فصل اول فیزیک یازدهم تجربی — الکتریسیته ساکن (الکتروستاتیک)

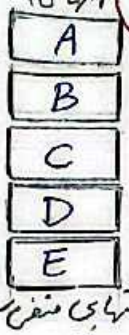
فیزیک یازدهم

* واژه الکتریسیته گرفته شده از ریشه یونانی الکترون به معنی کهربا است.
* آذرخش، پیام‌های عصبی و برافراشته شدن موی گربه وقتی به بدنش مالش داده می‌شود و ... همگی از آثار الکتریسیته‌اند.
* دو نوع بار الکتریکی وجود دارد که توسط بنجامین فرانکلین، بار مثبت و بار منفی نامگذاری شد.
* نماد بار الکتریکی q است
* یکای بار الکتریکی در SI بر حسب کولن است و با نماد C نمایش داده می‌شود.
* اتم‌ها در حالت عادی خنثی هستند یعنی تعداد الکترون و پروتون یکسان دارند و اصطلاحاً گفته می‌شود بار الکتریکی خالص جسم خنثی صفر است. $n_p = n_e$
* در اثر مالش دو جسم به یکدیگر، با انتقال تعدادی الکترون از یک جسم به جسم دیگر، تعادل بارها در اتم خنثی، بهم می‌خورد و اجسام باردار می‌شوند و نوع باری که در جسم در اثر مالش پیدا می‌کند به جنس جسم بستگی دارد
مثلاً در اثر مالش تفلون با نایلون، الکترون‌ها از نایلون به تفلون منتقل می‌شود یعنی نایلون که الکترون از دست می‌دهد تعداد الکترون‌هایش کمتر از تعداد پروتون‌های آن می‌شود و بار الکتریکی خالص نایلون مثبت می‌شود و تفلون که الکترون اضافی دریافت می‌کند، الکترون‌هایش از پروتون‌های آن فزونی می‌یابد و بار الکتریکی خالص تفلون منفی می‌شود
* برای تعیین بدست آوردن یا از دست دادن الکترون در اثر مالش، از جدولی مرسوم به سری الکتریسیته مالشی (ترتیو الکتریک) استفاده می‌شود (از لغت یونانی Tribos به معنی مالش)
- هر چه جسم به انتهای منفی نزدیک‌تر باشد، در اثر مالش، الکترون خواهی (تمایل به دریافت الکترون اضافی) بیشتری دارد مثلاً اگر لاستیک با پشم مالش داده شود، لاستیک که به انتهای منفی نزدیک‌تر است از پشم، الکترون می‌گیرد و بار خالص لاستیک منفی و پشم مثبت می‌شود.

** بچه‌ها از حفظ نباشید لازم نیست جدول ۱-الف ۴ را حفظ کنید !!!

قانون بنیادی الکتریسیته ساکن: بارهای همنام یکدیگر را دفع و بارهای ناهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند

سؤال: مستمتی از یک سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک) در شکل آمده است



جسمی از جنس A را با جسمی از جنس E و جسمی از جنس B را با جسمی از جنس D مالش می دهیم. اگر قبل از مالش، تمام این جسم ها خنثی بوده باشند، پس از مالش، کدام دو جسم الزاماً یکدیگر را دفع می کنند؟

پاسخ: با توجه به خواص سری، A و B دارای بار مثبت و D و E دارای بار منفی می شوند بنابراین A و B و نیز D و E دارای بارهای همنام شده و یکدیگر را دفع می کنند.

---

* الکتروسکوپ (برق نما) وسیله‌ای است که از یک کلاهک و دو ورقه‌ی فلزی تشکیل شده است و درون محفظه‌ای قرار دارد. از روی تغییر فاصله بین ورقه‌های الکتروسکوپ می‌توان بشخص داد:

① باردار بودن یک جسم را ② نوع بار جسم را ③ مقایسه اندازه بار دو جسم باردار ④ رسانا یا نارسانا بودن جسم

شکل ۱-۵ ص ۳ کتاب بررسی شود. مجدداً ص ۷ از رسانا گفته شده

---

* رابرت میلیکان اولین بار مقدار بار الکترون را اندازه‌گیری کرد

- اندازه بار منفی الکترون با اندازه بار مثبت پروتون دقیقاً برابر است. این مقدار را بار بنیادی نامیده و آنرا با e نمایش می دهیم

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

پرسش ۱-۱ ص ۳: در اثر مالش دو کش پلاستیکی باید به ظرف غذا در لبه‌ها، بار الکتریکی بین آنها مبادله می‌شود و بارهای ناهمنام ایجاد شده و جاذبه بین این بارها سبب چسبیدن دو کش به لبه‌های ظرف می‌شود. ص ۶ در رسانا نگاه داشته

نکته: جسم باردار می‌تواند علاوه بر جسم با بار مخالف، جسم خنثی را نیز جذب کند.

نکته: اغلب کمیای بار الکتریکی یک جسم را با پیشوندها بیان می‌کنند مثلاً میکروکولن ($1\mu C = 10^{-6} C$) یا نانوکولن ($1nC = 10^{-9} C$) زیرا طبق مثال در مالش شانه با موهای سر بارهای منتقل شده از مرتبه nC (نانوکولن) است کولن کمیای بسیار بزرگی است که مثلاً در یک آذرخش نوعی، باری از مرتبه 10 C بین ابر و زمین منتقل می‌شود

در مورد بار الکتریکی ۲ اصل وجود دارد

* ① اصل پایستگی بار الکتریکی: بیان می‌کند، مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی (دستگاهی که با محیط تبادل بار الکتریکی ندارد) ثابت است یعنی بار الکتریکی می‌تواند از یک جسم به جسم دیگر منتقل شود، ولی نمی‌تواند بوجود آید و یا از بین برود.

به عنوان مثال اگر هنگام شانه کردن مو تعداد 10^7 الکترون در شانه ظاهر شود، به همین تعداد یعنی 10^7 الکترون از موی سر کم شده است.

* ② اصل کوانتیده بودن بار الکتریکی: همواره بار ۲ جسم، ضرب درستی از بار بنیادی e (بار یک الکترون یا یک پروتون) است.

اگر بار جسم را با نماد q که یکای آن در SI کولن است و بار بنیادی را با نماد e نمایش دهیم

$$q = \pm ne$$

- $+$: هرگاه جسم الکترون دریافت کند
- $-$: هرگاه جسم الکترون از دست بدهد
- n: تعداد الکترون‌های جابجا شده $\rightarrow$ ۱، ۲، ۳، ...

آنگاه اصل کوانتیده بودن بار به صورت مقابل نوشته می‌شود:

* یک مثال برای کوانتیده بودن یک کمیت، تعداد دانش‌آموزان یک کلاس یا تعداد تخم مرغ‌های درون یک ظرف است مثلاً نمی‌توانیم ۲۴٫۵ دانش‌آموز در کلاس و یا ۱۲٫۳ تخم مرغ داشته باشیم

تمرین ۱-۱ صفحه ۴ کتاب مبحث: عدد اتمی اورانیم $Z = 92$ است یعنی تعداد پروتون‌های هسته اورانیم ۹۲ پروتون می‌باشد

ص ۵ ریاضی

$$q_{\text{هسته}} = +ne = +Ze = 92 \times 1.6 \times 10^{-19} = 147.2 \times 10^{-19}\ C$$

در اتم خنثای اورانیم تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر است.

$$q_{\text{الکترون‌ها}} = -ne = -92 \times 1.6 \times 10^{-19} = -147.2 \times 10^{-19}\ C$$

بار الکتریکی اتم خنثی صفر است

$$q_{\text{اتم}} = q_{\text{هسته}} + q_{\text{الکترون‌ها}} = 0$$

آیا این مقادیر می‌تواند بار الکتریکی جسم باشد؟ (جسم به کولن باشد)

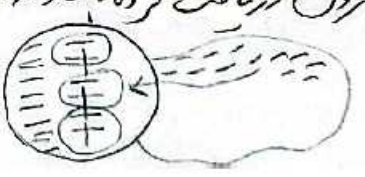
$q = 2.4$ ✓ $\quad q = 4.08 \times 10^{-20}$ ✗ $\quad q = 12 \times 10^{-18}$ ✓

سؤال: جسمی با بار $+3nC$ چه تعداد الکترون مبادله کند تا بارش $-5nC$ شود

$$\Delta q = -ne$$

جسم باید الکترون دریافت کرده باشد که بار منفی آن منفی شده است

$$(-5-3) \times 10^{-9} = -n \times 1.6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 5 \times 10^{10}$$



فیزیک پایه دهم

یادآوری از کتاب علوم، اگرچه مفصل این بحث را در صفحه ۲۵ و ۲۶ کتاب تجربی و صفحه ۲۷ و ۲۸ ریاضی خواندید

* بخش بار روی جسم:

۱- جسم نارسانا: بار داده شده به جسم نارسانا (شیشه - پلاستیک و ...) در همان محل باقی می‌ماند

۲- جسم رسانا: بار داده شده به جسم رسانا، در سطح خارجی رسانا بخش می‌شود و هیچ باری درون رسانا باقی نمی‌ماند (مانند کره فلزی).

* روش‌های باردار کردن اجسام: ۱- مالش ۲- تماس ۳- القاء

* ۱) روش مالش: بهترین روش باردار کردن نارسانا

هرگاه دو جسم با جنس مختلف را به یکدیگر مالش دهیم، الکترون از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود و هر دو جسم باردار می‌شوند.

همچنان که مثال مالش پلاستیک و پارچه پشمی را در صفحه گفتیم امامیدانید در اثر مالش میله شیشه‌ای با پارچه ابریشمی، شیشه الکترون از دست می‌دهد و بارش مثبت می‌شود و ابریشم الکترون دریافت کرده و بارش منفی می‌شود.

نکته: در اثر مالش همیشه بار یکی از جسم‌ها مثبت و دیگری منفی می‌شود و اندازه بار آن‌ها ($q = \pm ne$) یکسان است.

* ۲) روش تماس: این روش بیشتر برای باردار نمودن اجسام رسانا کاربرد دارد

اگر جسم رسانا با نارسانای خنثی را به جسم باردار تماس دهیم، جسم خنثی به طور همانا با جسم باردار، دارای بار الکتریکی می‌شود

نکته: اگر دو کره فلزی هم اندازه دارای بارهای q_1 و q_2 باشند، پس از تماس، بار کره‌ها برابر یکدیگر می‌شود و از رابطه $q' = \frac{q_1 + q_2}{2}$ بار هر کره پس از تماس بدست می‌آید

* دقت کن که در رابطه فوق q_1 و q_2 با علامت بار در مسئول حساب‌داری می‌کنیم

* اگر کره‌ها هم اندازه نباشند باید به نسبت شعاع‌ها بین کره‌ها تقسیم می‌شود که خارج از بحث کتاب است

q_1' و q_2' بار جدید روی کره‌ها پس از تماس و R_1 و R_2 شعاع کره‌ها می‌باشد $\frac{q_1'}{q_2'} = \frac{R_1}{R_2}$ و $q_1' + q_2' = q_1 + q_2$

مبنی صفحه ۵

مسئله: مجموع بار دو کره رسانا هم اندازه، $-6\mu C$ و حاصلضرب بارها $-16\mu C^2$ است. اندازه بار هر کره را بعد از تماس با هم بدست آورید.

$$\begin{cases} q_1+q_2=-6\mu C \\ q_1 q_2=-16\mu C^2 \end{cases}$$

وقتی مجموع دو عدد ۶- و حاصلضربشان ۱۶- باشد می‌توان حدس زد دو عدد ۲ و ۸- هستند

$$q_1'=q_2'=\frac{q_1+q_2}{2}=-\frac{8+2}{2}=-3\mu C$$

* توجه کنید بارها را با علامت در فرمول قرار دادیم

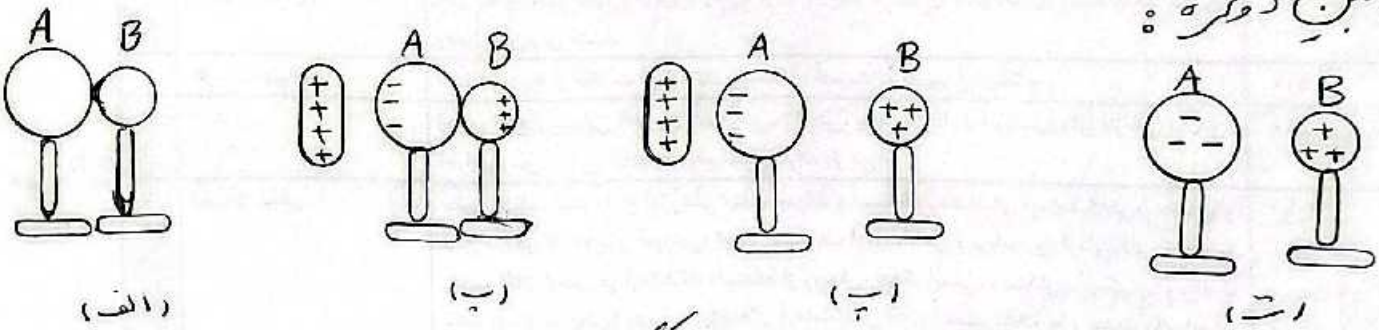
چون کره‌ها هم اندازه‌اند پس از تماس با هر کدام $-3\mu C$ می‌شود.

---

*۳) روش القا: به طور معمول القا در رسانا‌ها رخ می‌دهد، در رسانا‌ها نیز با کمی تفاوت سبب به رسانا، القا داریم و القا عبارتست از نزدیک کردن جسم باردار (تغذیه القا کننده) به جسم بدون بار

* القا در رسانا‌ها

۱) القا بین دو کره:



الف) دو کره رسانای منفصل به پایه عایق در تماس با یکدیگر

ب) تغذیه القا کننده را به کره A نزدیک می‌کنیم، بار مخالف با تغذیه در کره A القا می‌شود و بارهای هم‌نام با تغذیه به دورترین نقطه روی کره B می‌روند

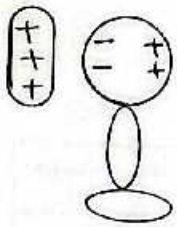
پ) سپس از جدا سازی بارهای مثبت و منفی روی کره‌ها، تماس دو کره را در حالیکه باید تغذیه القا کننده سر جایش باشد قطع کنیم

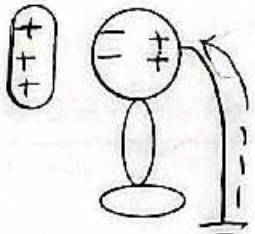
ت) اکنون تغذیه القا کننده را دور می‌کنیم و در نهایت همیشه بار مخالف با تغذیه القا کننده در نزدیکترین کره القا می‌شود. همین کار را می‌توان با تغذیه القا کننده منفی انجام داد در این صورت در کره A بار مثبت و در کره B بار منفی القا می‌شود

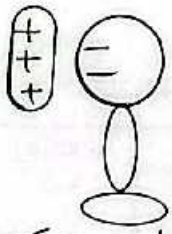
نکته: بارهای ایجاد شده در این روش در دو کره، هم اندازه‌اند و به شکل و اندازه اجسام رسانا بستگی ندارد

مبحث فصل ۶
یازدهم

۲) القا در یک کره :


جدا سازی بارهای مثبت و منفی با نزدیک کردن میله القا کننده به کره


نمایش سیم اتصال به زمین


قطع سیم اتصال

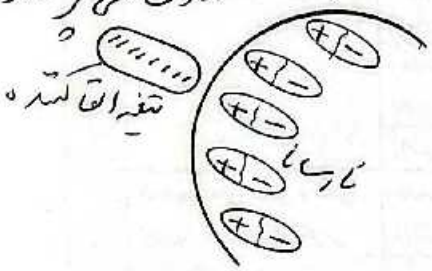

کره بار دار با بار مخالف میله

نکته : ابتدا سیم اتصال را قطع ، سپس میله را دور می کنیم و در نهایت بار روی کره مخالف با بار میله القا کننده ، ایجاد می شود یعنی اگر این کار را با میله منفی انجام دهیم بار القا شده روی کره در نهایت ، بار مثبت خواهد شد

نکته : زمین بزرگترین رسانای کره زمین است در صورت لزوم از طریق سیم اتصال به زمین می توان الکترون به زمین داد یا از زمین الکترون گرفت .

نکته : چون بدن انسان رسانا است می توان به جای سیم اتصال به زمین از تماس نوک انگشت با جسم استفاده کرد .

القا در نارسانا : برخلاف رسانا ها که الکترون آزاد دارند که با جابجایی آنها توزیع بار تغییر می کند ، در نارسانا ها الکترون ها جابجا نمی شوند بلکه مولکولهای قطبی شده نارسانا طوری می چرخند که یک سمت نارسانا بار الکتریکی پیدا می کند .



بچه ها اگر بحث القا رو با دگر فیتد ببینید پرسش ۱-۱ ص ۳ پاسخش رو براساس القا بگم بهتره یا نه ؟!!

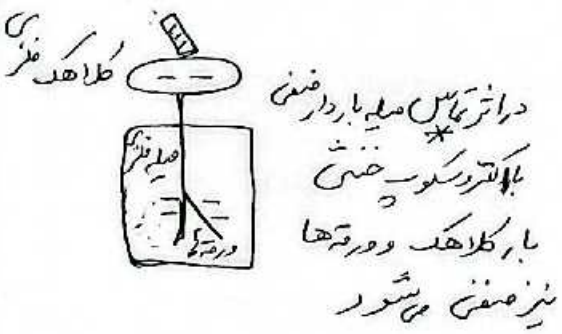
روکش پلاستیکی یا سلوفان در تماس با دست انسان بار منفی پیدا می کند و با نزدیک کردن به طرف (القا) در سطح ظرف بار مثبت القا می شود . نیروی جاذبه بین بارهای ناهمنام باعث می شود روکش در جای خود ثابت بماند .

پرسش ۱-۴ ص ۱۵ : میله باردار در اثر القا مولکولهای خرده های کاغذ (نارسانا) را قطبی کرده (جدا سازی بارهای مثبت و منفی) و جاذبه بین بارهای ناهمنام میله با خرده های کاغذ باعث جذب می شود .

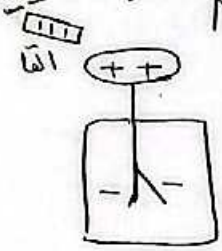
فقط در کتاب تجربی — سال ۲۷ ص ۴۴ کتاب ریاضی

فصل ۱
فیزیک یازدهم

الکتروسکوپ (برق نما): دستگاهی است که از یک کلاهک و میله و ورقه‌های نازک فلزی تشکیل شده است و درون محفظه قرار گرفته. اگر جسم باردار یا بدون بار را نزدیک یا با کلاهک تماس دهیم، ورقه‌ها از یکدیگر فاصله می‌گیرند.



در اثر تماس میله باردار منفی با الکتروسکوپ خنثی، بار کلاهک و ورقه‌ها نیز منفی می‌شود.



اگر میله باردار منفی را به کلاهک نزدیک کنیم، بار مخالف روی کلاهک و بارهای هم‌نام به ورقه‌ها منتقل شده و ورقه‌ها از هم دور می‌شوند.

* کاربردهای الکتروسکوپ: ۱) تشخیص باردار بودن جسم ۲) تشخیص نوع بار جسم ۳) مقایسه اندازه بار دو جسم

نیروی الکتریکی: نیروی بین بارهای الکتریکی

- اگر بارها هم‌نام باشند نیروی بینشان دافعه (نیرو) است (هر دو بار مثبت یا هر دو بار منفی)
- اگر بارها ناهم‌نام باشند (یکی مثبت و دیگری منفی) نیروی بینشان ربایشی (جاذبه) است

(شکل ۱-۴ صفحه ۲ (الف) و (ب)، (پ) در واقع همان نیروی بین بارهای الکتریکی است.)

فعالیت ۱-۱ صفحه ۵: چون نی‌های پلاستیکی در اثر مالش با پارچه پشمی هر دو دارای بار منفی شده‌اند لذا دافعه بین بارهای هم‌نام در انگشتان حس می‌شود.

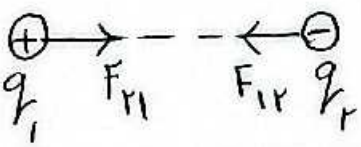
* نیروی الکتریکی با علامت اختصاری F کمیتی برداری است

۱) اندازه یا بزرگی نیرو
* با خط‌کش (قانون کولن)

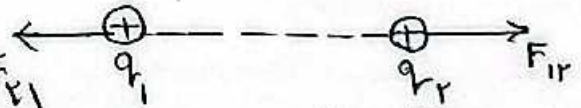
۲) جهت بردار نیرو
* با توجه به علامت بار

۳) قاعده جمع برداری (نیروی برآیند)
* هرگاه بیش از دو بار الکتریکی داشته باشیم

* اول می‌رسم سراغ جهت نیرو:



نیروی ربایشی (جاذبه): بارها ناهم‌نام



نیروی دافعه (دافعه): بارها هم‌نام (برای هر دو شکل هم همینطور)

* جمله پایانی صفحه ۵ کتاب خوانده شود.

توضیح رسم بردار نیرو:

F_{12} نیرویی است که بار q_1 به q_2 وارد می‌کند و برای رسم بردار نیرو، خودکار در محل q_2 قرار می‌گیرد و در راستای خط واصل دو بار، بردار رسم می‌شود

F_{21} نیرویی است که بار q_2 به q_1 وارد می‌کند در اینجا نیز خودکار در محل q_1 قرار می‌گیرد و در راستای خط واصل دو بار، بردار نیرو رسم می‌شود.

در شکل ص ۷ می‌بینید که ① F_{12} و F_{21} همیشه خلاف جهتند ② اندازه این دو نیرو همیشه با هم برابر است ③ راستای این دو نیرو در راستای خط است که دو ذره را به هم متصل می‌کند

* بند ① و ② براساس قانون سوم نیوتن می‌باشد

* اندازه یا بزرگی هر کمیت برداری را صورت قدر مطلق آن می‌نامیم

$|F_{12}| = |F_{21}|$ از نظر اندازه و بزرگی برابرند و $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ از نظر جهت خلاف جهتند

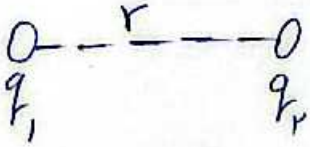
حالا برسیم سراغ اندازه نیروی الکتریکی البته خیلی خوب کولن با انجام آزمایش‌هایی توسط دستگاهی به نام ترازوی پیچشی کولن (شکل ۱-۷ ص ۵ تجربی نهم ریاضی فیزیک ۱ ص ۶ ریاضی) عوامل مؤثر بر اندازه این نیرو را برامون پیدا کرده و روابط بین این عوامل را قانون کولن نامید

قانون کولن را بیان کنید و رابطه آن را بنویسید.

اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای، با حاصلضرب اندازه بارها رابطه مستقیم و با مجذور فاصله بین دو بار رابطه عکس دارد

$$F \propto q_1 q_2$$

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$



(∝ این علامت یعنی متناسب است با)

دو رابطه تناسب فوق با قرار دادن یک ثابت به نام ثابت کولن $K = 9\times10^9 \frac{N m^2}{C^2}$ تبدیل به قانون کولن می‌شود:

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

ε_0 ← ضریب گذردهی الکتریکی خلا (ایپسیلون صفر) $= 8{,}85\times10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$

صفحه ۹ — مبحث یازدهم

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

(q: کولن) اندازه هریک از بارها

r: فاصله دو بار نقطه‌ای (متر)

F: نیروی بین دو بار ($F_{12} = F_{21}$) (نیوتن N)

k: ثابت کولن $9\times10^9 \frac{N\,m^2}{C^2}$ واحدش را از روی واحد بقیه کمیتها تعیین کن

حواست باشه اگر علامت بارها منفی بود اصلاً علامت منفی بار را در فرمول وارد نکن (کتاب با قدر مطلق q نوشته)

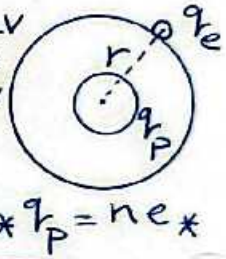
سؤال: دو بار نقطه‌ای q و $5q$ در فاصله ۲ از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر بزرگی نیرویی که بار q به بار $5q$ وارد می‌کند F باشد، بزرگی نیرویی که بار $5q$ به q وارد می‌کند چند F است؟

پاسخ: طبق قانون سوم نیوتن نیرویی که دوذره بار را بر هم وارد می‌کنند هم اندازه هستند

پس نیروی بار $5q$ به q همان F خواهد بود

سؤال: الکترون در مسیر دایره‌ای به شعاع یک آنگستروم به دور هسته‌ای که ۱۰ پروتون دارد چرخ می‌زند. نیروی وارد بر الکترون از طرف هسته چند نیوتن است؟ $e = 1{,}6\times10^{-19}C$

$$F = k\frac{q_e q_p}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 1{,}6\times10^{-19}\times(10\times1{,}6\times10^{-19})}{(10^{-10})^2} = 23{,}04\times10^{-7}\,N$$



$*q_p = ne*$

تبدیل آنگستروم به متر از کتاب دهم بلدی $1A^\circ = 10^{-10}m$

مسئله‌های آخر فصل شماره ۳ صفحه ۳۱ — کتاب کار — سؤال ۴ صفحه ۴۱ ریاضی

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1+q_2}{2} = \frac{4+(-6)}{2} = -1\,nC$$

کره‌ها یکسان اند

* به تبدیل واحد خیلی اهمیت بده

نانو: 10^{-9}

$$F = k\frac{q'_1 q'_2}{r^2} = \frac{9\times10^9\times1\times10^{-9}\times1\times10^{-9}}{(30\times10^{-2})^2} = 1\times10^{-7}\,N$$

q'_1 و q'_2 هر دو منفی اند (هنا) نیروی بینشان را نشتی (دافعه) است

شماره ۱ صفحه ۳۶ کتاب الف) بار الکتریکی ایجاد شده در باریکه‌ای هم اندازه با بار حلیه پلاستیکی است فقط علامتها متفاوت است $q = +12{,}8\,nC$ باریکه

ب) $q = ne \rightarrow 12{,}8\times10^{-9} = n\times1{,}6\times10^{-19} \rightarrow n = 8\times10^{10}$

درس ۲ صفحه ۴۱ ریاضی

فیزیک یازدهم

* با تغییر اندازه بار یک و یا فاصله بارها، اندازه نیرو تغییر می‌کند. پس اگر بخواهیم نیروی بین دو ذره را در دو حالت مقایسه کنیم از رابطه نسبتی زیر استفاده می‌کنیم.

$$\frac{F'}{F} = \frac{q_1' q_2'}{q_1 q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

$r' = 2r$

سؤال: اگر فاصله دو بار الکتریکی را ۲ برابر و اندازه یکی از بارها (مثلاً q_2 را دو برابر کنیم و q_1 همان q_1 باشد) بارها در این حالت هم وارد می‌کنند، نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟

$$\frac{F'}{F} = \frac{q_1' q_2'}{q_1 q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 = \frac{q_1 \times (2q_2)}{q_1 q_2} \times \left(\frac{r}{2r}\right)^2 = 2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

$$F' = \frac{1}{2} F$$

* تا حالا فقط نیروی الکتریکی دو بین دو ذره حساب کردیم حالا اگر چند تا بار الکتریکی در صفحه داشته باشیم چه کنیم؟ هرگاه چند بار الکتریکی در صفحه داشته باشیم و در مسأله نیروی وارد بر یکی از بارها خواسته شود ابتدا نیروی وارد از طرف سایر بارها بر مورد نظر مسأله را رسم و با قانون کولن اندازه‌شان را بدست می‌آوریم سپس از قاعده جمع برداری استفاده کرده و اندازه و جهت نیروی برآیند را تعیین می‌کنیم.

قاعده جمع برداری:

۱- اگر دو بردار هم جهت باشند برآیندشان جمع معمولی بزرگی‌شان است

$|a| = 4$ ⟶
$|b| = 4$ ⟶

برآیند دو بردار $= \vec{a} + \vec{b} = 3 + 4 = 7$

۲- اگر دو بردار خلاف جهت باشند برآیند شان تفریق معمولی بزرگی‌شان است

$|a| = 3$ ⟶
$|b| = 4$ ⟵

برآیند در جهت بردار بزرگتر $= 4 - 3 = 1$

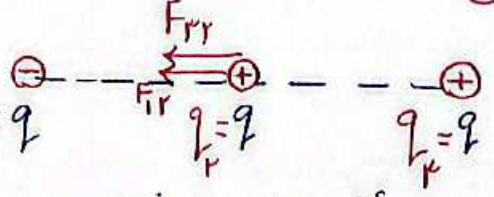
۳- اگر دو بردار بر هم عمود باشند برآیند از رابطه فیثاغورث بدست می‌آید

$|a| = 3$ ⟶
$|b| = 4$ ↓

$$\text{برآیند} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$$

پرسش ۱-۲ صفحه ۸ (خودت بارها را نامگذاری کن)

* علامت بارها فقط در رسم بردار نیروی برایند لازم است و اصلاً در محاسبه قانون کولن وارد نمی‌شود.



الف) قدم اول رسم بردارهای نیروی در محل بار خواسته شده در مسأله (q_2 یا وسطی)

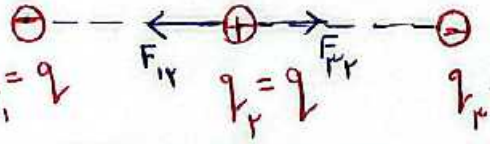
چون اندازه بارهای و فاصله بار ۱ تا بار وسطی برابر است بزرگی نیروی F_{12} با F_{32} برابر می‌شود و چون دو بردار هم جهت هستند برآیندشان، جمع بزرگی هر یک از نیروهاست

$F_{12} = F_{32} = F$

$F_{\text{برآیند}} = F_{12} + F_{32} = F + F = 2F$

* به جای کلمه برآیند می‌توانید اندیس T به معنی جمع را به کار ببرید (F_T)

ب) چون F_{12} و F_{32} خلاف جهتند برآیندشان تفریق بزرگی هر یک از نیروهاست.

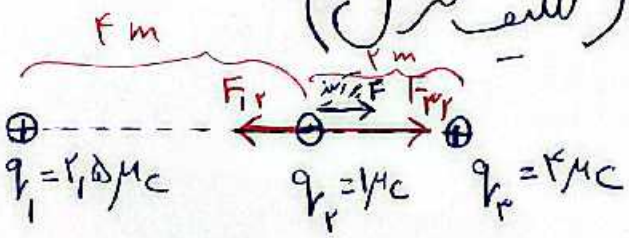


$F_{\text{برآیند}} = F_{12} - F_{32} = F - F = 0$

---

* در مثال ۱-۳ صفحه ۸ نیروی برآیند وارد بر بار q_2 را بدست آورده و در تمرین ۱-۲ صفحه ۹ باهم داده که مثل نیروی برآیند وارد بر q_2 را می‌خواهد و تو به عنوان تمرین اضافی می‌توانی همین مثال را برای محاسبه نیروی برآیند وارد بر q_1 حل کنی (تکلیف منزل)

* چند نکته خوب به علامت بارها و بردارهای نیروی که و عدد بارها را کنار هم گذاشته در شکل بنویسی



تمرین ۱-۲ صفحه ۹

* بردار نیرو در راستای محور x است و می‌خواهیم بردار یکه محور x، $\vec{i}$ می‌باشد پس در خلاف محور x، $-\vec{i}$ می‌نویسیم.

* واحد بار الکتریکی در کولن که باید تبدیل به کولن (C) شود اما فاصله بارها را در حالت (m) قرار داده که تبدیل واحد نمی‌خواهد

$$F_{12} = \frac{K q_1 q_2}{r^2} \quad \text{فاصله } q_1 \text{ تا } q_2$$

$$F_{12} = \frac{9\times10^{9} \times 2{,}5\times10^{-6} \times 1\times10^{-6}}{4^2}$$

$$F_{12} = 1{,}4\times10^{-3}\ N$$

چون بردار در خلاف جهت x است

$$\vec{F}_{12} = -1{,}4\times10^{-3}\ N$$

$$F_{32} = \frac{K q_3 q_2}{(\text{فاصله } q_3 \text{ تا } q_2)^2} = \frac{9\times10^{9} \times 1\times10^{-6} \times 4\times10^{-6}}{2^2} = 9\times10^{-3}\ N \xrightarrow{\text{در راستای محور x}} \vec{F}_{32} = 9\times10^{-3}\,\vec{i}$$

چون دو بردار خلاف جهتند برآیند تفریق معمولی بزرگی نیروهاست و جهت نیروی برآیند در جهت بردار بزرگتر یعنی F_{32} می‌باشد.

$$F_{\text{برآیند}} = |F_{12} - F_{32}| = 7{,}6\times10^{-3}\ N \rightarrow \vec{F}_T = 7{,}6\times10^{-3}\ N\,\vec{i}$$

مبنی یا زرحم

پرسش ۱-۳ صـ ۹

چون شکل مربع و فاصله بارهای گوشه‌ی مربع تا بار مورد نظر مانند کمان است و نیز اندازه بارها برابر است پس نیروها برابرند

و چون نیروی در راستای خط واصل بارها که ضلع مربع است رسم می‌شوند برهم عمود و برآیندشان از رابطه فیثاغورث بدست می‌آید

$$F_T = \sqrt{F^2+F^2} = \sqrt{2F^2} = \sqrt{2}\,F$$

* فقط جهت بردار نیروی برآیند مطابق شکل ب نسبت به الف تغییر کرده درحالیکه بزرگی نیرو مانند مت الف از قاعده فیثاغورث بدست می‌آید

تمرین ۱-۳ صـ ۱۰ هدف مسأله با طرح این تمرین این است که وقتی علامت بارها تغییر می‌کند فقط جهت بردار نیروها تغییر می‌کند درنتیجه جهت F_T در این سؤال و مثال ۱-۴ متفاوت اند اما:

ب) چون اندازه بارها و نیز فاصله بارها (و همینطور زاویه) تغییر نکرده بزرگی نیروی برآیند وارد بر q_1 در مثال و تمرین یکی خواهد بود

* نتیجه‌گیری زیبا: تغییر علامت بارها فقط جهت بردار نیرو را تغییر می‌دهد

* توجه کن: بردار برکنه محور y، با $\vec{j}$ نمایش داده می‌شود

لذا در مثال ۱-۴ صـ ۹ بردار $\vec{F}_T$ هم در راستای $\vec{i}$ و هم در راستای $\vec{j}$ مؤلفه دارد و چون برهم عمودند بزرگی F_T از رابطه فیثاغورث بدست می‌آید.

* مسئله: سه ذره باردار در سه رأس مثلث متساوی الاضلاع قرار دارند اگر F_T مطابق شکل باشد در مورد علامت q_2 و q_3 و نیز اندازه بارها (مقایسه بارها) استدلال کنید

فرض کنیم q_1 مثبت باشد (می‌توانی فرض کنی منفی باشد نتیجه همان است) درنتیجه q_2 باید مثبت باشد که F_{21} مطابق شکل شود و نیز q_3 باید منفی باشد که F_{31} نیز مطابق شکل شود. سپس q_2 و q_3 با هم نامساوند از طرفی بزرگی $\vec{F}_{21}$ از $\vec{F}_{31}$ بزرگتر است و چون q_1 در مقابل هر دو نیرو مشترک است پس باید q_3 بزرگتر از q_2 باشد تا $\vec{F}_{31}$ بزرگتر شود

* بچه ها تا حالا فکر کردین از راه دور و بدون تماس چیزی رو هل بدید (دافعه) یا بکشید (جاذبه) خیلی جالبه و شبیه به جادوگری می مونه!!! ولی دیدیم که در مورد بارهای الکتریکی این طوریه و علتش میدان الکتریکی اطراف بارهاست.

میدان الکتریکی: خاصیتی است که در اطراف هر بار الکتریکی وجود دارد و به موجب این خاصیت بر هر بار دیگری واقع در این ناحیه نیرو وارد می شود.

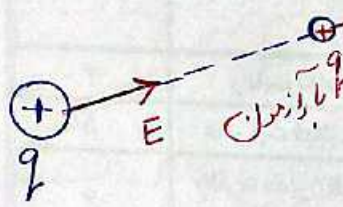
↳ کمیتی برداری معرفی شد پس میدان الکتریکی
↳ بار آزمون مثبت فرضی کوچک ($+q_0$) / کمیتی برداری است

* میدان الکتریکی را با بار E نمایش می دهیم و چون کمیتی برداری است دارای: ① اندازه و شدت میدان (بر حسب نیوتون) ② جهت میدان (علامت بارها) ③ وقتی در صفحه بیش از یک بار الکتریکی داشته باشیم

میدان الکتریکی برآیند را با قاعده جمع برداری محاسبه می کنیم.

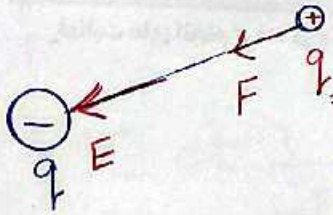
اول برایم سرانجام جهت میدان و از روی اون شدت میدان هم گفته می شود.

* بار آزمون را در هر نقطه دلخواه در اطراف بار q قرار می دهیم



جهت نیرویی که از طرف بار q بر q_0 وارد می شود همان جهت میدان الکتریکی اطراف بار q می باشد.

نتیجه گیری: جهت بردار میدان در اطراف بار مثبت q بطرف خارج بار و جهت بردار میدان در اطراف بار منفی q بطرف بار می باشد.



حالا اگر در بالا دیدی که وجود نیرو (از راه دور) به دلیل حضور میدان الکتریکی است از همین جا می توان رابطه ای برای شدت میدان الکتریکی نوشت:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

(N) نیرو → / (C) بار آزمون

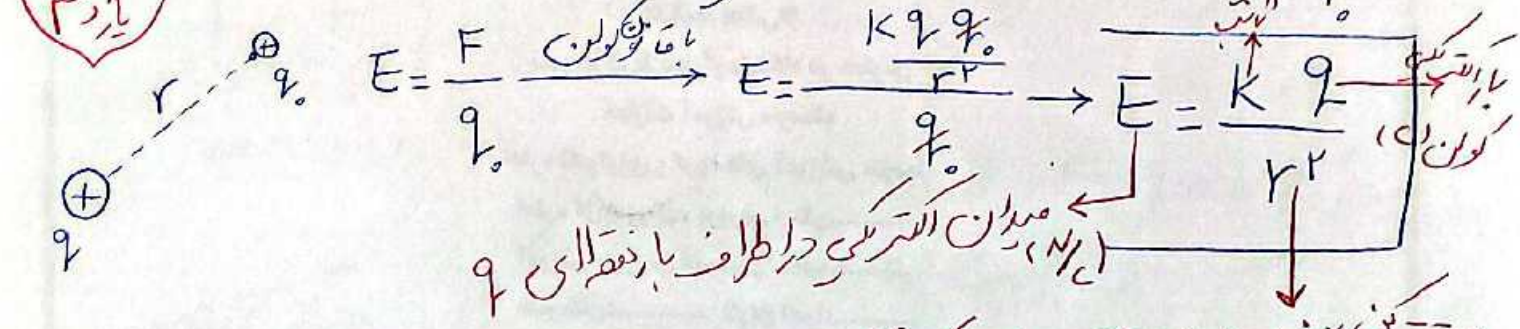
نتیجه گیری: میدان الکتریکی برداری است که جهت آن هم جهت با بردار نیرویی وارد بر بار آزمون (q_0) از طرف بار q می باشد و اندازه آن برابر است با: $E = \frac{F}{q_0}$

شدت میدان الکتریکی

یکای میدان: (N/C)

مبنی یازدهم

از رابطه $E=\frac{F}{q}$ می‌توان میدان الکتریکی در اطراف یک بار نقطه‌ای را بدست آورد



وما آنرا در نقطه مورد نظر مسأله خودمان قرار می‌دهیم مثلاً:

میدان الکتریکی در ۱۰۰ سانتی‌متری بار $10nc$ چقدر و در چه جهتی است؟



$$E=\frac{kq}{r^2}=\frac{9\times10^9\times10\times10^{-9}}{(100\times10^{-2})^2}=90\ N/C$$

اندازه میدان:

جهت میدان: چون بار علامتش منفی است جهت میدان طرف بار است

* در ضمن دقت شود علامت منفی بار را در فرمول منظور نمی‌کنیم بلکه همین تذکر را در صورت قدر مطلق نوشته‌ایم.

سؤال: عوامل مؤثر در میدان الکتریکی در اطراف بار نقطه‌ای q را بنویسید.

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

① اندازه میدان با اندازه بار رابطه مستقیم دارد $E\propto q$

② اندازه میدان با مجذور فاصله از بار، رابطه وارون دارد $E\propto\frac{1}{r^2}$

نکته: در اثبات بالای صفحه دیدیم که اندازه میدان الکتریکی در اطراف بار نقطه‌ای q اصلاً اصلاً به اندازه بار آزمون (q_0) بستگی ندارد. (از صورت و مخرج q_0 خط خورد)

مسئله: میدان الکتریکی در اطراف بار نقطه‌ای q، با بار آزمون $+2pc$ برابر E می‌باشد اگر از بار $+8pc$ استفاده کنیم میدان الکتریکی در این نقطه چند E می‌شود؟ چون اندازه میدان در اطراف بار q به اندازه بار آزمون بستگی ندارد پس میدان برابر همان E می‌باشد

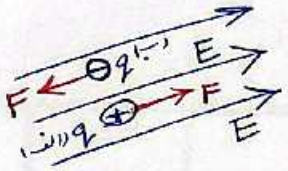
صفحه ۱۵ — مبحث یازدهم

$F = Eq$ (F: نیوتن (N)، E: نیوتن بر کولن (N/C)، q: کولن (C))

نیروی وارد بر بار الکتریکی واقع در میدان الکتریکی: F ، q ، E

برداری است — اندازه: $F = |E|\,|q|$

جهت: با توجه به علامت بار تعیین می‌شود؛ اگر بار الکتریکی q



(الف) مثبت باشد F و E هم‌جهت‌اند و اگر بار الکتریکی q

(ب) منفی باشد F و E خلاف جهت‌اند

بجه‌ی برای اینکه فرمولا قاطی نشن به این نکته توجه کن: تو فرمول $F = Eq$ ، E میدان الکتریکی خارجیه یعنی هر باری می‌تونه این میدان رو درست کنه بعد بار q اومده تو این میدان. اما تو فرمول $E = \frac{kq}{r^2}$ ، E رو خود بار q درست کرده

تمرین ۱-۴ صفحه ۱۳ تجربی / صفحه ۱۴ ریاضی

$q_e = q_p = 1{,}6 \times 10^{-19}\ C \qquad r = 5{,}3 \times 10^{-11}\ m$

$$E = \frac{kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{(5{,}3 \times 10^{-11})^2} = 5{,}1 \times 10^{11}\ N/C$$

الف)

ب) در مثال ۱-۶ میدان حاصل از دو اندوگراف در فاصله ۱m همان E_1 که $9 \times 10^3\ N/C$ حساب شده است

$$E = \frac{kq}{r^2} \rightarrow 9 \times 10^3 = \frac{9 \times 10^9 \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{r^2} \rightarrow r^2 = 0{,}16 \times 10^{-12} \rightarrow r = 0{,}4 \times 10^{-6}\ m$$

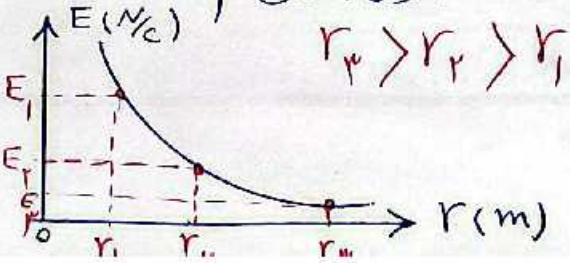
سؤال: آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد میدان الکتریکی در اطراف بار q با مجذور فاصله رابطه عکس دارد

تمرین صفحه ۱۲ شکل مربوط به مثال ۱-۶ پایین صفحه به همراه توضیحات از کلمه «دو شمع یکی در فاصله‌ای تر...» تا آخر

* صفحه ۱۴ ریاضی

نمودار اندازه میدان برحسب فاصله از بار الکتریکی: طبق نمودار صفحه ۱۲ تمرین مثال ۱-۶ دیده می‌شود (با نقاط قرمز رنگ) که هرچه r را افزایش می‌دهیم مقدار E کاهش یافته و چون r در فرمول E با توان دوم نوشته شده، نمودار منحنی است صفحه ۱۴ ریاضی

$$r_3 > r_2 > r_1 \xrightarrow{E \propto \frac{1}{r^2}} E_3 < E_2 < E_1$$



خطوط میدان الکتریکی:

می دانیم بارهای الکتریکی در فضای اطراف خود، میدان الکتریکی ایجاد می کنند. ما کمّی از این میدان را با رسم خطوطی که جهت دارند مجسم می کنیم. برای تجسم میدان الکتریکی از خط های جهت داری موسوم به خطوط میدان الکتریکی استفاده کرد

اگرچه ما نیز با آزمایشی مشابه فعالیت ۱-۲ ص ۱۶ تجربه کنید، خطوط میدان الکتریکی را رسم کنیم

نتیجه فعالیت ۱-۲: دانه های (بذر - خاکشیر) تحت تأثیر میدان الکتریکی ایجاد شده توسط الکترودها، فعالیت ۱-۳ ص ۱۷ ریاضی

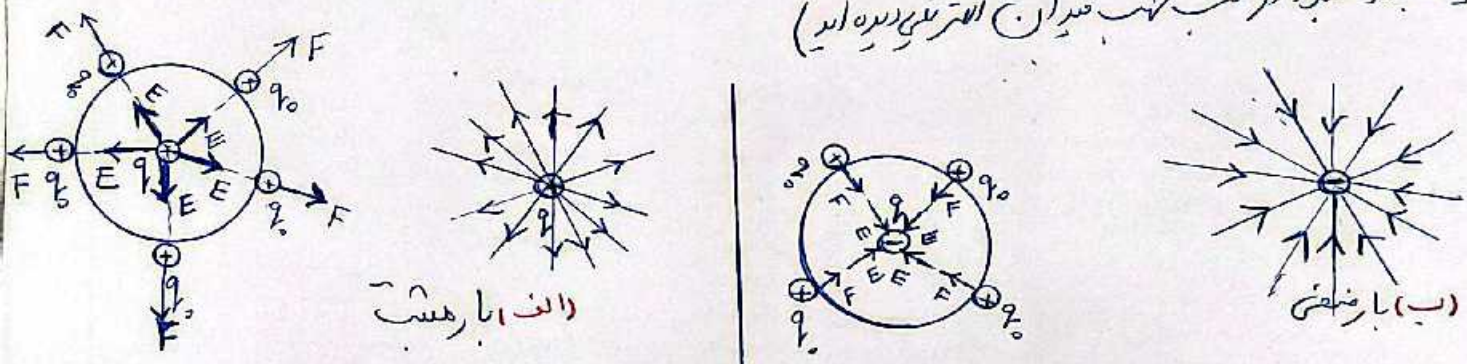
هم ردیف شده و شکلی از خطوط میدان الکتریکی را در فضای اطراف بارها (الکترودها) نمایش می دهند

*** بسیار مهم اند: ویژگی های خطوط میدان الکتریکی

۱- جهت خط میدان در هر نقطه، هم جهت با نیروی وارد بر بار آزمون مثبت در آن نقطه است

بنابراین خط های میدان برای بار مثبت رو به خارج و برای بارهای منفی رو به داخل است.

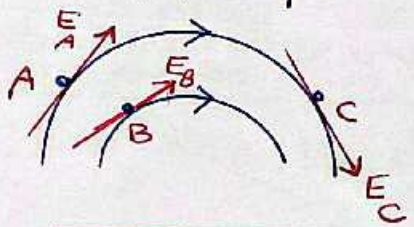
(این بند را ابتدا در بحث جهت میدان الکتریکی دیده اید)



۲- بردار میدان در هر نقطه مماسی است بر خط میدان در آن نقطه و هم جهت با خطوط میدان است

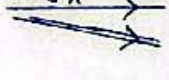
خطوط میدان الکتریکی فرضی هستند و حقیقی نیستند

بردار میدان را در نقاط مشخص شده رسم کنید.



مماس در آن نقاط بر خط میدان

۳- هر چه میدان در یک ناحیه قوی تر باشد، باید خطوط میدان را در آن ناحیه به یکدیگر نزدیک تر و فشرده تر رسم کنیم و بالعکس؛ یعنی تراکم خطوط میدان معرف شدت میدان می باشد.



چون تراکم خطوط میدان (فشردگی) در نقطه A بیشتر است $E_A > E_B$

۴- خطوط میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند، یعنی از هر نقطه از فضا یک خط میدان می‌گذرد که همان میدان الکتریکی برآیند است

* اگر خطوط میدان یکدیگر را قطع کنند، در محل تلاقی چند میدان وجود دارد که با مفهوم میدان برآیند مغایرت پیدا می‌کند (پاسخ پرسش ۱-۵ صفحه ۱۸ تجربی) همین جمله است.

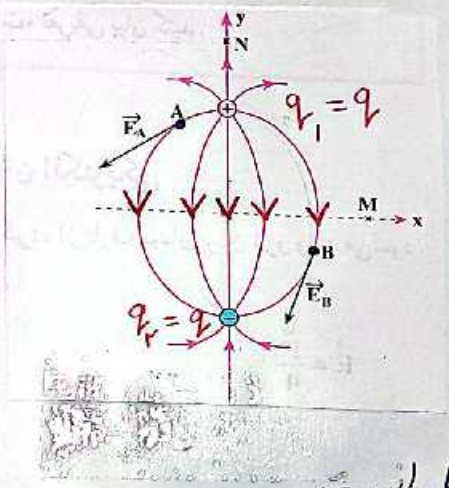
پرسش ۱-۴ صفحه ۱۹ ریاضی

* بچه‌ها مفهوم بند ۴ را وقتی خطوط میدان الکتریکی برای دو بار هم اندازه و ناهمنام را رسم کنم بهتری می‌فهمی

رسم خطوط میدان الکتریکی:

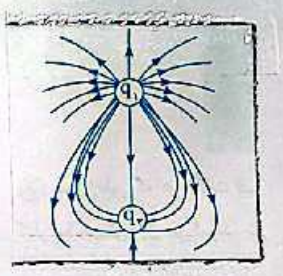
* برای دو بار هم اندازه و ناهمنام که در فاصله معینی از هم قرار دارند خطوط میدان را رسم کنید.

(دو قطبی الکتریکی: به دو بار هم اندازه و ناهمنام که در فاصله معینی از هم هستند، گفته می‌شود)



* چون بارها هم اندازه‌اند تراکم خطوط میدان در اطراف بار یک یکسان رسم شده از طرفی جهت خطوط از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد شده‌اند

* توضیح بند ۴ (بالای صفحه) میدان در نقطه A، میدان برآیند حاصل از میدان‌های بارهای مثبت و منفی است یعنی E_A نه میدان بار مثبت است و نه میدان بار منفی، بلکه میدان برآیند این دو بار است



سؤال: حالا با توجه به شکل مقابل علامت بار q_1 و q_2 را تعیین کنید و اندازه بارها را مقایسه کنید

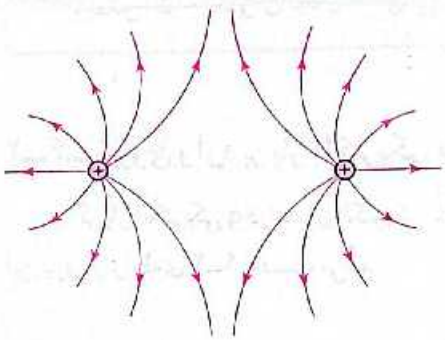
q_1 مثبت چون خطوط میدان از آن خارج شده و q_2 منفی است چون خطوط میدان به آن وارد شده

از طرفی $|q_2| > |q_1|$ می‌باشد زیرا تراکم خطوط میدان در اطراف q_2 فشرده‌تر است.

* بچه‌ها رسم خطوط میدان دو بار ناهمنام با اندازه‌های متفاوت را تمرین کنید چون ممکن است رسم خطوط میدانش سؤال باشد.

مبحث ۱۸ بازدهم

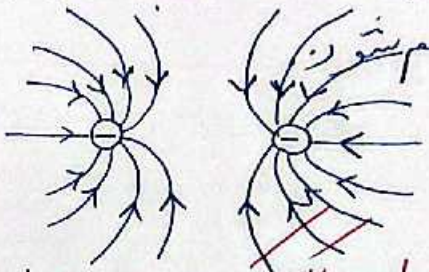
* برای دو بار هم اندازه و هم نام خطوط میدان را رسم کنید.



دو بار الکتریکی مثبت و هم اندازه

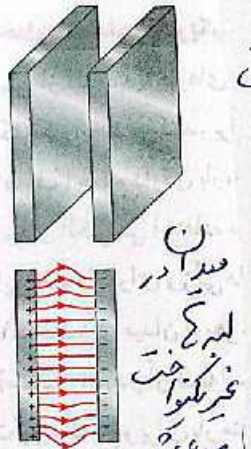
* بجه که برای دو بار منفی هم اندازه نیز به همین صورت رسم کن فقط جهت خطوط باید به سمت بار

رسم شوند



* میدان الکتریکی بین دو صفحه رسانای موازی با باری هم اندازه و ناهمنام نمایشی از خطوط میدان الکتریکی یکنواخت است

میدانی که اندازه و جهت آن در تمام نقاط آن یکسان باشد لذا خطوط میدان یکنواخت بصورت خطوط راست و موازی و هم فاصله رسم می شوند



میدان بین دو صفحهٔ رسانای موازی با بارهای هم‌اندازه و ناهمنام (نمونه‌ای از یک میدان یکنواخت)

میدان در لبه‌ها غیر یکنواخت می‌باشد

تا شرط آن بودن جهت میدان در تمام نقاط برقرار شود *

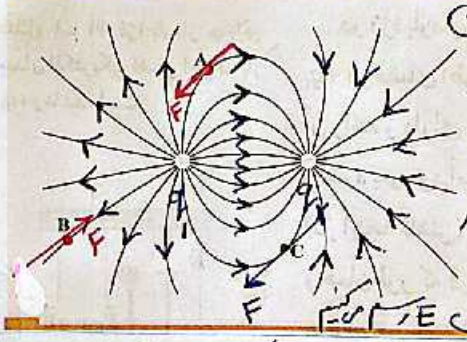
تا شرط آن بودن اندازه میدان در تمام نقاط برقرار شود. * (هم فاصله یعنی تراکم آن خطوط)

جهت خطوط میدان یکنواخت از صفحه مثبت خارج و به صفحه منفی وارد می شوند

پرسش ۱ـ۶ صفحه ۱۹ فیزیک ۳ تجربی

۱ـ۵ صفحه ۱۹ فیزیک ۳ ریاضی

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.



قدم اول: مماس بر خطوط میدان در نقاط A و B و C رسم شود

قدم دوم: هم جهت با خطوط میدان جهت بردار E می باشد

قدم سوم: چون بار واقع در نقاط A و B و C منفی است باید F و E خلاف جهت باشند پس جهت F را برعکس E رسم میکنیم

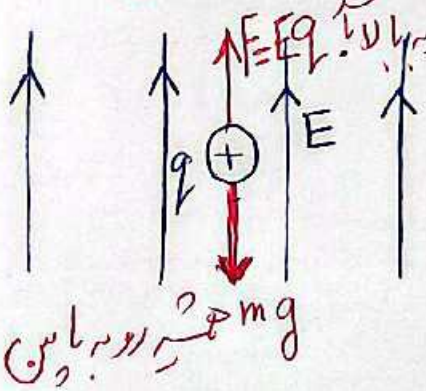
حالا اگر تو سوال بالا علامت باری q_1 و q_2 که به شکل اضافه کرم رو می خواست چی می گفتی؟! اگر مقایسه اندازه بارها را می خواست چطور؟!

q_1 مثبت: خطوط میدان از آن خارج شده اند و q_2 منفی: چون خطوط میدان به آن وارد شده اند در ضمن $|q_2| = |q_1|$ زیرا تراکم خطوط در اطراف هر دو بار یکسان رسم شده است.

در حال تعادل ماندن بار الکتریکی واقع در میدان الکتریکی یکنواخت:

بدون انحراف ماندن

معلق ماندن یا ساکن ماندن



* وقتی بار q در میدان E باشد حتماً نیروی $F=Eq$ وارد می‌شود پس تعادل بار q زمانی محقق می‌شود که نیروی دیگری برابر با Eq و در خلاف جهت به بار q وارد شود تا برآیند شان صفر شود و بار q در حال تعادل بماند.

* چون q مثبت است پس E و F باید هم جهت باشند

و این نیروی خلاف جهت با Eq، نیروی وزن است و چون وزن همیشه رو به پایین است پس باید Eq رو به بالا باشد. حالا همه‌ی را با شکل بالای صفحه تطبیق بده

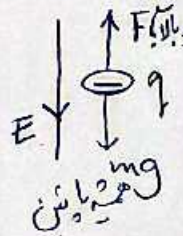
شرط تعادل ذره باردار واقع در میدان:

$$Eq = mg$$

- Eq: $\frac{N}{C}$ میدان الکتریکی
- q: (C) بار الکتریکی
- m: (kg) جرم ذره
- g: $10\ \frac{N}{kg}$ شدت میدان گرانشی

تمرین ۱-۷ ص ۱۹ تجربی ـ ص ۲۱ ریاضی

بار q منفی است پس F (حتماً رو به بالا) با E خلاف جهت‌اند لذا E رو به پایین می‌شود

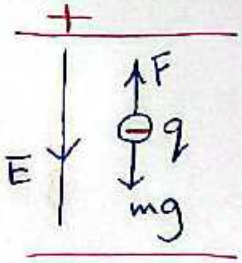


$$Eq = mg$$

$$E \times 200 \times 10^{-9} = 10 \times 10^{-4} \times 10 \rightarrow E = 5 \times 10^{5}\ \frac{N}{C}$$

سؤال ۱۰ تمرین‌های فصل ص ۳۶ تجربی / سؤال ۱۱ ص ۴۲ ریاضی

از این سؤال جهت میدان را رو به پایین داده از آنجا که F باید رو به بالا باشد پس F و E خلاف جهت‌اند لذا علامت بار q منفی خواهد بود



* بچه‌ها اگر علامت بار صفحه‌های موازی که میدان یکنواخت را ایجاد می‌کنند روشن باشد خوشحال می‌شوم می‌دانیم که جهت میدان از صفحه مثبت خارج و به طرف صفحه منفی می‌باشد

$$Eq = mg \rightarrow 5 \times 10^{5} \times q = 2 \times 10^{-3} \times 10 \rightarrow q = 4 \times 10^{-8}\ C$$

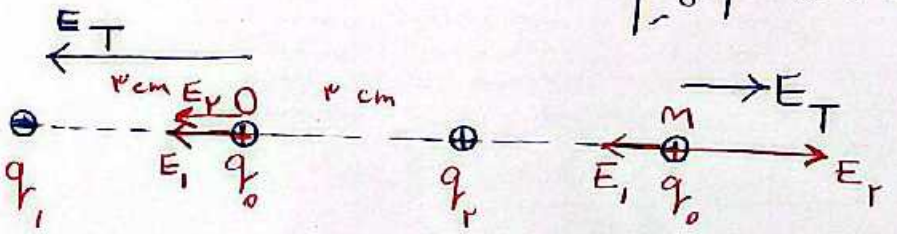
* بچه‌ها در کتاب ۱۴۰۴، گفته $g = 9.8\ \frac{N}{kg}$ و $E = 4.9 \times 10^{5}\ \frac{N}{C}$ باشد

مبحث صفحه ۲ یازدهم

* چیزی برای محاسبه اندازه میدان ضرب نوشتیم $E=\frac{kq}{r^2}$ و برای رسم بردار میدان هم به عالمه بحث کردیم اما شرط سوم که محاسبه میدان برآیند بود خیلی بهش فاصله انداختیم حواست رو جمع کن تا زود زود برات بگم:

نکته: هرگاه بیش از یک بار الکتریکی در صفحه داشته باشیم و در مسأله محاسبه میدان در نقطه‌ای خواسته شود ابتدا در نقطه مورد نظر بار آزمون $(+q_0)$ را قرار می‌دهیم سپس بردار میدان حاصل از تک تک بارها را از همان محل q_0 رسم می‌کنیم سپس از محاسبه میدانها، از قاعده جمع برداری استفاده می‌کنیم و میدان الکتریکی برآیند را محاسبه و رسم می‌کنیم.

تمرین ۱ ـ ۵ صفحه ۱۵ تجربی
صفحه ۱۶ ریاضی



محاسبه میدان در نقطه ۰:

قدم اول: q_0 را در محل نقطه ۰ می‌گذاریم

قدم دوم: خودکار را از محل q_0 تکون نخورده و بردارها E_1 و E_2 را از همان نقطه رسم کنید وقتی داری E_1 رو می‌کشی فقط q_0 و q_1 را در صفحه ببین و کاری به بقیه بارها نداشته باش همینطور برای بارهای دیگر...

قدم سوم: با فرمول $E=\frac{kq}{r^2}$ مقدار E_1 و E_2 را محاسبه کن

قدم آخر: از قاعده جمع برداری E_T را بدست بیار

$$E_1=\frac{kq_1}{(q_0 \text{ تا } q_1)^2}=\frac{9\times10^9\times2\times10^{-9}}{(3\times10^{-2})^2}=2\times10^4 \ N/C$$

$$E_2=\frac{kq_2}{(q_0 \text{ تا } q_2)^2}=\frac{9\times10^9\times2\times10^{-9}}{(3\times10^{-2})^2}=2\times10^4 \ N/C$$

چون E_1 و E_2 هم جهتند برآیندشان جمع عددی بزرگی میدانهاست

$$E_T=E_1+E_2=2\times10^4+2\times10^4=4\times10^4 \ N/C$$

بردار برآیند در خلاف جهت محور x‌ها است (شکل مقابل)

$$\begin{cases} E_1=2\times10^4(-\vec{i}) \\ E_2=2\times10^4(-\vec{i}) \\ E_T=4\times10^4(-\vec{i}) \end{cases}$$

مانند نوشته‌های کتاب

* کتاب اندازه بردارها را برحسب بردار یکه محور طول‌ها $(\vec{i})$ و بردار یکه محور عرض‌ها $(\vec{j})$ می‌نویسد البته حواست باشه خلاف محور x یا $\vec{j}$ را با $\vec{i}$ یا $-\vec{j}$ نمایش بده

ادامه تمرین ۱-۵ صفحه ۱۵ تجربی — ادامه صفحه ۱۶ ریاضی

محاسبه میدان در نقطه M:

$$E_1 = \frac{K q_1}{(q_0 \text{ تا } q_1 \text{ از } r)^2} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-9}}{(9\times10^{-2})^2} = \frac{2}{9}\times10^4 \ N/C$$

بردار E_1 در راستای منفی محور x است پس اگر مانند کتاب بنویسیم

$$E_1 = \frac{2}{9}\times10^4(-\vec{i})$$

$$E_2 = \frac{K q_2}{(q_0 \text{ تا } q_2 \text{ از } r)^2} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-9}}{(3\times10^{-2})^2} = 2\times10^4 \ N/C \xrightarrow[\text{بنویسیم}]{\text{مانند کتاب}} E_2 = 2\times10^4(\vec{i})$$

چون E_1 (خلاف جهت x) با E_2 (هم جهت x)، خلاف سو هستند برآیند شان تفریق بردارها

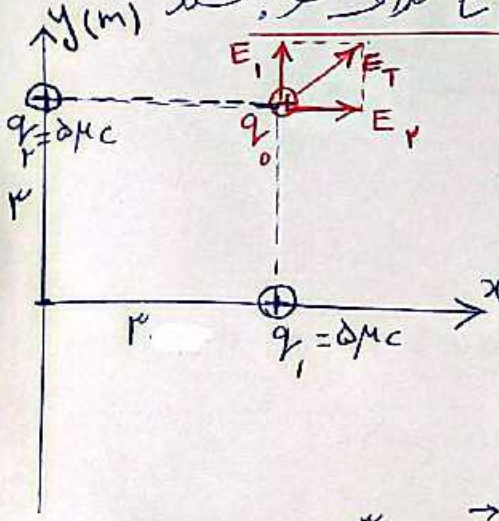
بزرگی میدان است

$$E_T = |E_1 - E_2| = \left|2\times10^4 - \frac{2}{9}\times10^4\right| = \frac{16}{9}\times10^4 \ N/C$$

$$E_T = \frac{16}{9}\times10^4(\vec{i})$$

✗ بردار برآیند در جهت بردار بزرگتر رسم می‌شود وقتی E_1 و E_2 خلاف سو باشند

تمرین ۱ ـ ۶ صفحه ۱۶ تجربی — صفحه ۱۷ ریاضی



$$E_1 = \frac{K q_1}{(q_0 \text{ تا } q_1 \text{ از } r)^2} = \frac{9\times10^9 \times 5\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2} = 5\times10^3 \ \frac{N}{C}$$

بردار E_1 در راستای مثبت محور y یعنی $(+\vec{j})$

$$E_1 = 5\times10^3 \ \frac{N}{C}\,\vec{j}$$

$$E_2 = \frac{K q_2}{(q_0 \text{ تا } q_2 \text{ از } r)^2} = \frac{9\times10^9 \times 5\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2} = 5\times10^4 \ N/C$$

بردار E_2 در راستای مثبت محور x یعنی $(+\vec{i})$

$$E_2 = 5\times10^4 \ \frac{N}{C}(\vec{i})$$

چون بردارها عمود بر هم هستند برآیند شان از رابطه فیثاغورث به دست می‌آید:

$$E_T = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{(5\times10^3)^2 + (5\times10^4)^2} = 5\sqrt{2}\times10^3 \ N/C$$

تمرین ۷ صفحه ۳۳ تجربی ـ تمرین ۸ صفحه ۴ ریاضی

چون میدان یکنواخت است و اندازه و جهت میدان در همه نقاط یکی است پس طبق رابطه $F = Eq$ نیروی وارد بر بار q در نقاط A و B برابر است

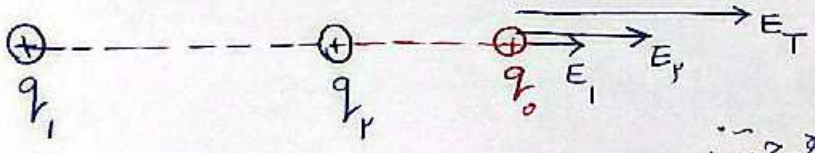
$$F_A = F_B$$

** هرگاه دو بار الکتریکی هم‌نام داشته باشیم میدان الکتریکی برآیند خارج دو بار روی خط واصل جمع معمولی بزرگی میدان‌هاست و این برآیند بین دو بار تفریق معمولی بزرگی میدان‌هاست (شکل الف) (شکل ب)

میدان الکتریکی برآیند دو بار هم‌نام، بین دو بار، هیچ‌گاه بر بار کوچکتر می‌تواند صفر باشد

به شرطی که $E_1 = E_2$ باشد. (پ)

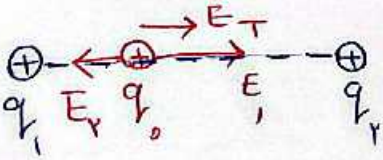
(الف)



$E_T = E_1 + E_2$

جمع معمولی چون E_1 و E_2 هم‌جهتند

(ب)



$E_T = |E_1 - E_2|$

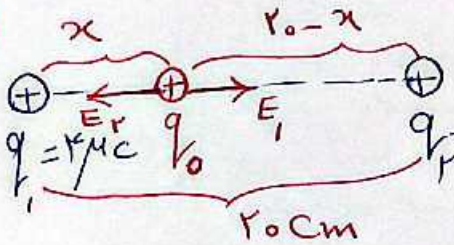
تفریق معمولی چون E_1 و E_2 خلاف جهتند

* بردار E_T در جهت بردار بزرگتر رسم می‌شود

جهت (پ) را با حل یک مسأله توضیح می‌دهم.

* دو بار الکتریکی $4\mu C$ و $9\mu C$ در فاصله ۲۰ سانتیمتری یکدیگر واقعند در چه نقطه‌ای میدان الکتریکی برآیند می‌تواند صفر باشد.

(پ)



برای صفر شدن میدان برآیند در این مسأله که دو بار هم‌نام‌اند سه شرط باید برقرار باشد.

۱- نقطه مورد نظر بین دو بار باشد روی خط واصل

۲- نقطه مورد نظر نزدیک بار کوچکتر باشد

۳- $E_1 = E_2$ باشد

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{k q_1}{(\text{از } q_1 \text{ تا } q_0)^2} = \frac{k q_2}{(\text{از } q_2 \text{ تا } q_0)^2} \rightarrow \sqrt{\frac{4}{x^2}} = \sqrt{\frac{9}{(20-x)^2}} \xrightarrow{\text{از طرفین جذر گرفته}} \frac{2}{x} = \frac{3}{20-x}$$

$$3x = 40 - 2x$$

$$5x = 40$$

$x = 8$ cm از بار کوچکتر (q_1) پس فاصله از بار q_2 برابر $20 - 8 = 12$ cm می‌شود

نکته: در هر نقطه‌ای که میدان الکتریکی برآیند صفر باشد اگر بار سومی با هر اندازه‌ای در این نقطه قرار دهیم هیچ نیرویی از طرف دو بار q_1 و q_2 به بار سوم (q_3) وارد می‌شود و بار q_3 در حال تعادل می‌ماند

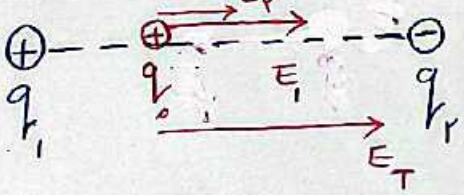
$$F = E_T q_3 \xrightarrow{E_T = 0} F = 0$$

** هرگاه دو بار الکتریکی غیرهمنام را داشته باشیم میدان الکتریکی برآیند بین دو بار روی خط واصل جمع معمولی نیرگس میدانهاست (شکل الف) و این برآیند خارج دو بار تفریق معمولی نیرگس میدانهاست (شکل ب)

میدان الکتریکی برآیند دو بار ناهمنام، خارج دو بار، نزدیک به بار کوچکتر می‌تواند صفر باشد به شرطی که:

$E_1 = E_2$ باشد (شکل ب)

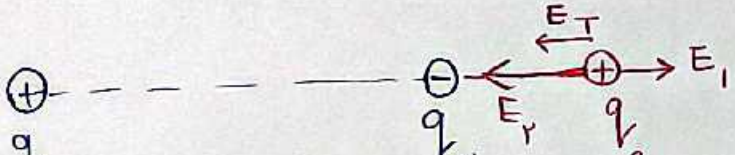
الف)



$$E_T = E_1 + E_2$$

جمع معمولی چون E_1 و E_2 هم جهتند

ب)



$$E_T = |E_1 - E_2|$$

تفریق معمولی چون E_1 و E_2 خلاف جهتند و E_T در جهت بردار بزرگتر رسم می‌شود

مثال (برای مشابه ب)

** دو بار الکتریکی $2\mu C$ و $8\mu C$ در فاصله $30\ cm$ از یکدیگر قرار دارند بار سوم q_3 را با چه اندازه و در چه نقطه‌ای قرار دهیم تا هیچ نیرویی از طرف دو بار دیگر به آن وارد نشود؟

$$\vec{F} = E_T q'$$

اگر بخواهیم هیچ نیرویی به بار q' وارد نشود باید میدان برآیند در محل q' صفر باشد

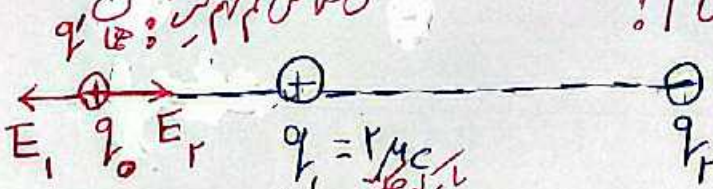
پس اندازه q' نیز تغییری در صفر شدن نیروی وارد بر آن نخواهد داشت

** سه شرط صفر شدن میدان برآیند دو بار ناهمنام:

۱- خارج دو بار روی خط واصل

۲- نزدیک به بار کوچکتر

۳- $E_1 = E_2$ باشد



حتی علامت هم مهم نیست: همان q_0

فیزیک یازدهم صفحه ۲۴

ادامه حل مسئله صفحه ۲۳ در شماره

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{Kq_1}{(q_1 \text{ تا } q_0)^2} = \frac{Kq_2}{(q_2 \text{ تا } q_0)^2}$$

$$\sqrt{\frac{12}{x^2}} = \sqrt{\frac{4A}{(30+x)^2}} \xrightarrow[\text{بعد از طرفین جذر کامل}]{\text{اول ساده کنیم}} \frac{1}{x} = \frac{2}{30+x}$$

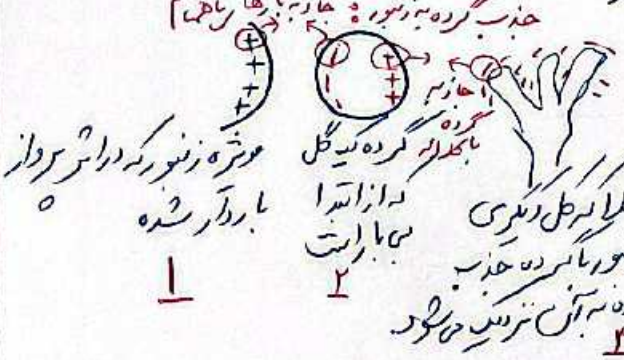
$$2x = 30 + x$$

$x = 30\,cm$ از بار کوچکتر در نتیجه $60\,cm$ از بار بزرگتر باید q قرار گیرد

مخالیت ۱-۳ صفحه ۱۹ فیزیک تجربی

مخالیت ۱-۴ صفحه ۱۹ ریاضی

زنبورهای عسل معمولاً در حین پرواز دارای بار مثبت می‌شوند و وقتی به گرده بدون بار گل می‌رسند با بحث القایی بار منفی در گیرنده گرده می‌شوند و این جاذبه بین بارهای ناهمنام باعث کشیده شدن گرده بسمت زنبور می‌شود. وقتی زنبور در اطراف یک گل دیگر پرواز می‌کند بارهای منفی را بر روی کلاله گل دیگر القا می‌کند حالا دقت کن: اگر نیروی جاذبه کلاله به گرده بزرگتر از نیروی زنبور به گرده باشد، گرده به سمت کلاله گل دیگر کشیده می‌شود و گرده افشانی صورت می‌گیرد



* به زبان خلاصه‌تر: اگر جاذبه ۲ با ۳ بزرگتر از جاذبه ۱ با ۲ باشد، گرده به کلاله گل دیگر می‌چسبد و گرده افشانی صورت می‌گیرد

* بچه‌ها شکل رو با دقت ببینید کلکتون می‌کنه *

تمرین ۱۴ پایان فصل صفحه ۳۷ تجربی - سئل ۲۶ صفحه ۴۴ ریاضی

باری مخالف بار باردار کنک روی یک سر مولکول‌های قطبی آب القا می‌شود و جاذبه بین بارهای ناهمنام باعث کشیده شدن بار یکه آب بسمت بار کنک شده و سبب انحراف مسیر آب می‌شود.

تمرین ۱۱ پایان فصل صفحه ۳۶ تجربی - تمرین ۱۲ صفحه ۴۲ ریاضی

جهت خطوط میدان الکتریکی به گونه‌ای است که از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شود. پس q_1 مثبت و q_2 منفی است و چون در نزدیکی بار q_1 خطوط میدان متراکم‌ترند، بنابراین بار q_1 بزرگتر از بار q_2 می‌باشد $|q_1| > |q_2|$

سؤال تمرین‌های پایان فصل صفحه ۳۶ تجربی — سؤال صفحه ۴۱ ریاضی

الف)
$$F=\frac{k q_p q_p}{r^2}=\frac{9\times10^{9}\times1{,}6\times10^{-19}\times1{,}6\times10^{-19}}{(4\times10^{-15})^2}=14{,}4\,N$$

ب) قدم اول باید مقدار بار الکتریکی هسته که شامل ۲۶ پروتون می‌باشد را حساب کنیم

$n_p=26$
$$q=ne=26\times1{,}6\times10^{-19}$$
$$q_{\text{هسته}}=41{,}6\times10^{-19}\,C$$

قدم دوم: نوشتن فرمول میدان الکتریکی
$$E=\frac{k q_{\text{هسته}}}{r^2}=\frac{9\times10^{9}\times41{,}6\times10^{-19}}{(10^{-10})^2}=3{,}744\times10^{12}\,N/C$$

سؤال تمرین‌های پایان فصل صفحه ۳۶ تجربی — سؤال صفحه ۴۱ ریاضی

الف) در کتاب دوازدهم می‌خوانید

A ← عدد جرمی: مجموع عدد اتمی و عدد نوترونی
Z ← عدد اتمی: در واقع همان تعداد پروتون‌ها
N ← عدد نوترونی
نماد عنصر

$$^{12}_{6}C$$ ← نماد عنصر کربن

۶ ← عدد اتمی: تعداد پروتون‌های درون هسته که در حالت خنثای اتم با تعداد الکترون‌های اتم برابر است

$$n_e=n_p=6$$

$$q_{\text{هسته}}=+ne=+6\times1{,}6\times10^{-19}=+9{,}6\times10^{-19}\,C$$

اندازه بار الکتریکی الکترون‌ها با بار الکتریکی هسته برابر است فقط علامت آن منفی است

$$q_{\text{اتم کربن}}=q_{\text{هسته}}+q_{\text{الکترون‌ها}}=+9{,}6\times10^{-19}+(-9{,}6\times10^{-19})=0$$

پاسخ: باید باشد بار الکتریکی اتم خنثی همیشه صفر است

ب) اتم کربن یک یا بیشتر الکترون از دست داده است و به یون C^+ تبدیل شده است

پس اندازه بار C^+ از رابطه $q=ne$ به دست می‌آید

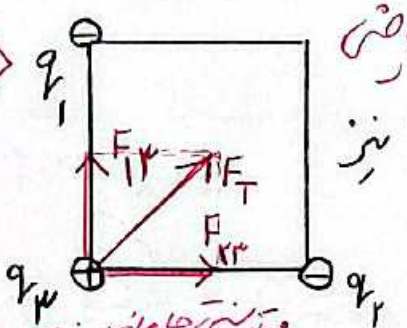
$n=1$ ← تعداد الکترون‌های جابجا شده که چون کربن یک الکترون از دست داده علامت q مثبت خواهد بود

$$q=+1\times1{,}6\times10^{-19}$$
$$q=+1{,}6\times10^{-19}\,C$$

مبنی بازدهم

سوال ۴ تمرین‌های پایان فصل صفحه ۳۶ تجربی - سوال ۵ صفحه ۴۱ ریاضی

بجای دقت کنید چون بارهای q_1 و q_2 برابرند فاصله آنها تا بار q_3 نیز یکسان است بنابراین $|F_{13}| = |F_{23}|$



q_1 و q_3 هم‌علامت q_3 و q_2 را بنویسی

$$F_{13} = F_{23} = \frac{k|q_1||q_3|}{(\text{ضلع مربع})^2} = \frac{9\times10^9 \times 5\times10^{-7} \times 0{,}2\times10^{-7}}{3^2} = 1\times10^{-4}\,N$$

$$F_{13} = 10^{-4}\,\vec{j}$$

$$F_{23} = 10^{-4}\,\vec{i}$$

$$\vec{F_T} = F_{23}\,\vec{i} + F_{13}\,\vec{j}$$

اگر درست کمر اندازه نیروی برآیند را خواست از رابطه فیثاغورث F_T را حساب می‌کنیم

$$|F_T| = \sqrt{F_{23}^2 + F_{13}^2} = \sqrt{(10^{-4})^2 + (10^{-4})^2} = \sqrt{2\times10^{-8}}$$

$$F_T = \sqrt{2}\times10^{-4}\,N$$

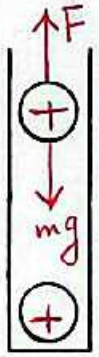
نوشتن بردار برآیند برحسب بردارهای یکه

$$\vec{F_T} = 10^{-4}\,\vec{i} + 10^{-4}\,\vec{j}$$

سوال ۷ صفحه ۴۲ ریاضی

سوال تمرین‌های پایان فصل صفحه ۳۶ تجربی

گوی کوچکی به جرم 2 گرم از یک نقطه به یک نخ سبک و بی‌وزن آویخته شده است. گوی را از حالت قرار گرفتن در امتداد خط قائم منحرف کرده و رها می‌کنیم تا حرکت نوسانی انجام دهد. در لحظه‌ای که نخ با خط قائم زاویه 60° می‌سازد، سرعت گوی صفر می‌شود. بار الکتریکی گوی چند میکروکولن است؟ ($g = 10\,m/s^2$)



الف) در لحظه‌ای که نخ با خط قائم زاویه 60° می‌سازد، سرعت گوی صفر می‌شود یعنی برآیند نیروهای وارد بر گوی صفر است و گوی معلق و ساکن می‌ماند

$$F = mg$$

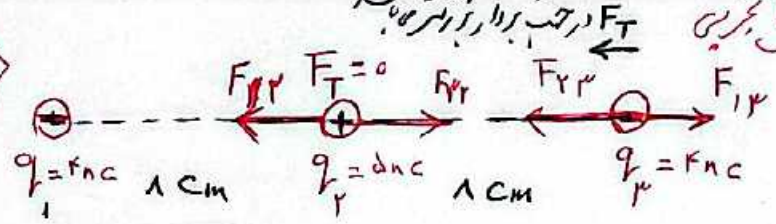
$$\frac{k|q||q|}{r^2} = mg \rightarrow \frac{9\times10^9 \times q^2}{(10^{-2})^2} = 2{,}5\times10^{-3}\times10 \rightarrow q^2 = \frac{25}{9}\times10^{-16}$$

$$q = \frac{5}{3}\times10^{-8}\,C \approx 1{,}7\times10^{-8}\,C$$

ب)

$$q = ne \rightarrow 1{,}7\times10^{-8} = n\times1{,}7\times10^{-19} \rightarrow n = 10^{11}$$

سؤال ۵ ترمز خوانی پایان فصل صفحه ۳۶ تجربی
سؤال ۶ صفحه ۴۱ ریاضی



محاسبه نیروی خالص وارد بر q_2

* چون اندازه بارهای q_1 و q_3 برابرند و نیز فاصله‌شان تا بار q_2 هم یکسان است لذا $|F_{12}|=|F_{32}|$

و چون جهت F_{12} و F_{32} در خلاف جهت است برآیند تقریباً معولی بزرگی‌شان است (نیروی با اندازه کمتر از)

$$F_T=|F_{12}-F_{32}|=0 \qquad |F_{12}|=|F_{32}|=\frac{kq_1q_2}{(\text{فاصله } q_1 \text{ تا } q_2)^2}=\frac{9\times10^9\times4\times10^{-9}\times8\times10^{-9}}{(8\times10^{-2})^2}=\frac{36}{16}\times10^{-5}\ N$$

دقت در مقدار بار هم را از هم کم کنیم حاصل صفر می‌شود.

محاسبه نیروی خالص وارد بر q_3

$$F_{13}=\frac{kq_1q_3}{(\text{فاصله } q_1 \text{ تا } q_3)^2}=\frac{9\times10^9\times4\times10^{-9}\times4\times10^{-9}}{(16\times10^{-2})^2}=\frac{9}{16}\times10^{-5}\ N$$

F_{23} را دیگر حساب نکن و با F_{32} را به دست آوردی که طبق قانون سوم نیوتن با هم برابرند

نیروی وارد بر q_3 خلاف سو هستند پس F_T تقریباً معولی بزرگی نیروی بیشتر است

$$F_T=|F_{13}-F_{23}|=\left|\frac{9}{16}\times10^{-5}-\frac{45}{16}\times10^{-5}\right|=\frac{36}{16}\times10^{-5}\ N$$

مسأله نخواسته؟ اما اگر می‌خواست بردارها را برحسب بردارهای یکه بنویسیم، نظیر مثال نیروی وارد بر q_3 را برایتان می‌نویسم

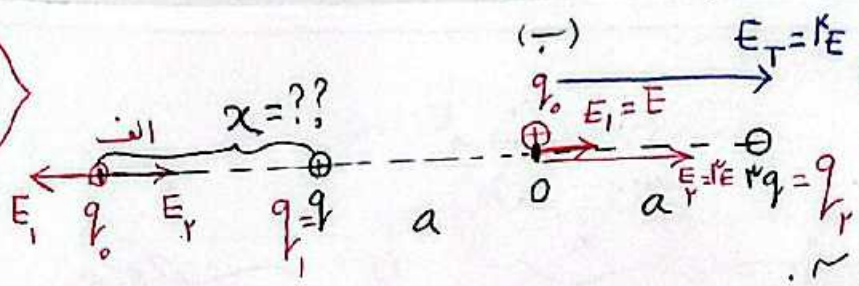
$$F_{13}=\frac{9}{16}\times10^{-5}\ \vec{i}$$

$$F_{23}=\frac{45}{16}\times10^{-5}\ (-\vec{i})$$

$$F_T=\frac{9}{16}\times10^{-5}\ \vec{i}+\frac{45}{16}\times10^{-5}\ (-\vec{i})$$

مبنی یازدهم صفحه ۲۸

سوال ۹ تمرینهای پایان فصل
سوال ۳۶ تمرین
سوال صفحه ۴۱ ریاضی



الف) شرط صفر شدن میدان برآیند دو بار ناهم نام
۱- نقطه مورد نظر خارج دو بار و نزدیک به بار کوچکتر باشد
۲- $E_1 = E_2$

$$\frac{Kq_1}{(q_1 \text{ تا } q_0)^2} = \frac{Kq_2}{(q_2 \text{ تا } q_0)^2} \rightarrow \frac{q}{x^2} = \frac{۴q}{(۲a+x)^2} \rightarrow \frac{۱}{x} = \frac{\sqrt{۴}}{۲a+x}$$

$$\sqrt{۴}x = ۲a + x$$
$$\sqrt{۴}x - x = ۲a \rightarrow \boxed{x = \frac{۲a}{\sqrt{۴}-۱}}$$

ب) توضیح بدهم چرا تو شکل $E_1 = E$ و $E_2 = ۳E$ نوشتم: وقتی فاصله بارهای q_1 و q_2 تا میدان مختصات (محل می E_T) یکسان است (برابر a) لذا با ثابت بودن k، وقتی اندازه بار q_2 سه برابر q_1 است پس میدان حاصل از بار q_2 نیز سه برابر میدان حاصل از بار q_1 می‌شود.

$$E_1 = \frac{Kq_1}{a^2} \quad (q_1 \rightarrow q), \quad E_2 = \frac{Kq_2}{a^2} \quad (q_2 \rightarrow ۳q) = ۳\underbrace{\frac{Kq}{a^2}}_{E_1} \rightarrow E_2 = ۳E_1$$

اگر $E_1 = E$ فرض کنیم $\rightarrow E_2 = ۳E$

بجه‌ها اصلا نوشتن توضیحات بالا در امتحان ضرورت ندارد فقط برای درک بهتر شما نوشتم

فقط بنویسید: $E_T = E_1 + E_2 \rightarrow E_T = E + ۳E = ۴E$

جهت E_T در شکل بالا نشان داده شده است — چون E_1 و E_2 هم جهتند

سوال ۱۲ تمرینهای پایان فصل: الف) نادرست: زیرا جهت خطوط میدان بار منفی باید به طرف بار باشد که به سمت خارج بار رسم شده است

سوال ۳۷ تمرین

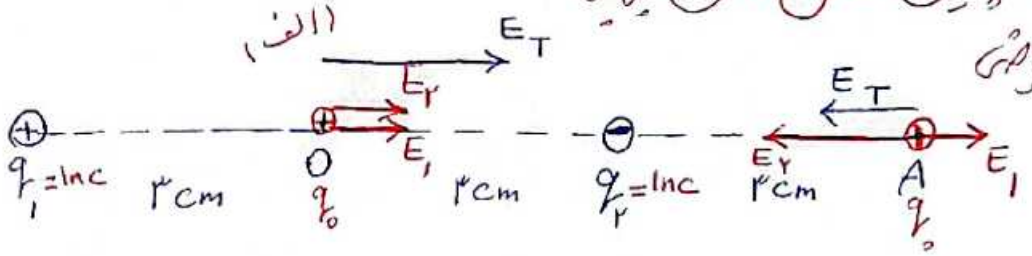
ب) نادرست: زیرا خطوط میدان بارهای مثبت و منفی را وقتی بارها منفرد (تنها) هستند رسم کرده است و خطوط میدان برایند دو بار ناهم نام و هم اندازه خارج از خط واصل بصورت منحنی رسم شده است

پ) جهت خطوط میدان از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شود که جهت را برعکس رسم کرده است

ت) درست

سوال ۱۴ صفحه ۴۲ ریاضی

سس ۱۳ تمرینهای پایان فصل جهی ۳۷ تجربی
سس ۱۵ صر ۴۲ ریاضی



الف)

محاسبه میدان در نقطه O: قدم اول: بار q_0 را در محل محاسبه میدان قرار می دهیم

قدم دوم: بردار میدان حاصل از تک تک بارها را در محل q_0 رسم می کنیم

قدم سوم: از قاعده جمع برداری (با توجه به جهت بردارهای میدان) E_T را محاسبه می کنیم

چون اندازه q_1 و q_2 از q_0 فاصله شان تا نقطه O یکی است $E_1 = E_2$

$$E_1 = E_2 = \frac{k q_1}{(\text{از } q_1 \text{ تا } q_0)^2} = \frac{9\times10^9 \times 1\times10^{-9}}{(4\times10^{-2})^2} = 10^4 \frac{N}{C}$$

چون E_1 و E_2 هم جهتند

$$E_T = E_1 + E_2 = 10^4 + 10^4 = 2\times10^4 \frac{N}{C}$$

محاسبه میدان در نقطه A:

$$E_1 = \frac{k q_1}{(\text{از } q_1 \text{ تا } A)^2} = \frac{9\times10^9 \times 1\times10^{-9}}{(9\times10^{-2})^2} = \frac{1}{9}\times10^4 \frac{N}{C}$$

$$E_2 = \frac{k q_2}{(\text{از } q_2 \text{ تا } A)^2} = \frac{9\times10^9 \times 1\times10^{-9}}{(4\times10^{-2})^2} = 10^4 \frac{N}{C}$$

چون E_1 و E_2 خلاف جهتند

$$E_T = |E_1 - E_2| = \left|\frac{1}{9}\times10^4 - 1\times10^4\right|$$

$E_T = \frac{8}{9}\times10^4 \frac{N}{C}$ بردار میدان برآیند در جهت بردار بزرگتر یعنی E_2 در شکل فوق رسم شده است

ب) چون بارها هم اندازه اند شرط صفر شدن میدان برآیند در هیچ نقطه ای وجود ندارد

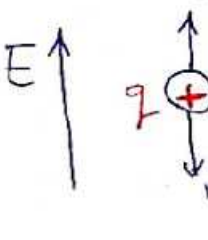
E_T شرط صفر شدن $E_1 = E_2 \rightarrow \frac{k q_1}{(\text{از } q_1 \text{ تا } q_0)^2} = \frac{k q_2}{(\text{از } q_2 \text{ تا } q_0)^2}$ کاملا بی معنی

مسئله: قطره روغنی به جرم $m = 8\times10^{-12} g$ در میدان الکتریکی رو به بالا با بزرگی $E = 2{,}5\times10^5 \frac{N}{C}$ معلق است. نوع و اندازه بار قطره روغن را تعیین کنید.

$$Eq = mg$$

$$2{,}5\times10^5 \times q = 8\times10^{-12}\times10^{-3}\times10$$

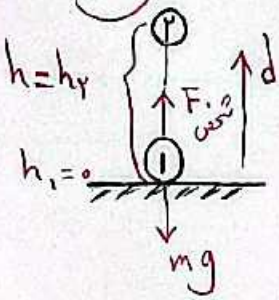
$$q = 3{,}2\times10^{-19} C$$



مبنی یازدهم

انرژی پتانسیل الکتریکی :

در کتاب فیزیک سال دهم دیدیم که با انجام کار می‌توان جسمی به جرم m را از سطح زمین تا ارتفاع h بالا برد و کاری که صرف بالا بردن جسم با سرعت ثابت انجام شده است تحت عنوان انرژی پتانسیل گرانشی در جسم ذخیره می‌شود



$W_{\text{شخص}} = F_{\text{شخص}} \cdot d \cdot \cos\theta = mg(h_2-h_1) = mgh_2 - mgh_1 = \Delta U$

$F_{\text{شخص}} = mg$ (تحت سرعت ثابت)

h_2-h_1: جابجایی

θ: زاویه بین نیروی شخص و جابجایی = صفر

$\cos 0 = 1$

U_2 U_1

نتیجه نهایی : $W_{\text{شخص}} = \Delta U \Rightarrow W_{\text{میدان گرانشی زمین}} = -\Delta U$

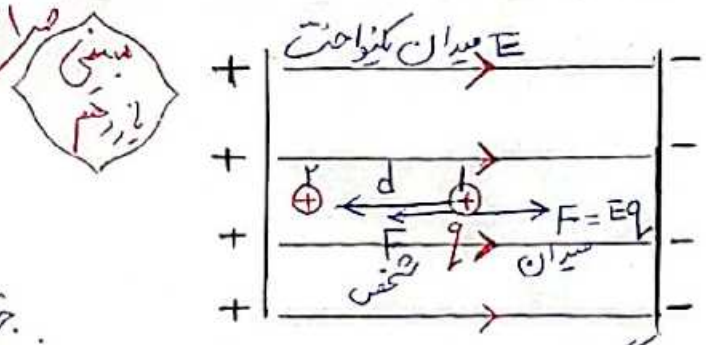
یعنی وقتی جسم را از همان ارتفاع‌ها کنیم جسم رو به پایین حرکت می‌کند و انرژی جنبشش آن افزایش و انرژی پتانسیل گرانشی کاهش می‌یابد (طبق قانون پایستگی انرژی) در نتیجه کار نیروی گرانشی W_g با منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی برابر است.

حالا بحث که باید همین بحث را درباره دو بار الکتریکی طرح کنیم.

وقتی دو ذره باردار را که بار همنام دارند با سرعت ثابت به یکدیگر نزدیک می‌کنیم برای غلبه بر نیروی دافعه باید کار انجام دهیم یا اگر دو ذره باردار ناهمنام را بخواهیم با سرعت ثابت از یکدیگر دور کنیم باز غلبه بر نیروی جاذبه باز هم کار انجام می‌دهیم و کار انجام شده بصورت انرژی پتانسیل الکتریکی دو بار الکتریکی ذخیره می‌شود

* مطابق شکل میدان الکتریکی یکنواختی که در فضای میان دو صفحه باردار برقرار شده است را در نظر بگیرید اگر بار الکتریکی $q+$ را از مجاورت صفحه مثبت رها کنیم با $q+$ تمایل دارد به طرف صفحه منفی حرکت کند و به تدریج انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد (مانند جسمی که از ارتفاع h رها کردیم و به سمت زمین حرکت کرد) اما اگر کار انجام دهیم و بار $q+$ را در خلاف جهت میدان الکتریکی جابجا کنیم. کاری که ما انجام می‌دهیم بصورت انرژی پتانسیل الکتریکی در بار ذخیره می‌شود (مانند جسمی که از روی زمین به نقطه بالاتری برده می‌شود)

(شکل صفحه بعد رسم شده است)



$W_{\text{شخص}} = F\, d \cos\theta = Eq\, d \cos\theta$

$F = Eq$ میدان

$W_{\text{شخص}} = Eq\, d \cos\theta = \Delta U$

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی = کاری که شخص انجام می‌دهد تا بار q از نقطه ① به نقطه ② جابجا شود

* جهت بزرگی نیروی شخص با نیروی میدان برابر است اما در خلاف جهت

$F_{\text{شخص}} = F_{\text{میدان}} = Eq$

$W_{\text{شخص}} = -W_{\text{میدان}}$

نتیجه گیری مهم: $W_{\text{شخص}} = \Delta U$ ⟸ $W_{\text{میدان}} = -W_{\text{شخص}}$ ⟸ $W_E = -\Delta U$

W_E: کار میدان الکتریکی روی بار — با نیروی الکتریکی

محاسبه تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برحسب کار میدان الکتریکی

محاسبه تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برحسب کار نیروی خارجی (نیروی شخص)

* رابطه $W_E = -\Delta U$ گرچه برای میدان الکتریکی یکنواخت بیان شده اما در حالت کلی نیز برای هر میدان الکتریکی برقرار است.

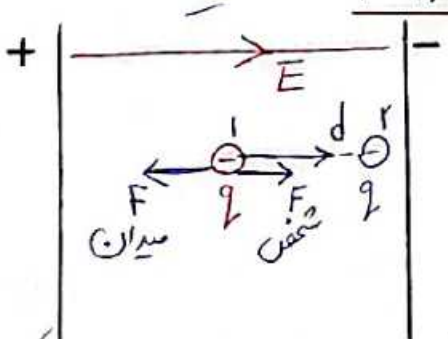
حالا اینو حفظ کن البته به شرطی که مرتبه باشی (شکل بالای صفحه)

* ذره با بار $q+$ را در خلاف جهت میدان جابجا می‌کنیم (عدم تمایل خود بار)، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

* ذره با بار $q+$ هم جهت با میدان آزادانه جابجا شود (تمایل خود بار)، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد و طبق قانون پایستگی انرژی به انرژی جنبشی بار تبدیل می‌شود.

---

* مطابق شکل بار $q-$ در میدان الکتریکی یکنواخت E قرار گرفته است حالا دوتا جمله بالا را برای بار منفی واقع در میدان بگو:



چون ذره بار منفی است $F_{\text{میدان}}$ و E خلاف جهتند

برو صفحه بعد ←

* ذره باردار q – را هم جهت با میدان جا بجا کنیم (عدم تمایل خود بار)، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد

* ذره باردار q – خلاف جهت میدان جا بجا می‌شود (تمایل خود بار)، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد و طبق قانون پایستگی انرژی ها به انرژی جنبشی بار تبدیل می‌شود.

تمایل = جا بجایی آزارانه = کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی و تبدیل به انرژی جنبشی	عدم تمایل = جا بجایی با نیروی خارجی = افزایش انرژی پتانسیل الکتریکی
حرکت بار مثبت در جهت خطوط میدان الکتریکی	حرکت بار مثبت در خلاف جهت میدان الکتریکی
حرکت بار منفی در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی	حرکت بار منفی در جهت خطوط میدان الکتریکی

جدول بالا جمع بندی مطالبی است که تا اینجا خواندی

سؤال: اگر بار آزمون از انبار بار q_1 + تا بار q_2 + جا بجا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟

q_0 را در شکل خودم کشیدم، مسئله را اندازه (برای درک بهتر)

بار q_0 + ابتدا تمایل دارد از q_1 دور شود پس انرژی پتانسیل الکتریکی ابتدا کاهش می‌یابد ولی قطعاً پس از طی مسیری روی خط واصل دو بار، دیگر بار q_0 + تمایلی به نزدیک شدن به بار q_2 + ندارد لذا انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

سؤال: ذره باردار در یک میدان الکتریکی جا بجا می‌شود و میدان $+10mJ$ روی بار کار انجام می‌دهد انرژی پتانسیل الکتریکی چه مقدار و چگونه تغییر می‌کند؟

$W_E = +10mJ$

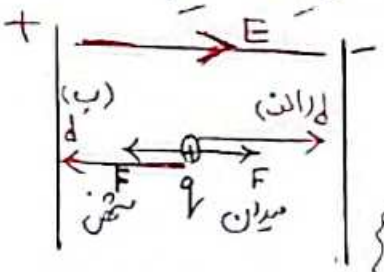
* می دانیم: کار نیروی الکتریکی وارد بر بار q واقع در میدان الکتریکی برابر است با منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی

$$W_E = -\Delta U$$

$$\Delta U = -W_E = -10mJ$$

انرژی پتانسیل الکتریکی به اندازه $10mJ$ کاهش می‌یابد و طبق قانون پایستگی انرژی این کاهش انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود *

* بحث کار و جهت دارید علامت $W_{\text{شخص}}$ و $W_{\text{میدان}}$ را از روی زاویه θ که در فرمول $\Delta U = W_{\text{شخص}} = Eqd\cos\theta$ خوانده بودید پیدا کنیم و بعد به این نتیجه‌ای می‌رسیم که از روی حرکت بار مثبت یا منفی یا عدم تمایل بار علامت ΔU را تعیین می‌کردیم.



با بار مثبت توضیح می‌دهم اما برای بار منفی نیز صدق می‌کند

* دقت کنید در حرکت جسم اگر فرمول را با $W_{\text{شخص}}$ می‌نویسی باید زاویه F با جابجایی d را در دو مرحله الف و ب در فرمول بنویسی و اگر برای $W_{\text{میدان}}$ می‌نویسی باید زاویه F با d را در هر مرحله در نظر بگیری

مثلاً

$W_{\text{میدان}} = Eqd\cos\theta$

* حالت الف: زاویه F میدان با d برابر صفر است و چون ذره هم جهت با میدان حرکت می‌کند

$\cos 0^\circ = 1 \Rightarrow W_{\text{میدان}} = + \Rightarrow W_{\text{شخص}} = - \Rightarrow \Delta U = -$

مثلاً نتیجه‌ریاضی را وقتی ذره مثبت هم جهت با میدان از ارائه جابجا می‌شود ΔU منفی بدست آمده، دیده بودید

حالت ب: زاویه F میدان با d برابر 180° است و چون ذره خلاف جهت میدان حرکت می‌کند

$W_E = Eqd\cos 180^\circ \Rightarrow W_{\text{میدان}} = - \Rightarrow W_{\text{شخص}} = + \Rightarrow \Delta U = +$

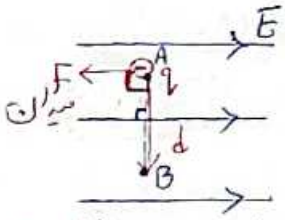
مثلاً نتیجه‌ریاضی را وقتی ذره مثبت را در خلاف جهت میدان جابجا می‌کردیم و ΔU مثبت بدست می‌آمد، دیده بودید

---

* خیلی مهم: اگر بار به صورت عمود بر میدان جابجا شود، کار انجام نمی‌شود و انرژی پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند یعنی ΔU صفر می‌باشد. زاویه بین نیرو و جابجایی 90° شد

$W_{\text{میدان}} = Eqd\cos 90^\circ \Rightarrow W = 0 \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow U_1 = U_2$

مسئله: بار $2/4\,C$ را از نقطه A تا B جابجا می‌کنیم انرژی پتانسیل الکتریکی بار چگونه و چقدر تغییر می‌کند؟



* رنگ آبی در شکل مسئله داده و تمرین‌ها را من رسم کرده‌ام

$W_E = Eqd\cos 90^\circ \rightarrow W_E = 0 \Rightarrow \Delta U = 0 \rightarrow U_A = U_B$

صفر

انرژی پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند

* اعداد E و AB در مسئله جهت انحرافی دارند

F_E و E خلاف جهت چون بار منفی است

پرسش ۱-۷ صفحه ۲۱ کتاب درسی: با توجه به این که توان سوال اول از روی مثال یا عدم تمایل هشت سطر ۲۴ صفحه ۲۲ ریاضی (متن درسی)

بار در جهت خلاف جهت میدان حرکت می‌کند پس انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش یافته یا کاهش یافته یا حتی از روی علامت ΔU می‌توان علامت کار نیروی الکتریکی را هم تعیین کرد

الف) ذره $+q$ با توجه به جهت d (جابجایی) طبق تمایلش به صفحه منفی آزادانه جابجا شده (هم جهت با میدان) در نتیجه ΔU منفی است یعنی انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد از آنجا که $U_2 < U_1$ علامت کار نیروی الکتریکی مثبت می‌شود $W_{\text{میدان}} = -\Delta U$

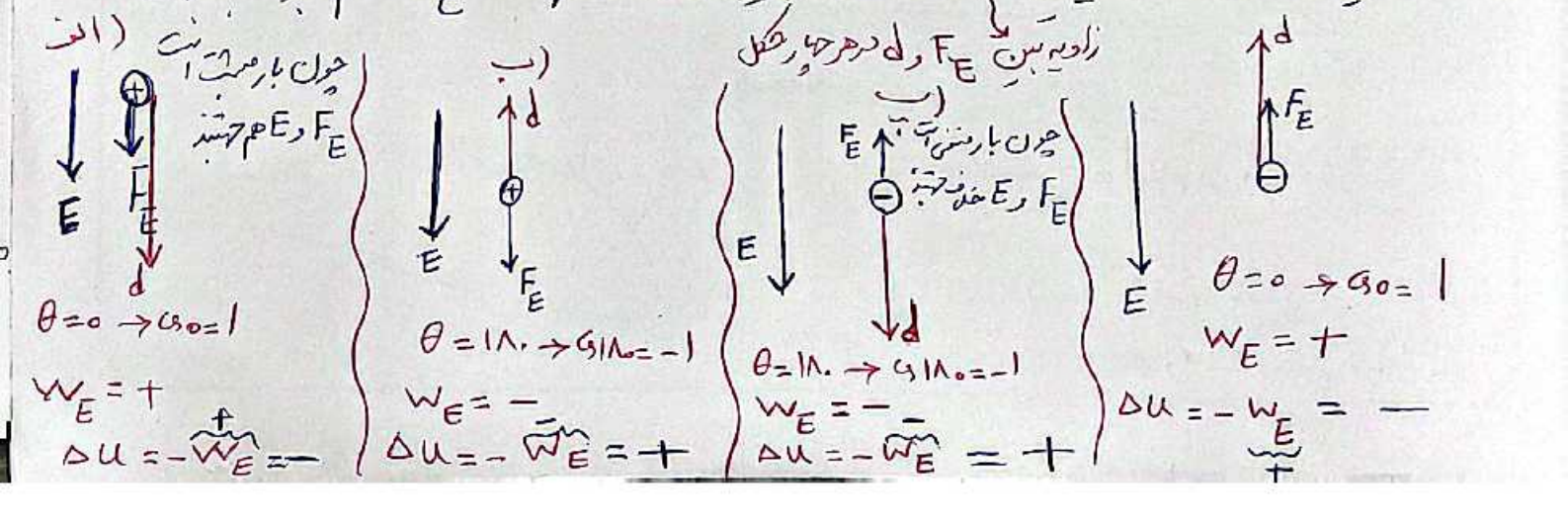
ب) ذره $+q$ با توجه به جهت d (جابجایی) با عدم تمایلش به سمت صفحه مثبت جابجا می‌شود (خلاف جهت با میدان) در نتیجه ΔU مثبت است یعنی انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد از آنجا که $U_2 > U_1$ علامت کار نیروی الکتریکی منفی می‌شود $W_E = -\Delta U$

پ) بار $-q$ با توجه به جهت d طبق عدم تمایلش به صفحه منفی نزدیک می‌کنیم (هم جهت با میدان) در نتیجه علامت ΔU مثبت است و طبق $W_E = -\Delta U$ علامت کار نیروی الکتریکی منفی می‌شود

و انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد

ت) بار $-q$ با توجه به جهت جابجایی (d) طبق تمایلش به صفحه مثبت آزادانه جابجا می‌شود (خلاف جهت میدان) در نتیجه علامت ΔU منفی است یعنی انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و طبق $W_E = -\Delta U$ علامت کار نیروی الکتریکی مثبت می‌شود.

می‌توان این سوال را با تعیین θ و استفاده از فرمول $W_E = E q d \cos\theta$ هم جواب بدی



صفحه ۳۵ — مبحث پایه دهم

توضیح مثال ۱-۹ حل شده کتاب صفحه ۲۱ تجربی — مثال ۱۰ صفحه ۲۳ ریاضی

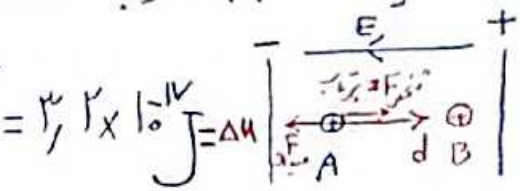
* وقتی پروتون (ذره با بار + مثبت) خلاف جهت میدان پرتاب شده یعنی به سمت صفحه مثبت با عدم تمایل جابجا شده (عدم تمایل = ΔU مثبت) در نتیجه علامت ΔU در تست الف مثبت می‌باشد اما اندازه ΔU :

الف)

$$W_{\text{شخص}} = E\,q\,d\cos\theta \xrightarrow{\cos 0^\circ = 1} = 2\times10^{3}\times1{,}6\times10^{-19}\times10\times10^{-2} = 3{,}2\times10^{-17}\,J = \Delta U$$

* حتماً برحسب جول حساب شود

* θ زاویه F شخص با جابجایی = صفر



ب) از فیزیک دهم قضیه کار و انرژی را بلدی:

$$W_{\text{برآیند}} = \underbrace{\Delta K}_{\text{تغییرات انرژی جنبشی بین دو نقطه}} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

متحرک در اینجا در نقطه A و B

$v_B = v = 0$ سرعت در نقطه B که پروتون متوقف شده

سرعت اولیه مثلاً آنی در نقطه A که پرتاب شده

در اینجا مجهول است

$v_0 = v_A = ??$

راه حل ①

در صفحه بلدی که اگر از اتلاف انرژی (اصطکاک یا مقاومت هوا) چشم‌پوشی شود $E_1 = E_2$

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$K_2 - K_1 = -(U_2 - U_1) \Rightarrow \boxed{\Delta K = -\Delta U}$$

راه حل ②

از طرفی تنها نیرویی که کار انجام می‌دهد فقط و فقط نیروی میدان الکتریکی است

$$W_{\text{برآیند}} = W_{\text{میدان}} \qquad \boxed{W_{\text{میدان}} = -\Delta U}$$

$$\Delta K = -\Delta U \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = -3{,}2\times10^{-17}$$

(قضیه کار و انرژی)

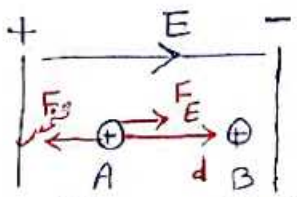
(مثبت الف حساب کردیم)

$$\frac{1}{2}\times(1{,}67\times10^{-27})v_A^2 = 3{,}2\times10^{-17}$$

$$v_A \simeq 2\times10^{5}\ m/s$$

ولی بچه‌ها فقط یکی از راه حل‌ها را بررسی کنید کافیه

تمرین ۱-۸ ص ۲۱ تجربی - ص ۲۳ ریاضی



چون ذره مثبت به سمت صفحه منفی با تمایل خودش آزادانه جابجا می‌شود علامت ΔU منفی است و چون داده‌ی سؤال مانند مثال ۱-۹ است مقدار ΔU همان مقدار (الف) است با این تفاوت که در مثال همیشه فقط با علامت منفی

$v_A = 0$ از حال سکون رها شده — $v_B = ??$

$$\Delta U = -3{,}2 \times 10^{-17}\ J$$

$W_{\text{برآیند}} = W_{\text{میدان}}$ — قضیه کار و انرژی جنبشی: $W_{\text{برآیند}} = \Delta K$

$W_{\text{میدان}} = -\Delta U = +3{,}2 \times 10^{-17}$

$\Delta K = -\Delta U = +$

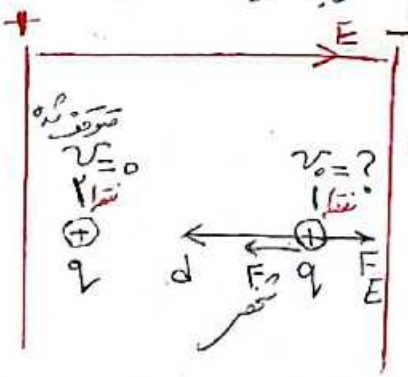
$$\Delta K = 3{,}2 \times 10^{-17}$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = 3{,}2 \times 10^{-17}$$

$$\frac{1}{2} \times 1{,}67 \times 10^{-27} \times v_B^2 = 3{,}2 \times 10^{-17}$$

$$v_B \simeq 2 \times 10^5\ m/s$$

ذره‌ای به جرم $m = 4 \times 10^{-5}\ kg$ و بار $+2\ \mu C$ را با تندی v_0 به خلاف جهت میدان پرتاب می‌کنیم و ذره پس از $30\ cm$ جابجایی متوقف می‌شود. اصرف‌نظر از نیروی وزن و مقاومت هوا اگر میدان الکتریکی $10^4\ N/C$ و جرم ذره $3 \times 10^{-5}\ kg$ باشد بر حسب متر بر ثانیه است؟



$W_{\text{برآیند}} = W_{\text{میدان}}$ — از قضیه کار و انرژی می‌دانیم — از تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی میدان می‌دانیم

$$\Delta K = -\Delta U$$

$$\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = -6 \times 10^{-3}$$

$$\frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-5} \times v_0^2 = 6 \times 10^{-3}$$

$$v_0^2 = \frac{6 \times 10^{-3}}{1{,}5 \times 10^{-5}} = 4 \times 10^2$$

$$v_0 = 20\ m/s$$

$\Delta U = W = E q d \cos\theta$ — θ: زاویه F_E با جابجایی (نیروی خارجی)

$$\Delta U = 10^4 \times 2 \times 10^{-6} \times 30 \times 10^{-2} \times 1$$

$$\Delta U = 6 \times 10^{-3}\ J$$

چون ما در مسیر با جهت خلاف جهت میدان جابجا شدیم علامت ΔU مثبت خواهد بود

پتانسیل الکتریکی: V

کمیتی نرده‌ای است

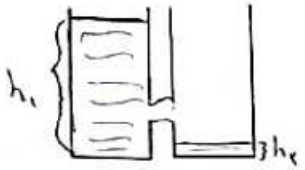
اختلاف پتانسیل الکتریکی: ΔV

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

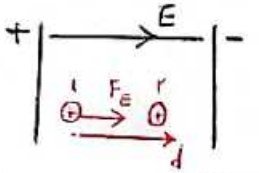
* جمله‌هایی برای کمک به درک بهتر مفهوم اختلاف پتانسیل الکتریکی:

* همیشه وجود اختلاف عاملی است برای شارش. مثلاً وجود اختلاف دما ($\Delta\theta$) بین دو جسم عامل شارش گرما (Q) بین دو جسم است (یازدهم $Q = mc\Delta\theta$)

یا مثلاً عامل شارش آب بین این دو ظرف، اختلاف پتانسیل گرانشی (اختلاف ارتفاع آب در دو ظرف) می‌باشد



حالا نتیجه‌گیری: عامل شارش بار الکتریکی بین دو نقطه واقع در میدان الکتریکی، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آن دو نقطه است.



در واقع: اختلاف پتانسیل الکتریکی (ΔV)، انرژی لازم (ΔU) را به کمیتی بار الکتریکی (q) می‌دهد تا از یک نقطه ① به نقطه دیگر ② انتقال یابد.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

ΔV: اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولت V)

ΔU: تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی (ژول J)

q: کمیتی بار الکتریکی (کولن C)

نکته: ژول بر کولن معادل کمیتی ولت (V) می‌باشد

نکته: ΔU و q باید با علامت در فرمول قرار گیرند *

نکته: گرچه این رابطه را برای میدان الکتریکی یکنواخت بیان شده ولی برای میدان‌های الکتریکی غیر یکنواخت نیز برقرار است.

حالا مسئله حل کن: ذره‌ای با بار $+2\mu C$ در یک میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود. اگر کار میدان الکتریکی در طی جابه‌جایی بین دو نقطه A و B برابر $+8mJ$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین این دو نقطه چقدر است؟

$$W_E = +8mJ$$
$$\Delta U = -W_E = -8mJ$$
$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-8\times10^{-3}}{2\times10^{-6}} = -4000V$$

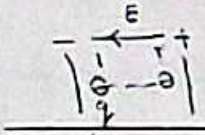
چرا که منفوم $-4000V = \Delta V$ رو برام توضیح می‌دید؟؟؟

$$\Delta V = V_2 - V_1$$
$$-4000 = V_2 - V_1 \rightarrow V_2 = V_1 - 4000$$

یعنی پتانسیل الکتریکی نقطه دوم (B) به اندازه $4000V$ از پتانسیل نقطه اول (A) کمتر است.

مسئله: بار الکتریکی $5\,nC$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -50\,V$ به نقطه‌ای با پتانسیل $V_2 = +10\,V$ جابجا می‌شود انرژی پتانسیل بار چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند.

$$\underbrace{\Delta V}_{V_2 - V_1} = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow (10 - (-50)) = \frac{\Delta U}{-5\times10^{-9}} \rightarrow \Delta U = -3\times10^{-7}\,J$$



کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی

نقطه مرجع پتانسیل الکتریکی: در مبحث انرژی پتانسیل الکتریکی، مشابه درسال قبل متوجه شدیم تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی را می‌توانیم محاسبه کنیم $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$. حال اگر نقطه‌ای را به عنوان مرجع انرژی پتانسیل در نظر بگیریم (مانند انرژی پتانسیل گرانشی زمین که مرجع در نظر گرفته می‌شود و برابر صفر تعریف می‌شود $U=0 \Leftarrow h=0$ زمین) به طوری که انرژی پتانسیل در آن نقطه مرجع صفر باشد، پتانسیل الکتریکی در آن نقطه نیز صفر می‌شود بنابراین می‌توانیم پتانسیل الکتریکی نقاط را نیز محاسبه کنیم

$$V - V_0 = \frac{U - U_0}{q} \xrightarrow[U_0 = 0]{V_0 = 0} V = \frac{U}{q}$$

* در مهندسی برق، پتانسیل الکتریکی زمین را صفر در نظر می‌گیرند $V_{زمین} = 0$، تا بتوانند پتانسیل الکتریکی نقاط دیگر را نسبت به آن بسنجند. به زمین گاهی پتانسیل مرجع گویند و آن را با نماد ⏚ نمایش می‌دهند. (اصطلاحاً نقطه زمین)

مفهوم ولتاژ باتری: با انواع باتری‌ها در وسایل الکتریکی مثل چراغ قوه، گوشی تلفن همراه، ... و نیز باتری خودرو (سواری ۱۲ ولتی - کامیون ۲۴ یا بیشتر) آشنا هستید.



شکل ۱ـ۲۵ برخی از باتری‌های متداول

* هر باتری دو پایانه دارد که یکی با مثبت و دیگری با منفی نشان داده می‌شود.

* تفاوت پتانسیل الکتریکی دو سر باتری برابر با پتانسیل پایانه مثبت (V_+) منهای پتانسیل پایانه منفی (V_-) است

$$\Delta V = V_+ - V_-$$

مثلاً وقتی می‌گوییم باتری خودرو ۱۲ ولت است، یعنی پتانسیل پایانه مثبت ۱۲ ولت از پتانسیل پایانه منفی آن بیشتر است

$$\Delta V = 12 = V^+ - V^-$$
$$V^+ = 12 + V^-$$

یک باتری ۱۲ ولتی اگر پتانسیل پایانه منفی را $-4\,V$ فرض کنیم پتانسیل پایانه مثبت برابر $+8\,V$ خواهد شد.

$$\Delta V = V_+ - V_-$$
$$12 = V_+ - (-4) \Rightarrow V_+ = 8\,V$$

صفحه ۳۹ — فیزیک یازدهم

* اگر پایانه منفی باتری ۱۲ ولتی را مرجع پتانسیل در نظر بگیریم، پتانسیل پایانه مثبت برابر ۱۲ ولت می‌شود.

$\Delta V = V^+ - V^- \rightarrow 12 = V^+ - 0 \rightarrow V^+ = 12$ ولت

تمرین ۱-۱۰ صفحه ۲۴ فیزیک تجربی — صفحه ۲۵ ریاضی

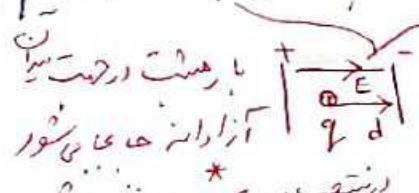
$V^+ = 0$ مرجع پتانسیل

$\Delta V = V^+ - V^- \Rightarrow 12 = 0 - V^- \Rightarrow V^- = -12$ ولت

فعالیت ۱-۵ صفحه ۲۴ ـ داخل و بیرون یاخته عصبی (نورون) در حالت عادی با هم اختلاف پتانسیلی به نام اختلاف پتانسیل آرامش دارند. داخل نورون، یون پتاسیم (K^+ بار مثبت) زیادی وجود دارد در حالیکه خارج نورون، یون سدیم (Na^+ بار مثبت) بیشتری وجود دارد که باعث اختلاف پتانسیل الکتریکی در حدود ۸۰ mV در داخل و خارج سلول می‌شود. در اثر تحریک یاخته عصبی در اثر ضربه، نور، گرما و... اختلاف پتانسیل داخل و بیرون تغییر می‌کند و باعث ایجاد پیام عصبی می‌شوند و این پیام در طول سلول های عصبی حرکت کرده و به مغز می‌رسد و این به معنی آثار فیزیک در بدن انسان است

فعالیت ۱-۶ صفحه ۲۶ ریاضی تجربی

مسأله: یک باتری ۲۴ ولتی در اختیار داریم. اگر بار $+1.5$ را از پایانه مثبت تا منفی باتری جابجا کنیم انرژی پتانسیل الکتریکی چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟



بار مثبت در جهت میدان آزادانه جابجا می‌شود

* در نتیجه علامت ΔU منفی می‌شود و انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد *

$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow 24 = \frac{\Delta U}{1.5} \rightarrow \Delta U = 24 \times 1.5 = 36$ J

$\Delta U = -36$ J

سؤال: نشان دهید اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه از میدان الکتریکی مستقل از نوع و اندازه بار جابجا شده بین دو نقطه است.

$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} = \frac{-W_E}{q} = \frac{-Eqd\cos\theta}{q}$

$\Rightarrow \Delta V = -Ed\cos\theta$

دیده می‌شود که q از صورت و مخرج ساده شده پس ΔV مستقل از q است

- ΔV: اختلاف پتانسیل بین دو نقطه (ولت)
- E: میدان الکتریکی $\frac{N}{C}$
- d: فاصله بین دو نقطه از میدان (متر)
- θ: زاویه بین میدان و جابجایی

در کتاب صفحه ۲۴ رابطه $\Delta V = -Ed\cos\theta$ را بصورت $|\Delta V| = Ed$ نوشته

مبنی بر اینکه صفحه ۲۰ بازدهم

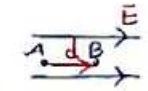
$\rightarrow \Delta V = +Ed$

$\rightarrow \Delta V = -Ed$

فقط رابطه در راستای خطوط میدان درهم جهت با میدان یا خلاف جهت میدان

توجه کن برات توضیح بدم:

۱) حرکت در جهت میدان:



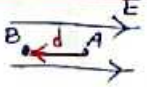
* هرگاه در جهت میدان الکتریکی جابجا شویم (بدون توجه به علامت بار) از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر رفته ایم به عبارتی:

$\theta = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1$ از $\Delta V = -Ed\cos\theta$

$\Delta V = -Ed \times 1 = -Ed$

** اگر در جهت میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد ($V_B < V_A$)

۲) حرکت در خلاف جهت میدان:



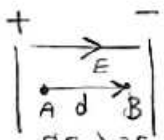
* هرگاه در خلاف جهت میدان الکتریکی پیش برویم (بدون توجه به علامت بار) از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر رفته ایم به عبارتی:

$\theta = 180^\circ \rightarrow \cos 180^\circ = -1$

$\Delta V = -Ed\cos 180^\circ = +Ed$ ($\cos 180^\circ = -1$)

** اگر در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد ($V_B > V_A$)

* پتانسیل گیری مثبت: پتانسیل صفحه مثبت از پتانسیل صفحه منفی بیشتر است

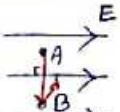


$V_A > V_B \Rightarrow V^+ > V^-$

خیلی هم ویراستاری

۳) حرکت عمود بر خطوط میدان الکتریکی:

$V_A = V_B$



$\theta = 90^\circ \rightarrow \cos 90^\circ = 0 \rightarrow \Delta V = -Eqd\cos 90^\circ = 0$

$\Delta V = 0 \rightarrow V_1 = V_2$

** اگر عمود بر خطوط میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند

توجه کن در هر سه مورد بالا اصلاً اصلاً در جابجایی از A به B بار q را قرار ندادم چون پتانسیل الکتریکی اصلاً اصلاً اصلاً ... به بار جابجا شده بستگی ندارد و فقط به میدان الکتریکی و راستای جابجایی بستگی دارد

* نشان دهید یکای نیوتن بر کولن و ولت بر متر معادل یکدیگرند

$\frac{\text{ولت}}{\text{متر}} = \frac{\frac{\text{ژول}}{\text{کولن}}}{\text{متر}} = \frac{\frac{\text{نیوتن}\times\text{متر}}{\text{کولن}}}{\text{متر}} = \frac{N}{C}$

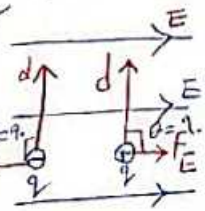
$E = \frac{\Delta V}{d} \rightarrow$ ولت بر متر, $d \rightarrow$ متر

$E = \frac{F}{q} \rightarrow$ نیوتن بر کولن

معادلند $\frac{V}{m} = \frac{N}{C}$: یکاهای میدان الکتریکی اند

تمرین ۱-۹ صفحه ۴۱ کتاب درسی: ۲.۳ مجموعه‌ی صفحه ۴۰ در سه قسمت الف و ب این تمرین در شکل‌های ① و ② و ③ کامل توضیح داده شده است. اما در اینجا راه حل دیگری برایتان می‌نویسم که اینهم خیلی جالبه!!!

اول قسمت (ب) را بررسی کنیم:



$V_1 = V_2 \Leftarrow \Delta V = -Ed\cos\theta = 0 \Leftarrow \theta = 90°$ در هر دو حالت q مثبت و منفی

* با حرکت در جهت محور بر خطوط میدان، تبادل انرژی الکتریکی تغییر نمی‌کند.

الف)

حرکت در سوی خطوط میدان الکتریکی

q مثبت باشد $\Leftarrow \Delta U$ منفی $\Leftarrow \Delta V = \frac{\Delta U(-)}{q(+)}$ $\Leftarrow$ کاهش تبادل انرژی داریم

q منفی باشد $\Leftarrow \Delta U$ مثبت $\Leftarrow \Delta V = \frac{\Delta U(+)}{q(-)}$ $\Leftarrow$ کاهش تبادل انرژی داریم

چه بار مثبت و چه بار منفی باشد

خواهید دید نتیجه یکسان است: یعنی با حرکت در سوی خطوط میدان، بدون توجه به علامت بار، تبادل انرژی الکتریکی کاهش می‌یابد *

حرکت در خلاف جهت خطوط میدان

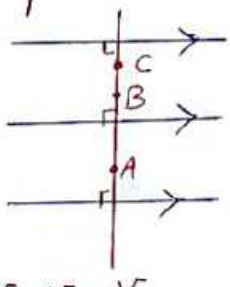
q مثبت باشد $\Leftarrow \Delta U$ مثبت $\Leftarrow \Delta V = \frac{\Delta U(+)}{q(+)}$ $\Leftarrow$ افزایش تبادل انرژی داریم

q منفی باشد $\Leftarrow \Delta U$ منفی $\Leftarrow \Delta V = \frac{\Delta U(-)}{q(-)}$ $\Leftarrow$ افزایش تبادل انرژی داریم

چه بار مثبت و چه بار منفی باشد

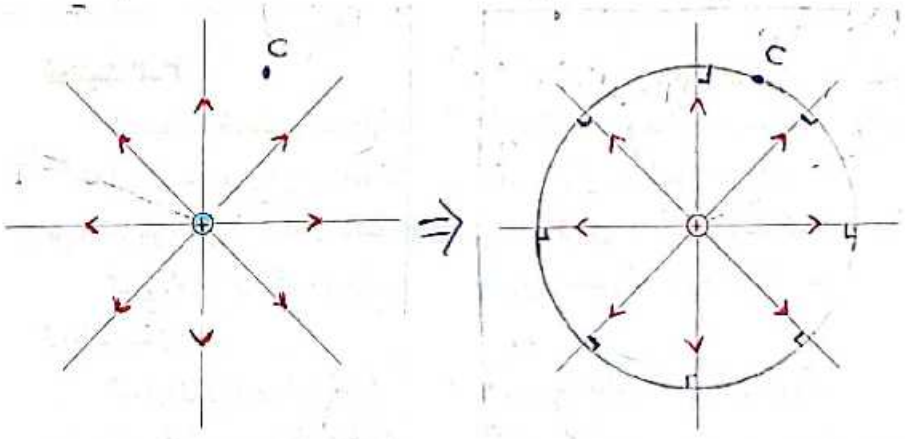
نتیجه یکسان است: یعنی با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، تبادل انرژی الکتریکی افزایش می‌یابد

نقاط هم‌پتانسیل: اگر محور بر خطوط میدان الکتریکی، خطی را رسم کنیم، تمام نقاط روی این خط هم‌پتانسیل هستند و یا در حالت سه بعدی، سطح هم‌پتانسیل اند



$V_A = V_B = V_C$

در شکل داده شده، سطح هم‌پتانسیل با نقطه مشخص شده (C) روی خطوط میدان را رسم کنید



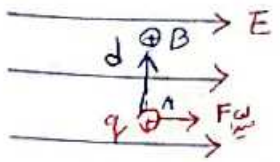
چون شعاع دایره بر سطح دایره عمود است اگر دایره‌ای رسم کنیم که از نقطه C بگذرد و خطوط میدان شعاعی دایره باشند پس سطح دایره خطی است عمود بر خطوط میدان و نقاط روی آن هم پتانسیل با C هستند

تمرین ۱۵ پایان فصل صفحه ۳۷ تجربی - سئوال ۱۶ صفحه ۴۲ ریاضی

الف) اندازه نیرو $F = Eq = 8\times10^{5}\times5\times10^{-9} = 4\times10^{-2}\ N$

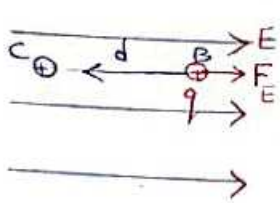
جهت نیرو: چون ذره و منبع ایجاد میدان بار مثبت است F و E هم جهتند

ب)



$W_E = Eqd\cos\theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} W_E = 0$ در مسیر AB

زاویه بین F_E و d برابر 90° می‌باشد



درجهت القای آن کره است

$W_E = Eqd\cos\theta \xrightarrow{\theta=180^\circ} = -4\times10^{-2}\times0{,}4 = -1{,}6\times10^{-2}\ J$

زاویه بین F_E و جابجایی 180° می‌باشد

$W_{E\ BC} = -1{,}6\times10^{-2}\ J$

$W_{E\ \text{کل جابجایی}} = W_{E\ AB}^{0} + W_{E\ BC} = -1{,}6\times10^{-2}\ J$

پ)

$\Delta U_E = -W_E = +1{,}6\times10^{-2}\ J$

$-1{,}6\times10^{-2}$

سئوال ۱۷ صفحه ۴۲ ریاضی صفحه ۳۷ تجربی

تمرین ۱۶ پایان فصل: چون سئوال نظیر اول علامت ΔU و عکس آن (مثبت ب) و در نتیجه W_E عکس می‌شود

پ) چون بار مثبت را به سمت کره بار مثبت جابجا می‌کنیم (عکس تمایل) انرژی پتانسیل الکتریکی ذره باردار افزایش می‌یابد $\Rightarrow \Delta U$ مثبت است حالا الف) $W_E = -\Delta U \Rightarrow W_E$ کار نیروی الکتریکی منفی خواهد شد

پ) پتانسیل نقطه B که به کره بار مثبت نزدیکتر است بیشتر است $V_B > V_A$

تمرین ۱۷ پایان فصل صفحه ۴۲ ریاضی شکل صفحه ۳۷ تجربی

شکل (الف) فاصله A تا B تراکم خطوط میدان بیشتری دارد در نتیجه میدان قویتر است و نیروی وارد بر پروتون بیشتر است ($F = Eq$)،

ب) پروتون در جابجایی از A تا B تحت تاثیر نیروی ثابت و در جهت میدان است ($F = ma$) در نتیجه تغییرات سرعت پروتون در الف) بیشتر و از آنجا که پروتون از حالت سکون رها شده پس $v_0 = 0$ و سرعت نهایی پروتون در نقطه B در شکل الف از همه موارد بیشتر است

سرعت در نقطه A

$\Delta v = v_B - v_A$

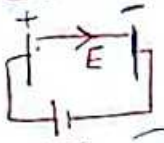
از حال سکون

مبینی مازندران ۴۳

تمرین ۱۸ پایان فصل صفحه ۳۸ عربی

$\Delta V = E d \rightarrow 100 = E \times 2 \times 10^{-2} \rightarrow E = 5 \times 10^{3} \frac{N}{C}$

سؤال ۱۹ ریاضی ۴۳



چون جهت میدان از صفحه مثبت به منفی است و نیز با حرکت مرجهت میدان تا پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد،

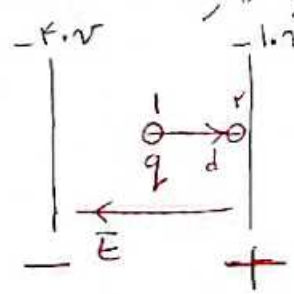
(بدون توجه به اندازه و نوع بار)، بنابراین پتانسیل صفحه مثبت بیشتر از پتانسیل صفحه منفی است.

$V > V$

صفحه

تمرین ۱۹ پایان فصل صفحه ۳۸ عربی

سؤال ۲۰ صفحه ۴۳ ریاضی



العنصر

بار الکتریکی منفی خلاف جهت میدان از ارامنه جابجا شده

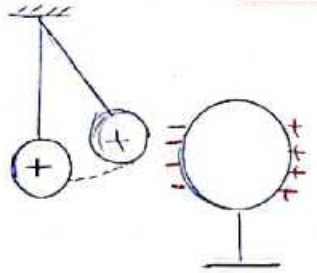
پس انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و علامت ΔU منفی است

$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow (-10 - (-40)) = \frac{\Delta U}{-40 \times 10^{-9}} \rightarrow \Delta U = -1.2 \times 10^{-6} J$

ب) طبق قانون پایستگی انرژی، انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش و به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

تمرین ۲۰ پایان فصل صفحه ۳۸ عربی

سؤال ۲۱ صفحه ۴۳ ریاضی



آونگ باردار، باعث القای بار الکتریکی منفی

بر روی سطح کره فلزی (سطحی که در مجاورت آونگ است) شده و جاذبه بین

بار مثبت آونگ و بار منفی کره فلزی باعث انحراف آونگ به سمت کره فلزی می‌شود

تمرین ۲۱ پایان فصل: صفحه ۳۸ عربی

سؤال ۲۴ صفحه ۴۳ ریاضی

رابطه $C = \frac{q}{V}$ بار و اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن

رابطه مستقیم با یکدیگر دارند ($q \propto V$) یعنی با افزایش یکی، دیگری نیز به همان نسبت افزایش می‌یابد

اما نسبت این دو کمیت که همان ظرفیت خازن است ثابت می‌ماند پس در هر دو حالت الف و ب

ظرفیت خازن تغییری نمی‌کند

تمرین ۲۲ پایان فصل صفحه ۳۸ عربی:

سؤال ۲۵ صفحه ۴۳ ریاضی

$C = \frac{q}{V}$ ، $C = \frac{\Delta q}{\Delta V} = \frac{15}{40 - 28} = 1.25 F$

کلمه افزایش - کاهش - تغییر - اختلاف همه معرف Δ هستند بنابراین در رساله آمده: ۱۵ میکروکولن

بر بار خازن افزوده شود.

یعنی Δ

مبنی بر سوال ۴۴

$C = \frac{K\epsilon_0 A}{d} \rightarrow 1 = \frac{1 \times 8.85 \times 10^{-12} \times A}{1 \times 10^{-3}} \rightarrow A = 113 \times 10^{6}\ m^2$

تمرین ۲۳ پایان فصل ص ۳۸ عربی

دی الکتریک هوا است: $K=1$

ظرفیت یک خازن، ظرفیت بسیار بزرگی می باشد (سوال ۲۸ ص ۴۴ ریاضی)

تمرین ۲۴ پایان فصل ص ۳۸ عربی

در همه آ مسئله‌های داده شده اگر لازم بود به این نکته بسیار مهم توجه کن:

سوال ۲۹ ص ۴۴ ریاضی

وقتی خازن متصل به مولد متصل است یعنی ولتاژ ثابت می ماند

صحیح الف) صحیح رابطه $\Delta V = E d \leftarrow E = \frac{\Delta V}{d}$ در حالیکه ولتاژ ثابت است E و d رابطه عکس دارند پس با دور کردن فاصله بین صفحه‌های خازن، میدان الکتریکی بین صفحات نصف می‌شود.

$d \uparrow \Rightarrow E \downarrow$

غلط ب) وقتی خازن به مولد (باتری) متصل باشد اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها ثابت می ماند

غلط ج) صحیح رابطه $C = \frac{K\epsilon_0 A}{d}$ $d \uparrow \Rightarrow C \downarrow$ ظرفیت خازن با فاصله رابطه عکس دارند یعنی با دور کردن صفحه‌ها فاصله بابد ظرفیت خازن نصف شود.

$\frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{d_1}{2d_1} = \frac{1}{2}$

غلط د) صحیح رابطه $C = \frac{q}{V}$ V ثابت $\Rightarrow C \downarrow$ با ثابت بودن ولتاژ ظرفیت و بار رابطه مستقیم دارند پس با نصف شدن ظرفیت (در قسمت پ مسئله بررسی شد) بار روی خازن نیز نصف می‌شود.

تمرین ۲۵ پایان فصل ص ۳۸ عربی

سوال ۳۰ ص ۴۴ ریاضی

$C = \frac{K\epsilon_0 A}{d} = \frac{4.9 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 1}{0.5 \times 10^{-3}} = 8.67 \times 10^{-8}\ F$

تمرین ۲۶ پایان فصل ص ۳۸ عربی

هر چه مقدار انرژی ذخیره شده در خازن بیشتر باشد در حین اتصال صفحات جرقه بزرگتری ایجاد می‌شود.

$C = \frac{K\epsilon_0 A}{d} \downarrow \rightarrow U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} \uparrow$ (با ثابت ماندن بار)

$d \downarrow$ افزایش انرژی $\Rightarrow$ کاهش ظرفیت $\Rightarrow C \downarrow$

$\Rightarrow U \uparrow$ جرقه بزرگتری حاصل می‌شود

سوال ۳۱ ص ۴۴ ریاضی

تمرین ۲۷ پایان فصل ص ۳۸ عربی الف)

سوال ۳۲ ص ۴۴ ریاضی

$U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(180 \times 10^{-9})^2}{20 \times 10^{-9}} = 810 \times 10^{-9}\ J$

ب) بین صفحات دی الکتریک هوا است $K=1$ و نیز وقتی خازن متصل به باتری را از باتری جدا می‌کنیم q ثابت می ماند

صحیح رابطه $C = \frac{K\epsilon_0 A}{d} \downarrow$

فاصله دو برابر شود ظرفیت نصف می‌شود

$d_2 = 2d_1 \quad C_2 = \frac{1}{2}C_1$

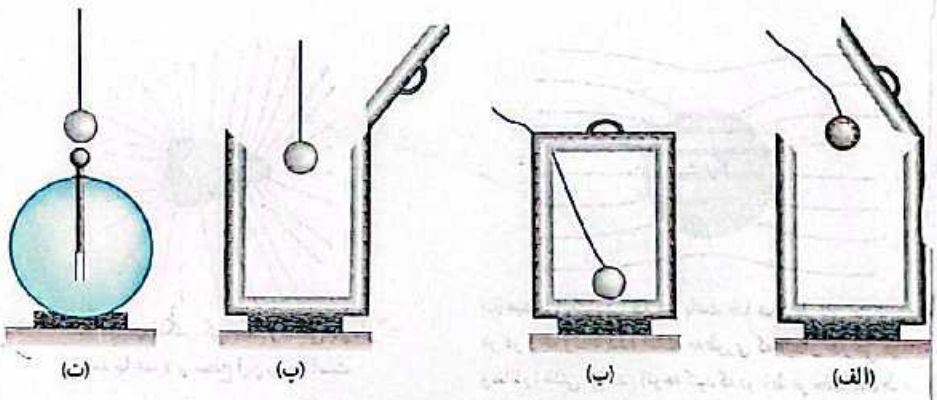
$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{2}\frac{q_2^2}{C_2}}{\frac{1}{2}\frac{q_1^2}{C_1}} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{C_1}{\frac{1}{2}C_1} = 2 \rightarrow \boxed{U_2 = 2U_1}$

توزیع بار الکتریکی در اجسام رسانا: جسم رسانایی را در نظر بگیرید. اگر بار اضافی به این جسم داده شود چگونه بار در آن توزیع می‌شود؟ ما کمی فکر کرده با این آزمایشی برای این سؤال پاسخ دادیم.

آزمایش فارادی: ظرف رسانایی با دربوش فلزی را درنظر بگیرید که روی پایهٔ نارسانایی قرار دارد و روی دربوش آن دسته‌ای عایق نصب شده است. ابتدا ظرف بدون بار است. یک گوی فلزی را که از نخی عایق آویزان است باردار و سپس وارد ظرف می‌کنیم (شکل ۱ـ۲۶ـ الف) آنگاه دربوش فلزی را می‌بندیم. اکنون گوی را با کف ظرف تماس می‌دهیم (شکل ۱ـ۲۶ـ ب) سپس دربوش فلزی را با دستهٔ عایقش برمی‌داریم (شکل ۱ـ۲۶ـ ب) و پس از خارج کردن گوی فلزی از ظرف، آن را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود عقربهٔ الکتروسکوپ تکان نمی‌خورد (شکل ۱ـ۲۶ـ ت).

از این آزمایش نتیجه می‌گیریم که بار اضافی یک رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود. به عبارتی، وقتی در شکل ۱۰ـ۲۶ـ ب گوی با کف ظرف تماس پیدا می‌کند مجموعهٔ گوی و ظرف، رسانایی را تشکیل می‌دهند که در سطح خارجی این جسم رسانای مرکب بار مشابه شکل ۱ـ۲۶ـ ب توزیع می‌شود.

نتیجه سیار مهم آزمایش: بار اضافی داده شده به یک رسانا روی سطح خارجی جسم رسانا توزیع می‌شود.



شکل ۱ـ۲۶ شرح تصویری از آزمایش فارادی

جسم رسانا در میدان الکتریکی خارجی:

اگر یک رسانای خنثی را در یک میدان الکتریکی خارجی قرار دهید، میدان الکتریکی به الکترون‌های آزاد رسانا نیرو وارد می‌کند و آن‌ها را جابجا می‌کند به طوری که اثر میدان الکتریکی خارجی در درون رسانا خنثی می‌شود و میدان الکتریکی خالص درون رسانا صفر می‌شود.

* در شکل جمله بعد میدان خارجی به سمت چپ و میدان حاصل از بارهای القا شده در رسانا به سمت راست و این دو میدان یکدیگر را داخل رسانا خنثی می‌کنند.

نکته: میدان الکتریکی درون رسانا صفر است زیرا اگر میدان الکتریکی داخل رسانا صفر نباشد در این صورت این میدان بر الکترون‌های آزاد نیرو وارد می‌کند در نتیجه جریانی در رسانا ایجاد می‌شود ولی چنین جریانی در رسانا وجود ندارد.

مبحث یازدهم



شکل ۲۷-۱ یک رسانای بدون بار که در یک میدان الکتریکی خارجی قرار گرفته است. الکترون‌های آزاد خود را طوری در رسانا پخش کرده‌اند که میدان الکتریکی خالص داخل رسانا صفر شود.

جزوه‌ام شکل ۱-۲۷ کتاب ص ۲۶

وقتی گوییم بارها در حال تعادل الکترواستاتیکی هستند

* نکته: میدان الکتریکی درون رسانا صفر است لذا برای جابجا کردن بار درون رسانا کاری انجام نمی‌شود

* مثلاً نیز دیدیم بودیم خطوط میدان الکتریکی بر سطح رسانا عمود است لذا برای جابجا کردن بار روی سطح رسانا نیز کاری انجام نمی‌شود و ما بر این نتیجه می‌گیریم:

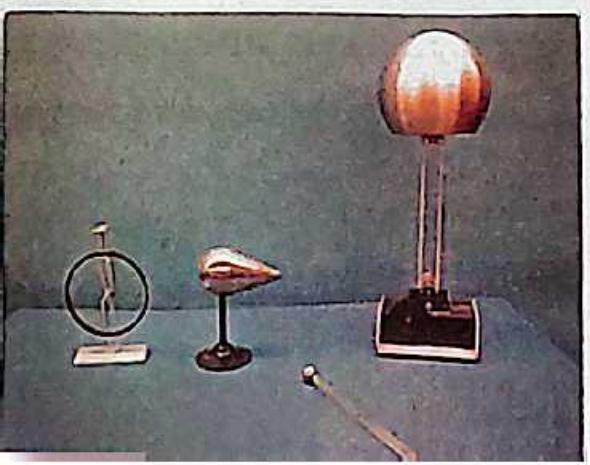
* همه نقاط درون و روی سطح رسانا، پتانسیل الکتریکی یکسانی دارند.

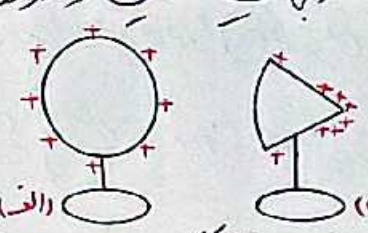
$$W=0 \Rightarrow \Delta U=0 \Rightarrow \Delta V=\frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta V=0 \rightarrow V_1=V_2$$

مسئله: کره‌ای رسانا و خنثی را داخل میدان الکتریکی یکنواخت با بزرگی $10^3\ N/C$ قرار می‌دهیم. میدان الکتریکی ناشی از بارهای القا شده بر رسانا و میدان برآیند درون رسانا چقدر است؟

پاسخ: چون میدان الکتریکی برآیند درون رسانا صفر است لذا میدان الکتریکی ناشی از بارهای القا شده $10^3\ N/C$ و خلاف جهت میدان الکتریکی خارجی می‌باشد.

نکته: در نبود میدان الکتریکی خارجی توزیع بار الکتریکی روی سطح خارجی یک رسانای کروی که شکل متقارنی دارد (الف) در همه نقاط یکسان است اما در جاهایی که سطح خارجی آنها شکل متقارنی کروی ندارد (رسانای دوکی شکل) (ب) توزیع بار در همه جای سطح خارجی یکسان نیست و در نقاط نوک تیز سطح جسم رسانا، توزیع بار از نقاط دیگر آن بیشتر است.





سؤال: آزمایشی طراحی کنید که بیانگر چگونگی توزیع بار در یک رسانای دوکی شکل باشد.

یک جسم رسانای دوکی شکل را روی پایه عایقی قرار دهید و آن را با تماس با مولد واندوگراف باردار کنید.

گلوله فلزی را که به دسته‌ای عایق متصل است با بخش پهن دوک تماس داده و سپس گلوله را به الکتروسکوپ تماس دهید. همین آزمایش را پس از عوض کردن الکتروسکوپ و گوی با تماس دستتان، با نوک تیز دوک انجام دهید

نتیجه آزمایش: انحراف صفحه‌ی الکتروسکوپ با نوک تیز دوک بیشتر از انحراف صفحه‌ی با بخش پهن آن است یعنی: تراکم بار در نقاط تیز سطح جسم رسانای باردار بیشتر از سایر نقاط آن است.

* مهمترین رسانا: زمین بزرگترین رسانای طبیعت، بدن انسان، فلزات، آب و رطوبت



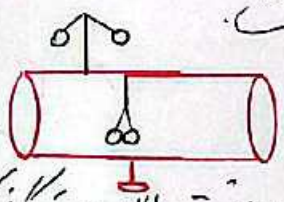
فعالیت ۱_۶ ص ۲۶ تجربی _ فعالیت ۱_۷ ص ۲۹ ریاضی

الف) اگر مطابق شکل داخل قفس رسانا (قفس فارادی) مترا گیرید و به گنگ مولد وان دوگراف بزرگ مقدار زیادی بار به قفس منتقل شود به شما که در داخل قفس هستید آسیبی نمی‌رسد زیرا بارهای الکتریکی داده شده به قفس در سطح خارجی آن مترا می‌گیرند.

* اگر گوشی تلفن همراه خود را درون ظرف فلزی درسته مترا دهید یا یک فوتبال آلومینیومی به دور آن بپیچانید از دسترس خارج خواهد شد.

ب) بدنه اتومبیل یا هواپیما از جنس فلز (رسانا) است بنابراین بار منتقل شده به آنها طبق آزمایش فارادی به سطح خارجی اتومبیل یا هواپیما رفته و به افراد داخل آنها آسیبی نمی‌رسد

پ) استوانه فلزی متصل به مولد وان دوگراف: آونگ‌های بیرونی به دلیل دریافت بار از استوانه و داشتن بار هم‌نام یکدیگر را دفع می‌کنند ولی تغییری در وضعیت آونگ‌های داخل استوانه دیده نمی‌شود چون درون استوانه فلزی باری وجود ندارد و تمام بار داده شده به آن به خارجی‌ترین سطح استوانه رفته است.



فعالیت ۱_۷ ص ۲۷ تجربی
فعالیت مترا ۱_۹ ص ۳۱ ریاضی

مترا گیرید را در بالاترین نقطه ساختمان که در نقطه اصابت آذرخش است نصب می‌کنند و انتهای آن توسط یک سیم رسانا در زمین مرطوب به کار گذاشته می‌شود. مترا بالای برق گیر نوک تیز است و بار داده شده به آن در اثر آذرخش توسط سیم رسانا به زمین منتقل می‌شود تا آسیبی به ساختمان نرسد

مبنی یازدهم

خازن

خازن قطعه‌ای الکتریکی می‌باشد که می‌تواند بار و انرژی در خود ذخیره کند و در صورت لزوم به‌طور ناگهانی بار را تخلیه کند.

مثال: باتری‌های یک دوربین با بار دار کردن یک خازن، انرژی را در خازن فلاش دوربین ذخیره می‌کنند توجه کنید باتری‌ها، انرژی را با آهنگ نسبتاً کمی به مدار می‌دهند که این آهنگ برای تأمین نور از فلاش دوربین کافی نیست اما وقتی خازن بار دار می‌شود می‌تواند انرژی را با آهنگ بسیار زیادی برای فلاش دوربین آماده کند

* تصویری از چند خازن در اندازه و شکل‌های مختلف نشان داده شده است
* هر خازن از دو قطعه رسانا تشکیل شده است که این رسانا‌ها را صفحه‌های خازن می‌نامیم. دو صفحه رسانا و مجاور در فاصله بسیار کمی از یکدیگر قرار دارند و با هم اتصال ندارند.
* ساده‌ترین و پرکاربردترین نوع خازن‌ها، خازن تخت است
* نماد مداری خازن ⊣⊢ می‌باشد که برای نشان دادن خازن‌ها با هر شکلی استفاده می‌شود
* خازن‌ها در مدارهای الکتریکی مانند رادیو، تلویزیون، گوشی همراه و ... به کار می‌روند. شکل ۱-۴۴ کتاب را در وقت ببین که مدار یک تقویت کننده آمپلی فایر شامل چند خازن نشان داده شده است.

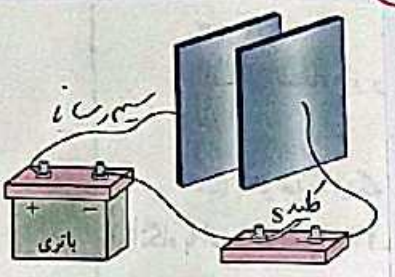


انرژی فلاش دوربین در یک خازن ذخیره شده است.



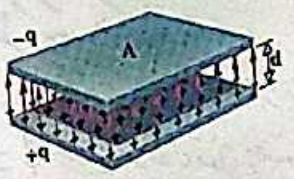
تصویری از چند خازن مختلف

بار دار کردن (شارژ) خازن:



(الف)

الف) برای باردار کردن خازن، آن را به باتری وصل کرده‌ایم.



(ب)

ب) هر صفحهٔ این خازن بارهایی با علامت مخالف قرار دارد و میدان الکتریکی عمود بر صفحه‌ها از صفحهٔ مثبت به سمت صفحهٔ منفی است.



یک خازن تخت، از دو صفحه با مساحت A ساخته شده است که به فاصلهٔ d از هم قرار گرفته‌اند و d در برابر ابعاد صفحه‌ها (A) ناچیز است

مبنی بر یازدهم

اگر صفحات یک خازن را مطابق شکل انتهای صفحه ۴۸ در سامانه به یک باتری متصل کنید با بستن کلید، میدانی بین دو صفحه خازن ایجاد می‌شود و بار از طریق سیم‌ها از آن عبور می‌کند. این شارش بار تا هنگامی ادامه می‌یابد که اختلاف تابش میان دو صفحه خازن با اختلاف تابش میان دو پایانه باتری یکسان شود.

وقتی یک خازن شارژ می‌شود، صفحه‌های آن دارای بارهای هم‌اندازه با علامت مخالف می‌شوند: $+q$ و $-q$. با این حال بار یک خازن همواره q آن داده می‌شود.

ظرفیت خازن: اگر اختلاف تابش بین صفحه‌های خازن را زیاد کنیم ($\Delta V = V_{باتری}$)، بار خازن (q) نیز به همان نسبت زیاد می‌شود ($q \propto V$) یعنی اگر اختلاف تابش بین دو صفحه را ۲ برابر کنیم، بار ذخیره شده خازن نیز ۲ برابر می‌شود اما نسبت $\frac{q}{V}$ همواره مقدار ثابتی است که به این نسبت ثابت، ظرفیت خازن می‌گویند و آن را با C نشان می‌دهند.

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

q ← (کولن) بار روی صفحه‌های خازن

V ← (ولت) اختلاف تابش بین دو صفحه خازن

C ← ظرفیت خازن

$$\text{فاراد} = 1 = \frac{\text{کولن}}{\text{ولت}}$$

* نکته: ظرفیت کولن بر ولت که معادل یک فاراد (F) می‌باشد.

* فاراد یکای بسیار بزرگی است و عملاً ظرفیت اکثر خازن‌های متداول در محدوده PF ($10^{-12}F$) تا mF ($10^{-3}F$) است.

* ظرفیت خازن به q و V بستگی ندارد بلکه به نسبت این دو کمیت بستگی دارد.

مثال: صفحه‌های خازنی را به یک باتری ۲۲ ولتی متصل می‌کنیم و بار ۱۱۰ میکروکولن در آن ذخیره می‌شود. اگر این خازن را به باتری ۳۰ ولتی وصل کنیم، بار ذخیره شده در خازن چه مقدار تغییر می‌کند؟

نکته: با تغییر ولتاژ دو سر خازن، بار ذخیره شده تغییر می‌کند اما ظرفیت خازن ثابت می‌ماند.

$$C = \frac{q_1}{V_1} = \frac{q_2}{V_2} \Rightarrow \frac{۱۱۰}{۲۲} = \frac{q_2}{۳۰} \rightarrow q_2 = ۱۵۰\,\mu C$$

$$\Delta q = q_2 - q_1 = ۱۵۰ - ۱۱۰ = ۴۰\,\mu C$$

فیزیک پایه یازدهم

ظرفیت خازن تخت بر حسب مشخصات ساختمانی خازن:

حالا که ظرفیت خازن $C = \frac{q}{V}$ ستگی ندارد پس ظرفیت خازن به چه عواملی ستگی دارد؟

۱- ظرفیت خازن با مساحت صفحه‌ها رابطه مستقیم دارد $C \propto A$

۲- ظرفیت خازن با فاصله بین صفحه‌ها رابطه عکس دارد $C \propto \frac{1}{d}$

۳- ظرفیت خازن با ثابت دی الکتریک بین صفحه‌ها رابطه مستقیم دارد $C \propto k$

$$C = \frac{k \epsilon_0 A}{d}$$

- C: ظرفیت خازن بر حسب فاراد (F)
- k: ثابت دی الکتریک (کاپا یا از حروف یونانی)
- ϵ_0: ضریب تراوایی الکتریکی خلأ $8,85 \times 10^{-12} \left(\frac{C^2}{N.m^2}\right)$
- A: مساحت صفحه‌ها (مترمربع m^2)
- d: فاصله صفحه‌های خازن (متر)

* فرمول ظرفیت خازن، کاپا (k) ثابت دی الکتریک ماده عایق (دی الکتریک) بین صفحه‌های خازن قرار دارد

می باشد که در جدول ۱-۳ صفحه ۳۱ ثابت دی الکتریک برخی عایق‌ها در دمای ۲۰°C آمده است.

* ثابت دی الکتریک (k) واحد ندارد (می تونی اثباتش کنی)

* ثابت دی الکتریک خلأ و هوا (تقریباً) برابر یک است $k = 1$

* k برای دی الکتریک‌ها > 1

* طبق فرمول $C = \frac{k \epsilon_0 A}{d}$ اگر دی الکتریک بین صفحه‌ها هوا باشد $C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

لذا اگر ظرفیت خازن بدون دی الکتریک ($k=1$) را با C_0 نمایش دهیم آنگاه ظرفیت خازن (C) دارای دی الکتریک k برابر ظرفیت خازن بدون دی الکتریک (C_0) است.

$$C = k C_0$$

* اساس کار میکروفون خازنی را شرح دهید: در میکروفون خازنی، با اثر گذاشتن صفحه متحرک (یا مرکز) خازن بر اثر صدا، فاصله صفحات خازن (d) تغییر می‌کند بنابراین ظرفیت خازن تغییر می‌کند که به ایجاد یک سیگنال الکتریکی می انجامد.

مبنی بازدهم

پرسش ۱-۸ صفحه ۳۱ کتاب درسی: تفاوت این دو صفحه چگونه تغییر می‌کند؟

۱-۶ صفحه ۳۶ ریاضی

* در شکل سمت راست دی الکتریک بین صفحه‌ها هواست که $k=1$ و با وارد کردن دی الکتریک با ثابت K بین صفحه‌ها ظرفیت K برابر می‌شود * در ضمن بار روی صفحات خازن ثابت است پس طبق رابطه $C=\frac{q}{V}$ (q ثابت، V ↓) با ثابت بودن q و افزایش ظرفیت، ولتاژ کاهش می‌یابد

(یعنی چون C با V رابطه عکس دارد هنگامی که q ثابت است)

* اساس کار صفحه کلید رایانه را شرح دهید (مثال ۱-۱۴ کتاب صفحه ۳۱)



صفحه کلیدهای رایانه بر مبنای تغییر ظرفیت خازن عمل می‌کند.

در شکل (ب) با فشار دادن کلید، صفحه متحرک به صفحه ثابت نزدیک می‌شود (کاهش فاصله $d\downarrow$) و ظرفیت خازن افزایش می‌یابد $C=\frac{k\epsilon_0 A}{d}\uparrow$

این تغییر ظرفیت به صورت سیگنالی الکتریکی توسط مداری الکترونیکی رایانه آشکار می‌شود و مشخص می‌شود که کدام کلید فشار داده شده است.

حالا تو که عددی مثال ۱-۱۴ را حل کن و به زیبایی این نکته پی ببر

تمرین ۱-۱۱ صفحه ۳۳ * نکته: یاخته عصبی (نورون) مانند یک خازن تحت مدل سازی می‌شود

۱-۱۲ صفحه ۳۸ ریاضی

غشای سلولی به عنوان دی الکتریک و یون‌های دارای بار با علامت مخالف در دو طرف غشا به عنوان بار روی صفحات خازن عمل می‌کند.

$$C=\frac{k\epsilon_0 A}{d}=\frac{3\times 8.85\times 10^{-12}\times 10^{-10}}{10\times 10^{-9}}=2.65\times 10^{-13}\,F$$

$$C=\frac{q}{V}\rightarrow 2.65\times 10^{-13}=\frac{q}{85\times 10^{-3}}\rightarrow q=2.25\times 10^{-14}\,C$$

$$q=ne\rightarrow 2.25\times 10^{-14}=n\times 1.6\times 10^{-19}\rightarrow n=141\times 10^{3}$$ تعداد یون‌ها

مخالفت ۱-۱۵ صفحه ۳۲ ریاضی

مخالفت ۱-۸ صفحه ۳۲ خیلی‌ها که در مدت جلوی خودرو نصب شده‌اند شامل خازنی با یک صفحه ثابت و یک صفحه متحرک‌اند در تغییر سرعت ناگهانی و برخورد شدید فاصله بین دو صفحه کاهش می‌یابد ($d\downarrow$) و ظرفیت افزایش می‌یابد ($C\uparrow$) این تغییر ظرفیت توسط دستگاه کنترل مرکزی، آشکارسازی و باعث باز شدن کیسه هوا می‌شود.

مبنی بازدهم

* اگر مشخصات خازن تغییر کند می‌توانید از رابطه زیر در حل مسائل استفاده کنید:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2}$$

مسئله: اگر فاصله بین صفحات خازن تختی را نصف و بین صفحات را با کاغذ $k=3/5$ پر کنیم ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟ $d_2 = \frac{1}{2} d_1$

در ابتدا دی الکتریک هوا است $k_1 = 1$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} = \frac{3/5}{1} \times \frac{d_1}{\frac{1}{2}d_1} = 3/5 \times 2 = 7$$

$A_2 = A_1$ مساحت صفحه‌ها تغییر نکرده

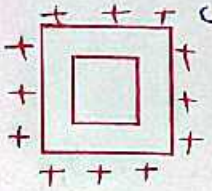
مسئله: می‌خواهیم خازن تختی به ظرفیت $1F$ بسازیم. فاصله بین صفحات برابر $1mm$ و بین صفحات را با شیشه با ثابت دی الکتریک 5 پر می‌کنیم. مساحت هر صفحه تقریباً چقدر است؟

$\varepsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$

$$C = \frac{K \varepsilon_0 A}{d} \rightarrow 1 = 5 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{A}{1 \times 10^{-3}} \rightarrow A = 2/2 \times 10^7 \, m^2$$

مسئله: استوانه توخالی با بار $+4\mu C$ روی پایه عایقی قرار دارد کره رسانا با بار $-1\mu C$ را درون استوانه قرار می‌دهیم طوری که با کف استوانه در تماس باشد. پس از تعادل الکترواستاتیکی بار سطح داخلی و خارجی استوانه را تعیین کنید. هنگامی که کره رسانا با کف استوانه تماس پیدا می‌کند مانند مسئله قبل از داخل استوانه می‌شود بنابراین تمام $-1\mu C$ بار کره به سطح خارجی استوانه منتقل می‌شود و بار سطح خارجی استوانه $(+4)+(-1)=+3\mu C$ می‌شود در نتیجه بار سطح داخلی استوانه (یا درون رسانا) صفر خواهد شد

مسئله: مطابق شکل بار سطح خارجی استوانه رسانا مثبت و سطح داخلی رسانا بدون بار است اگر با قطعه سیمی رسانا، سطح داخلی و خارجی رسانا را به یکدیگر متصل کنیم جابجایی بارها چگونه است؟



* بیاد دارم * تمام نقاط درون و بیرون رسانا هم‌پتانسیل هستند، در نتیجه بارها تمایلی به حرکت ندارند و با اتصال سیم جابجایی بار رخ نمی‌دهد

نکته: خازنی با ظرفیت C را به مولدی وصل کرده در حالتیکه خازن به مولد متصل است* تغییراتی در ساختمان خازن ایجاد می‌کنیم (تغییرات فاصله بین صفحات d یا تغییر جنس صفحه‌ها k یا تغییر سطح صفحه‌ها A) در اینحالت ولتاژ دوسر خازن ثابت می‌ماند (چون همچنان خازن به مولد متصل است) و بقیه کمیتها مثل بار الکتریکی، انرژی و... با تغییرات ظرفیت تغییر می‌کنند

*مثال: خازن C را به مولدی متصل کرده در حالتیکه خازن به مولد متصل است فاصله صفحات آنرا نصف می‌کنیم با دلیل بنویسید کمیتهای زیر چگونه تغییر می‌کنند؟

بار الکتریکی، ولتاژ، ظرفیت، انرژی

قدم اول: چون خازن به مولد متصل است* ولتاژ دوسر خازن ثابت* می‌ماند

قدم دوم: باید ببینیم کدام یک از مشخصات ساختمانی خازن تغییر کرده که براساس آن تغییرات ظرفیت را بررسی کنیم.

در اینجا فاصله بین صفحات نصف شده پس چون فاصله (d) با ظرفیت (C) رابطه عکس دارد با کاهش فاصله، ظرفیت افزایش می‌یابد*

$$C_1 = \frac{k\epsilon_0 A}{d_1} \quad , \quad C_2 = \frac{k\epsilon_0 A}{d_2 = \frac{1}{2}d_1} = 2\left(\frac{k\epsilon_0 A}{d_1}\right) \Rightarrow C_2 = 2C_1$$

(C_1 داخل پرانتز)

بچه‌ها می‌توانستید با نوشتن نسبت ظرفیتها هم به همین نتیجه برسید.

قدم سوم: نوشتن فرمول $C = \frac{q}{V}$ که با ثابت بودن یکی از کمیتها تغییرات دو کمیت دیگر را سنجیم بررسی کنیم

$$C = \frac{q}{V} \quad \begin{matrix} \uparrow \\ \text{ثابت} \end{matrix}$$

در اینجا با ثابت بودن ولتاژ، بار الکتریکی با ظرفیت رابطه مستقیم دارد پس با افزایش ظرفیت، بار روی صفحه‌ها افزایش می‌یابد

با افزایش بار الکتریکی انرژی نیز افزایش می‌یابد

$$U = \frac{1}{2} q \begin{matrix} \uparrow \\ \text{ثابت} \end{matrix} V$$

نکته: خازنی با ظرفیت C را به مولدی متصل کرده سپس خازن برشده را از مولد جدا می‌کنیم در اینحالت بار الکتریکی ذخیره شده در خازن ثابت می‌ماند. (بار ذخیره شده = بار برشده)

اکنون اگر تغییراتی در ساختمان خازن ایجاد کنیم (تغییر d یا تغییر A یا تغییر K)، ظرفیت خازن تغییر می‌کند و برای اینکه تغییر ظرفیت کمتها نماند ولتاژ و انرژی نیز تغییر می‌کنند.

مثال: خازن C را به مولدی وصل کرده سپس آنرا از مولد جدا می‌کنیم و فاصله بین صفحات خازن را نیم برابر می‌کنیم با دلیل بنویسید کمیتهای زیر چگونه تغییر می‌کنند؟

بار الکتریکی، ولتاژ، ظرفیت، انرژی

قدم اول: چون خازن برشده را از مولد جدا می‌کنیم بار الکتریکی خازن ثابت می‌ماند. *

قدم دوم: دقیقاً مانند شکل ص ۵۳ در سمانه بررسی می‌کنیم $C_2 = 2C_1$

قدم سوم: چون بار الکتریکی ثابت است طبق $C = \frac{q}{V}$ می‌نویسیم

$$q_1 = q_2 \Rightarrow C_1V_1 = C_2V_2 \xrightarrow{C_2=2C_1} C_1V_1 = (2C_1)V_2 \rightarrow V_2 = \frac{1}{2}V_1$$

طبق رابطه $C = \frac{q_{ثابت}}{V}$، با ثابت بودن بار الکتریکی، ظرفیت و ولتاژ رابطه عکس دارند یعنی با افزایش ظرفیت (قدم دوم بررسی شد) لذا ولتاژ دو سر خازن کاهش می‌یابد

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{2}\overbrace{q_1}^{q_{ثابت}}V_2}{\frac{1}{2}q_1V_1} = \frac{\frac{1}{2}V_1}{V_1} = \frac{1}{2} \rightarrow U_2 = \frac{1}{2}U_1$$

کاهش انرژی خازن

با $V \downarrow$ و $q_{ثابت}$ $\Rightarrow U = \frac{1}{2}qV \downarrow$

مسئله: خازن برشده‌ای را از مولد جدا می‌کنیم. اگر دی الکتریک بین صفحات را خارج کنیم با رد و بدل خازن چگونه تغییر می‌کند؟

$q_{ثابت}$ می‌ماند

$K \downarrow$

$C = \frac{K\epsilon_0 A}{d} \downarrow$ کاهش ظرفیت $\xrightarrow{q_{ثابت}}$ کاهش ظرفیت $\Rightarrow C = \frac{q_{ثابت}}{V} \downarrow$

ولتاژ افزایش می‌یابد $V \uparrow$

انرژی خازن:

وقتی صفحه‌های خازن دارای بار الکتریکی می‌شوند در خازن انرژی ذخیره می‌شود. این انرژی به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی فضای بین صفحه‌های خازن ذخیره می‌شود

رابطه انرژی پتانسیل الکتریکی ذخیره شده در خازن برابر است با:

$$U = \frac{1}{2} q V$$

$C = \frac{q}{V} \Rightarrow q = CV$ $\quad U = \frac{1}{2}(CV)V \Rightarrow U = \frac{1}{2}CV^2$

$C = \frac{q}{V} \Rightarrow V = \frac{q}{C}$ $\quad U = \frac{1}{2} q \left(\frac{q}{C}\right) \Rightarrow U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$

U: انرژی پتانسیل خازن (J)

q: بار خازن (C)

V: ولتاژ دو سر خازن (V)

C: ظرفیت خازن

* این مبحث در کتاب گفته نشده

* میدان الکتریکی بین صفحات خازن:

میدان بین صفحات خازن یکنواخت است پس از رابطه $E = \frac{V}{d}$ می‌توان استفاده کرد

* بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازنی با بار q:

$$E = \frac{V}{d} = \frac{\frac{q}{C}}{d} = \frac{\frac{q}{k\epsilon_0 A}}{d} = \frac{q}{k\epsilon_0 A} \times \frac{1}{d} \rightarrow E = \frac{q}{k\epsilon_0 A}$$

$C = \frac{q}{V} \Rightarrow V = \frac{q}{C}$

مسأله: خازنی با ظرفیت $4\mu F$ را به باتری ۲۰ ولتی متصل می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در خازن چند میکروژول است؟

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 20^2 = 800\mu J$$

مسأله: مساحت صفحه‌ها و بار ذخیره شده در خازن‌های C_1 و C_2 یکسان و بین صفحه‌های هر دو خلاء است. اگر فاصله بین صفحه‌های خازن C_2 بیشتر از C_1 باشد، با اتصال صفحه‌های کدام خازن جرقه بزرگتری ایجاد می‌شود؟

(مشابه مسئله ۳۱ صفحه ۲۶ تمرین‌های پایان فصل تجربی) (مشابه مسئله ۳۲ صفحه ۲۶ ریاضی)

* نکته: جرقه زدن به انرژی بستگی دارد

وقتی فاصله بین صفحه‌های خازن C_2 بیشتر است $C = \frac{k\epsilon_0 A}{d}$ ↓ لذا ظرفیت C_2 کمتر از C_1 می‌باشد. از آنجا که در مدار انرژی: $U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ ↑ ثابت، q ثابت است پس C و U رابطه عکس دارند یعنی $C_2 < C_1 \Leftarrow U_2 > U_1$

بنابراین با اتصال صفحه‌های خازن C_2، جرقه بزرگتری ایجاد می‌شود.

مبنی یازدهم

مسئله: خازنی به مولد متصل است اگر در همین حال فاصله بین صفحات را با دی الکتریکی با ثابت $k_2=4$ پر کنیم انرژی ذخیره شده در خازن چند برابر می شود؟ (ویس: ۴:۳۲)

* ۴: خازن به مولد متصل است ← ولتاژ ثابت می ماند $V_2=V_1$

$$\frac{C_2}{C_1}=\frac{k_2}{k_1}\times\frac{A_2}{A_1}\times\frac{d_1}{d_2}$$

$$\frac{C_2}{C_1}=\frac{4}{1}\times\frac{1}{1}\times\frac{1}{1}\Rightarrow C_2=4C_1$$

$$\frac{U_2}{U_1}=\frac{\frac{1}{2}C_2V_2^2}{\frac{1}{2}C_1V_1^2}=\frac{4C_1}{C_1}$$

$$U_2=4U_1$$

مسئله: خازنی را به مولدی وصل کرده و در دو حالت زیر دی الکتریکی با ثابت k بین صفحه‌ها وارد می‌کنیم. مانند نوشتید کمیت‌های بار الکتریکی، ولتاژ، ظرفیت و انرژی در هر یک از دو حالت چگونه تغییر می‌کنند؟ (ویس: ۷:۱۰)

الف) خازن به مولد متصل باشد
* ولتاژ ثابت می‌ماند

ب) خازن را از مولد جدا کنیم
* بار الکتریکی ثابت می‌ماند

* وقتی دی الکتریک با ثابت k بین صفحه‌ها وارد می‌کنیم در هر دو حالت الف و ب ظرفیت خازن افزایش (۴ برابر) می‌یابد

در ابتدا دی الکتریک بین صفحه‌ها هوا بوده $K_1=1$

$$C_1=\frac{\epsilon_0 A}{d}$$

$$C_2=\frac{k\epsilon_0 A}{d}\rightarrow C_2=kC_1$$

الف) ثابت V: $C\uparrow=\frac{q\uparrow}{V}$

با ثابت بودن ولتاژ وقتی ظرفیت افزایش می‌یابد بار الکتریکی افزایش می‌یابد

ثابت V: $U\uparrow=\frac{1}{2}C\uparrow V^2$

با افزایش ظرفیت، انرژی خازن افزایش می‌یابد

ب) ثابت q: $C\uparrow=\frac{q}{V\downarrow}$

با ثابت بودن بار الکتریکی وقتی ظرفیت افزایش می‌یابد ولتاژ کاهش می‌یابد

ثابت q: $U\downarrow=\frac{1}{2}q\,V\downarrow$

با کاهش ولتاژ، انرژی خازن کاهش می‌یابد

مسئله: خازن پرشده‌ای را از مولد جدا کرده و فاصله بین صفحات خازن را با یک دی الکتریک با ثابت ۴ پر می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در خازن چند برابر می‌شود؟ (ویس: ۴:۳۵)

* ۴ * وقتی خازن پرشده را از مولد جدا می‌کنیم بار الکتریکی ثابت می‌ماند
* مانند مسئله بالای صفحه ثابت کن که با وارد کردن دی الکتریک با ثابت ۴ ظرفیت ۴ برابر می‌شود.

$$C_2=4C_1$$

$$\frac{U_2}{U_1}=\frac{\frac{1}{2}\frac{q^2}{C_2}}{\frac{1}{2}\frac{q^2}{C_1}}=\frac{C_1}{C_2}=\frac{C_1}{4C_1}$$

$$\frac{U_2}{U_1}=\frac{1}{4}\rightarrow U_2=\frac{1}{4}U_1$$

مبنی
فیزیک یازدهم

فرو ریزش الکتریکی:

اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازن را افزایش دهیم میدان بین صفحات به قدری قوی می‌شود که باعث می‌شود دی الکتریک به طور لحظه‌ای رسانا شود و با ایجاد جرقه، خازن تخلیه می‌شود. جرقه باعث سوختن دی الکتریک و خازن می‌شود که به این پدیده اصطلاحاً **فرو ریزش الکتریکی** گفته می‌شود

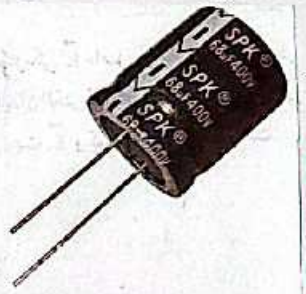
بررسی فرو ریزش به لحاظ میکروسکوپی: فرو ریزش الکتریکی ناشی از کنده شدن الکترون‌های اتم‌های ماده دی الکتریک توسط میدان الکتریکی و ایجاد مسیر رسانا بین دو صفحه خازن است که با ایجاد جرقه همراه است و معمولاً خازن را می‌سوزاند.



شکل‌های لیختنبرگ: فرو ریزش الکتریکی باعث تشکیل مسیرهای رسانشی سرخس‌شکلی در دی‌الکتریک شده‌اند.

نکته: خازن‌ها معمولاً با مقدار ظرفیت آن‌ها و اختلاف پتانسیل بیشینه‌ای که می‌تواند تحمل کند مشخص می‌شود

* خازن در تصویر ظرفیت $68\mu F$ و پتانسیل بیشینه $400V$ دارد *



تصویری از یک خازن که روی آن ظرفیت و اختلاف پتانسیل قابل تحمل بیشینه نوشته شده است.

مسأله: ظرفیت خازن استفاده شده در دفیبریلاتور $5\mu F$ است که با ولتاژ $6kV$ شارژ می‌شود اگر تخلیه بار در مدت $3ms$ رخ دهد توان جریان ایجاد شده چند وات است؟

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}(5\times10^{-6})(6\times10^{3})^2 = 90J$$

$$P = \frac{U}{t} = \frac{90}{3\times10^{-3}} = 3\times10^{4}\,W$$

مسأله: خازنی با ظرفیت $4\mu F$ را به یک باتری متصل می‌کنیم اگر باتری $100\mu J$ انرژی مصرف کند تا خازن پر شود اختلاف پتانسیل باتری چند ولت است؟

$C = 4\mu F$ ، $U = 100\mu J$ ، $V = ?$

$$U = \frac{1}{2}CV^2 \rightarrow 100 = \frac{1}{2}\times4\times V^2 \rightarrow V^2 = 50$$

$$V = \sqrt{50}\ \text{ولت}$$