{C}$ ، $q \to C$ ، $\theta \to$ زاویه بین نیروی میدان و جابجایی ، $d \to m$

$W_E = -\Delta U$

$\Delta U = -W_E$

$\Delta U = -E\,|q|\cos\theta\, d$

سوال ۸۳ - در شکل زیر، بار الکتریکی $q = +2\mu C$ در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 10^4 \frac{N}{C}$ با سرعت ثابت به اندازه ۴ cm از A تا B جابه‌جا می‌شود. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی را در این جابه‌جایی به دست آورید.

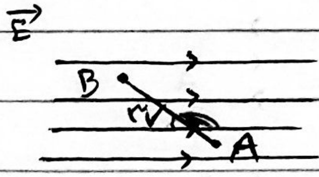


$W_E = -\Delta U$

$\Delta U = -E\,|q|\cos\theta \cdot d$

$-10^4 \times 2\times 10^{-6} \cancel{\cos 30} \times 0.04 = -0.4\sqrt{3} \times 10^{-3}\ J$ $\quad (\frac{\sqrt{3}}{2})$

سوال ۸۴) بار الکتریکی $+4.5\mu C$ را مطابق شکل به اندازه ۵ دسی‌متر از A تا B با سرعت ثابت جابه‌جا می‌کنیم. اگر انرژی پتانسیل بار q به اندازه $0.144\ J$ تغییر کند، بزرگی میدان الکتریکی چقدر است؟ $(\cos 37 = 0.8)$

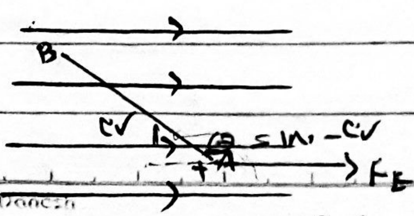


$|\Delta U| = 0.144\ J$

$W_E = -\Delta U$

$|W_E| = |\Delta U| = 0.144\ J$

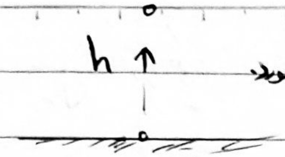
$|E\,|q|\cos\theta\, d| = 0.144$



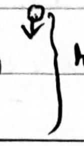
$|E \times 4.5\times10^{-6} \times -\cancel{\cos 37} \times 0.5| = 0.144$ $\quad (0.8)$

$\cos(\pi - \alpha) = -\cos\alpha$

$E = \frac{0.144}{4.5\times10^{-6} \times 0.8 \times 0.5} = 8\times10^4\ \frac{N}{C}$



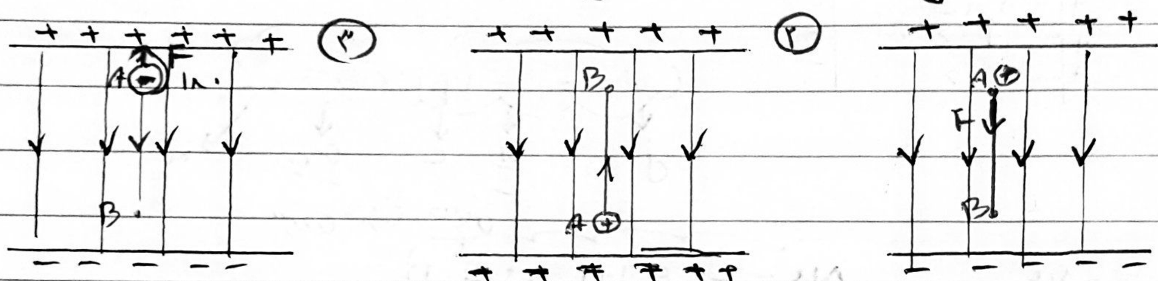
وقتی جسم را بالا می‌بریم انرژی پتانسیل به اندازه mgh ذخیره می‌شود



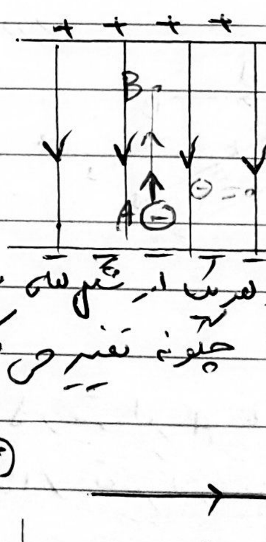
انرژی پتانسیل آزاد می‌شود

وقتی رها می‌کنیم انرژی پتانسیل آزاد می‌شود.

سوال ۸۵) با توجه به شکل‌ها بررسی کنید انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش یافته یا افزایش یافته؟



۱	۲	۳
$\theta = 0$	$\theta = 180$	$\theta = 180$
$W_E = E\lvert q\rvert d\cos\theta$	$W_E < 0$	$W_E < 0$
$W_E > 0 \Rightarrow \Delta U < 0$	$\Delta U > 0 \Rightarrow$ افزایش U	$\Delta U > 0 \Rightarrow$ افزایش U
کاهش U ⇐ انرژی پتانسیل الکتریکی آزاد	انرژی پتانسیل ذخیره شده است	انرژی پتانسیل ذخیره می‌شود.



$\theta = 0$

$W_E > 0 \Rightarrow \Delta U < 0$ لذا U کاهش

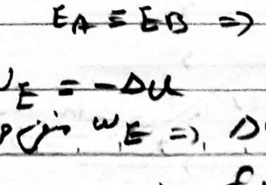
انرژی پتانسیل الکتریکی آزاد شد

سوال ۸۶) در هر یک از شکل‌های زیر نیروی الکتریکی وارد بر $+q$ و انرژی پتانسیل الکتریکی از A تا B چگونه تغییر می‌کند.

$F = Eq$

هرچه شدت میدان بیشتر باشد نیروی وارد نیز بیشتر خواهد شد.

۱)



یکنواخت → E

$E_A = E_B \Rightarrow F_A = F_B$

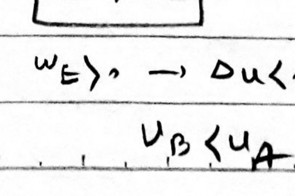
$W_E = -\Delta U$

W_E منفی می‌شود $\Rightarrow \Delta U > 0$

U افزایش می‌یابد

$U_B > U_A$

۲)



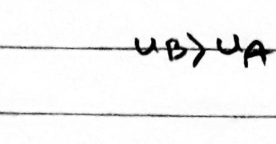
$E_A > E_B$

$\boxed{F_A > F_B}$

$W_E > 0 \rightarrow \Delta U < 0$

$U_B < U_A$

۳)



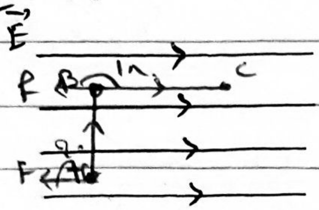
$F_A > F_B$

$W_E < 0 \rightarrow \Delta U > 0$

$U_B > U_A$

Subject: .... ادامه جلسه ۲۰ فیزیک ۲ Date: ....

سوال ۸۷) مطابق شکل یک بار الکتریکی منفی، در یک میدان یکنواخت مسیر $A \to B \to C$ را با سرعت ثابت می‌پیماید. انرژی پتانسیل الکتریکی از A تا B و از B تا C چگونه تغییر می‌کند؟



$W_E = -\Delta U$

از A تا B: $W_E = E|q| \cos 90 \times d$

$\Delta U = 0 \Rightarrow U_A = U_B$

از A تا B، U تغییر نمی‌کند

از B تا C: $W_E < 0 \to \Delta U > 0$

U افزایش $\Rightarrow U_C > U_B$

جلسه ۲۱

پتانسیل الکتریکی:

$\Delta U_E = E|q| \cos\theta \, d$

$\Delta V = \frac{\Delta U}{|q|}$ ($V_2 - V_1$ ، $U_2 - U_1$)

q = مقدار بار را با علامت

$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ ← تغییر پتانسیل الکتریکی ـ اختلاف پتانسیل الکتریکی ← یک کمیت نرده‌ای

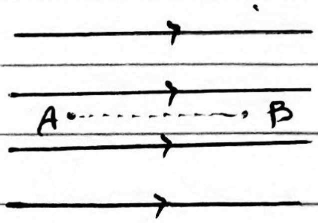
$\frac{J}{C}$ یا ولت

$$\boxed{\frac{\Delta U}{q} = \frac{E|q| \cos\theta \, d}{q}}$$

سوال ۸۸) یک بار الکتریکی با مقدار $q = -2C$ از نقطه A به نقطه B منتقل می‌شود و در نتیجه انرژی پتانسیل آن ۲۰۰J افزایش می‌یابد.

الف) اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه A و B چند ولت است؟

ب) اگر پتانسیل نقطه A، ۱۰۰ ولت باشد پتانسیل نقطه B چند ولت است؟



الف) $\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{+200}{-2} = -100\,V$

← با علامت قرار دهیم

ب) $V_B - V_A = -100\,V$

$V_B - 100 = -100\,V \Rightarrow V_B = 0$