

فیزیک ۳

فصل ۱: الکتروستاتیکی ساکن

۱- جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید:

الف) اگر بارهای الکتریکی دو جسم باشند، نیروی بین دو جسم، رانشی و اگر بارهای الکتریکی دو جسم باشند، نیروی بین دو جسم، ربایشی خواهد بود.

ب) بار الکتریکی موجود در واحد سطح جسم رسانا را می‌نامند.

ج) نیرویی که دو جسم باردار ساکن، بر یک دیگر وارد می‌کنند نام دارد و این نیرو ممکن است یا باشد.

د) نیروی الکتریکی بین دو بار، با حاصل ضرب نسبت دارد.

هـ) خط‌های میدان الکتریکی، یکدیگر را قطع یعنی از هر نقطه فقط می‌گذرد.

و) هرگاه فاصله دو بار نقطه‌ای از یکدیگر دو برابر شود، بزرگی نیروی کولنی نیروی اولیه می‌شود.

ز) وقتی مساحت صفحه‌های خازن را کنیم، خازن، دو برابر می‌شود.

ح) نسبت اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا به که از آن می‌گذرد، در دمای ثابت، مقدار است.

ط) در جمله‌ی مقابل جای خالی را با کلمه‌ی مناسب پر کنید: «نیروی کولنی میان دو بار الکتریکی، رانشی است.»

ی) وقتی به جسم بار الکتریکی داده شود، بار در محل داده شده به جسم، ثابت می‌ماند.

ک) بار الکتریکی موجود در واحد سطح خارجی جسم رسانا را بار الکتریکی می‌نامند.

ل) با نصف شدن فاصله‌ی میان دوبار الکتریکی نقطه‌ای، نیروی الکتریکی بین آن‌ها (چهار) برابر می‌شود.

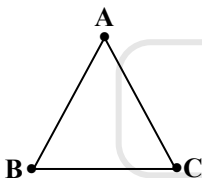
م) در رساناهای فلزی، افزایش دما سبب (افزایش - کاهش) مقاومت ویژه‌ی رسانا می‌شود.

ن) نیرویی که دو جسم بر هم وارد می‌کنند، نیروی الکتریکی نام دارد.

۲- چگالی سطحی بار را تعریف کنید و رابطه‌ی آن را بنویسید.



۳- در شکل روبه‌رو، خط‌های میدان الکتریکی را رسم کنید و جهت میدان را روی این خط‌ها نشان دهید.



۴- آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد چگالی سطحی بارهای الکتریکی اجسام رسانا در قسمت‌های برجسته و نوک تیز بیشتر از سایر نقاط است.

۵- در شکل مقابل، بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند را در نقطه‌ی A با رسم شکل تعیین کنید.

در صورتی که $q_B = q_C = -10\mu C$ و طول هر کدام از اضلاع مثلث متساوی‌الاضلاع 10 cm باشد.

$$\cos 30^\circ = \sin 60^\circ \approx 0.86$$

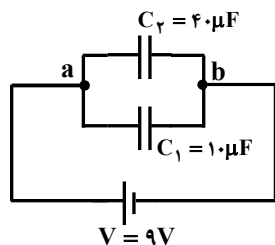
۶- خازنی به ظرفیت $20\mu F$ را با اختلاف پتانسیل 200 ولت پر می‌کنیم. مطلوب است محاسبه‌ی:

۱- بار ذخیره شده در خازن.

۲- انرژی ذخیره شده در خازن.

۷- دو خازن C_1 و C_2 را مطابق شکل به یک باتری 9 ولتی وصل می‌کنیم. پس از پر شدن

کامل خازن‌ها:



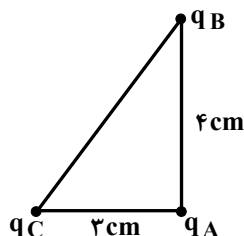
الف) بار روی هر یک از خازن‌ها، چند میکروکولن خواهد شد؟

ب) انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها چند ژول می‌شود؟

پ) اگر باتری را برداریم و نقاط a و b را با سیم به هم وصل کنیم چه تغییری در میزان بار روی هر خازن ایجاد می‌شود؟

۸- در شکل مقابل، بزرگی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A را حساب کنید و جهت بردار

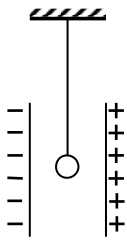
برآیند را با رسم شکل تعیین کنید.



$$q_A = 2\mu C, q_B = 8\mu C, q_C = 6\mu C$$

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

۹- در شکل روبه‌رو، گلوله‌ی رسانای سبک و بدون بار، توسط نخ عایقی میان دو صفحه‌ی باردار آویزان است. اگر آن را یک بار به یکی از صفحه‌ها تماس داده و رها کنیم، دائماً بین دو صفحه نوسان می‌کند. (به صفحات چپ و راست برخورد می‌کند). علت را توضیح دهید و بنویسید تا چه وقت این کار ادامه دارد؟

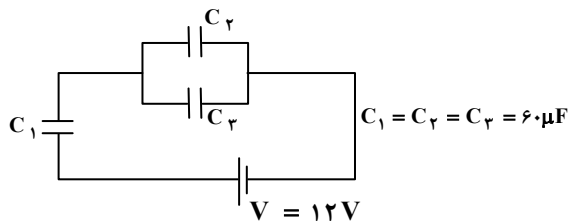


۱۰- الف) یکای چگالی سطحی بار الکتریکی چیست؟

ب) هرگاه $62800 \mu C$ بار الکتریکی را روی سطح کره‌ای رسانا به مساحت $0.00314 m^2$ قرار دهیم چگالی سطحی بار آن چقدر می‌شود؟

۱۱- اختلاف پتانسیل پایانه‌های باتری اتومبیل $12 V$ است. اگر $1/2 +$ کولن بار الکتریکی از پایانه‌ی مثبت تا پایانه‌ی منفی جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟

۱۲- در مدار شکل روبه‌رو، مطلوب است محاسبه‌ی:



الف) ظرفیت معادل خازن‌ها.

ب) بار ذخیره شده در هر خازن.

۱۳- الف) با طراحی یک آزمایش، بر هم کنش بارهای الکتریکی هم نام بر یک دیگر را نشان دهید.

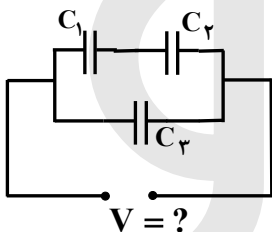
ب) میدان الکتریکی را تعریف کنید و رابطه‌ی آن را بنویسید.

۱۴- در شکل مقابل، $C1 = C2 = C3 = 20 \mu F$ و $q3 = 120 \mu C$ می‌باشد.

الف) ولتاژ دو سر مدار را حساب کنید.

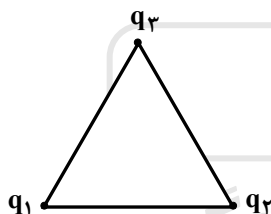
ب) بار ذخیره شده در خازن $C1$ چند میکروکولن است؟

پ) انرژی ذخیره شده در خازن چند میکروژول است؟



۱۵- مطابق شکل سه بار الکتریکی در رئوس مثلث متساوی الاضلاعی به ضلع ۱ متر ثابت شده‌اند.

بر آیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q3$ را همراه با رسم شکل محاسبه کنید. $(\cos 60^\circ = \frac{1}{2})$



$$q1 = q3 = +10 \mu C$$

$$q2 = -10 \mu C$$

۱۶- الف) اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه را تعریف کنید.

ب) پدیده‌ی فروشکست را تعریف کنید.

۱۷- مطابق شکل روبه‌رو، بار $q = 10 \mu C$ را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت

$E = 8 \times 10^5 \frac{N}{C}$ از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌کنیم، اگر $AB = 4m$ و $\alpha = 30^\circ$ باشد،

مطلوب است:

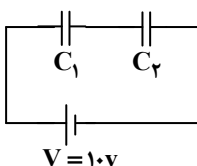
الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q .

ب) کاری که برای این جابه‌جایی باید انجام دهیم.

ج) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q .

۱۸- الف) با طراحی یک آزمایش و رسم شکل مدار آن، نشان دهید خازن پر شده در مدار

جریان مستقیم، مانند کلید قطع مدار عمل می‌کند.



$$C1 = ?$$

$$C2 = 540 \mu F$$

ب) در مدار شکل روبه‌رو، اگر بار ذخیره شده در مجموعه خازن‌ها $2700 \mu C$

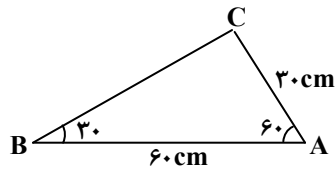
باشد، ظرفیت خازن $C1$ و انرژی ذخیره شده در خازن $C2$ را حساب کنید.

۱۹- الف) با رسم یک شکل، تأثیر میدان الکتریکی را بر مرکز مؤثر بارهای مثبت و منفی اتم، نشان دهید.

ب) چگالی سطحی بار الکتریکی را تعریف کنید و رابطه‌ی آن را بنویسید.

۲۰- الف) چهار ویژگی خط‌های میدان الکتریکی را بنویسید.

ب) در شکل مقابل بزرگی و جهت برآیند نیروهای وارد بر بار q_A را تعیین کنید.



$$q_A = 4\mu C, \quad q_C = 4\mu C, \quad q_B = 16\mu C$$

$$k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}, \quad \cos 60^\circ = 0.5, \quad \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

۲۱- با طراحی یک آزمایش نشان دهید چگالی بار الکتریکی در کدام قسمت جسم رسانای نامتقارن بیش‌تر است.

۲۲- الف) اگر بار الکتریکی مثبت در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل آن چگونه تغییر می‌کند؟

ب) توضیح دهید آیا ظرفیت خازن به بار الکتریکی موجود در صفحه‌های آن بستگی دارد؟

پ) معین کنید عبارت زیر به کدام تعریف در گزینه‌ها مربوط می‌شود؟

ایجاد جرقه بین صفحه‌های خازن

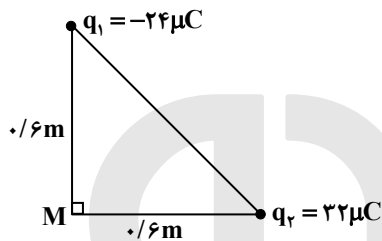
(۴) پدیده‌ی فروشکست

(۳) ماده‌ی فرومغناطیس

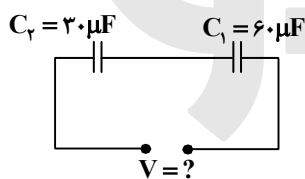
(۲) قانون لنز

(۱) پدیده‌ی خودالقایی

۲۳- در شکل مقابل بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند را در نقطه‌ی M (رأس قائم مثلث) تعیین کنید.



۲۴- در مدار شکل مقابل، بار روی خازن C_1 برابر $480\mu C$ است. اختلاف پتانسیل دو سر مدار را حساب کنید.

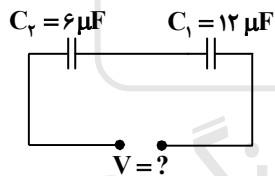


۲۵- الف) سه عامل مؤثر بر ظرفیت خازن تخت را بنویسید.

ب) با طراحی یک آزمایش، برهم‌کنش بارهای الکتریکی هم‌نام را نشان دهید.

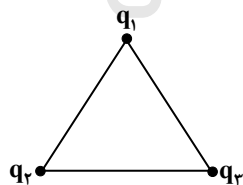
۲۶- در مدار شکل مقابل، انرژی الکتریکی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها برابر

$288\mu J$ است. اختلاف پتانسیل دو سر مدار را حساب کنید.



۲۷- در شکل مقابل بزرگی و جهت برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 را که روی رأس مثلث

متساوی‌الاضلاعی به ضلع 0.3 متر قرار دارد، تعیین کنید:



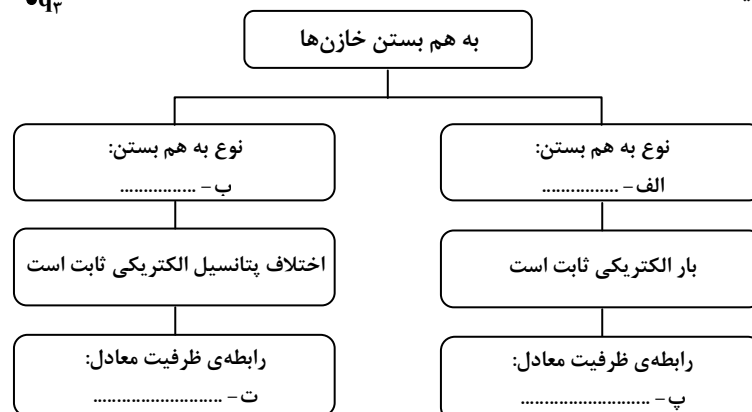
$$q_1 = -4\mu C$$

$$q_2 = q_3 = 5\mu C$$

$$k = 9 \times 10^9 Nm^2/C^2$$

$$\cos 30^\circ = 0.866, \quad \cos 60^\circ = 0.5$$

۲۸- نقشه‌ی مفهومی زیر را کامل کنید:



۲۹- هریک از مفاهیم فیزیکی زیر را تعریف کنید:

الف) پدیده‌ی فروشکست

ب) چگالی سطحی بار الکتریکی.

۳۰- در شکل روبه‌رو، دو کره‌ی رسانای مشابه باردار روی پایه‌های عایق قرار دارند. پیش‌بینی کنید با بستن کلید K:

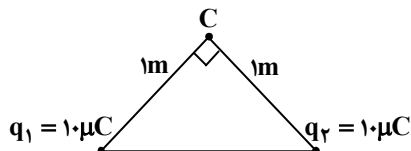
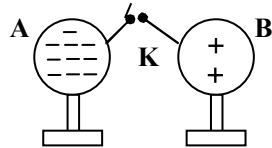
الف) الکترون‌ها در چه جهتی جا به جا می‌شوند؟

ب) جهت قراردادی جریان الکتریکی چگونه است؟

پ) با فرض این که روی سیم رابط باری نماند، تعداد و نوع بار الکتریکی

را روی هر کره پس از برقراری تعادل الکتریکی تعیین کنید.

۳۱- در شکل روبه‌رو، بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای q_1 و q_2 را در نقطه‌ی C تعیین کنید.

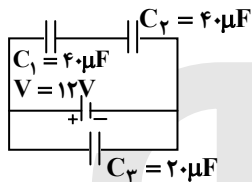


$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$$

۳۲- در شکل روبه‌رو:

الف) بار الکتریکی ذخیره شده در خازن C_1 را حساب کنید.

ب) انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن C_3 چند ژول است؟



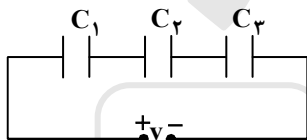
۳۳- بار الکتریکی $q = -12 \mu\text{C}$ ، از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -40 \text{V}$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_2 = 10 \text{V}$ ، آزادانه جابه‌جا می‌شود.

الف) انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟

ب) با توجه به قانون پایستگی انرژی، توضیح دهید انرژی پتانسیل بار q به چه نوع انرژی‌ای تبدیل می‌گردد؟

۳۴- در شکل زیر، انرژی ذخیره شده در خازن C_3 چند برابر انرژی ذخیره شده در خازن

C_1 است.



$$C_1 = 12 \mu\text{F}$$

$$C_2 = 16 \mu\text{F}$$

$$C_3 = 4 \mu\text{F}$$

۳۵- دو صفحه‌ی تخت مسی را به دو طرف لایه‌ای از یکی از دی‌الکتریک‌های جدول زیر، می‌چسبانیم تا یک خازن تخت ساخته شود. با ذکر دلیل

مشخص کنید برای به دست آوردن بیش‌ترین ظرفیت از کدام دی‌الکتریک استفاده کنیم.

نام دی‌الکتریک	ثابت دی‌الکتریک	ضخامت دی‌الکتریک
A	۲	۰/۴ میلی‌متر
B	۳	۰/۸ میلی‌متر
C	۴	۱ میلی‌متر
D	۵	۱۲ میلی‌متر

۳۶- دو کره‌ی توپر با شعاع‌های مساوی یکی مسی و دیگری پلاستیکی روی پایه‌های عایق قرار دارند. به هر دو کره مقدار مساوی بار الکتریکی

همنام می‌دهیم. نحوه‌ی توزیع بار الکتریکی در هر یک از آن‌ها چگونه است؟

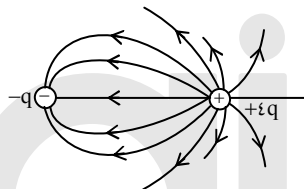
پاسخ سؤال‌های فیزیک ۳- فصل ۱

-۱

- الف) همانم - ناهمنام
 ج) نیروی الکتریکی (کولنی) - ربایشی - رانشی
 ه) نمی‌کنند - یک خط میدان
 ز) دو برابر - ظرفیت
 ط) همانم
 ک) چگالی سطحی
 م) افزایش
 ن) باردار
- ب) چگالی سطحی بار الکتریکی
 د) اندازه‌ی بار آن‌ها - مستقیم
 و) $\frac{1}{4}$
 ح) شدت جریانی - ثابتی
 ی) نارسانا
 ل) چهار

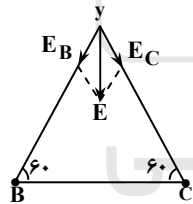
۲- بار الکتریکی موجود در واحد سطح جسم رسانا را چگالی سطحی بار گویند. $\sigma = \frac{q}{A}$

-۳



۴- یک مخروط فلزی را روی پایه‌ی نارسانی می‌گذاریم. سپس چند آونگ الکتریکی را در اطراف مخروط فلزی و در تماس با آن قرار می‌دهیم. در این حال توسط مولد وان دو گراف به مخروط فلزی بار الکتریکی می‌دهیم. آونگ‌ها چون در تماس با مخروط هستند باردار شده و سپس به علت هم نام بودن بار آنها با بار مخروط، از مخروط دفع شده و منحرف می‌شوند. ملاحظه می‌گردد مقدار انحراف آونگی که در قسمت نوک تیز مخروط قرار دارد نسبت به بقیه‌ی آونگ‌ها بیشتر است. یعنی چگالی سطحی بار در مکان‌های برجسته و نوک تیز جسم رسانا از سایر مکان‌های جسم بیشتر است.

-۵



$$|E_C| = |E_B| = k \frac{q}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 10 \times 10^{-6}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 9 \times 10^6 \frac{N}{C}$$

$$E = 2 E_C \cos \frac{60^\circ}{2} = 2 \times 9 \times 10^6 \times \frac{1}{2} = 9 \times 10^6 \frac{N}{C}$$

-۶

$$q = CV = 20 \times 200 = 4000 \mu C$$

$$U = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} \times 4000 \times 200 = 4 \times 10^5 \mu J = 0.4 J$$

-۷

$$C_1 = 10 \mu F \quad C_2 = 40 \mu F \quad V = 9 V$$

$$q_2 = ? \quad q_1 = ? \quad \text{الف)}$$

خازن‌ها با یکدیگر موازی بوده و مجموعه دو سر آنها به باتری متصل شده است. پس:

$$V_1 = V_2 = V = 9 V$$

$$q_1 = C_1 V_1 \Rightarrow q_1 = 10 \times 9 \Rightarrow q_1 = 90 \mu C$$

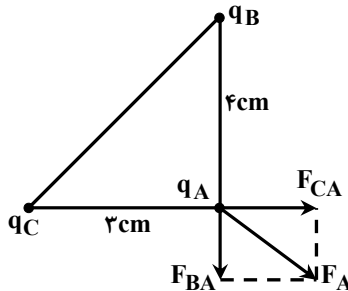
$$q_2 = C_2 V_2 \Rightarrow q_2 = 40 \times 9 \Rightarrow q_2 = 360 \mu C$$

(ب) $U = ?$ کل

$$C = C_1 + C_2 \Rightarrow C = 10 + 40 \Rightarrow C = 50 \mu F$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow U = \frac{1}{2} \times 50 \times 10^{-6} \times 9^2 \Rightarrow U = 2.025 \times 10^{-3} J$$

(پ) دو سر هر خازن اتصال کوتاه شده در نتیجه هر دو خازن تخلیه می‌شوند و بار آن‌ها صفر می‌گردد.



$$q_A = 2 \mu C \quad q_B = 8 \mu C \quad q_C = 6 \mu C \quad k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \quad F_A = ? -A$$

$$F_{CA} = k \frac{q_C q_A}{r_{CA}^2} \Rightarrow F_{CA} = 9 \times 10^9 \frac{6 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{CA} = 120 N$$

$$F_{BA} = k \frac{q_B q_A}{r_{BA}^2} \Rightarrow F_{BA} = 9 \times 10^9 \frac{8 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{BA} = 90 N$$

$$F_A = \sqrt{F_{CA}^2 + F_{BA}^2} \Rightarrow F_A = \sqrt{120^2 + 90^2} = 150 N$$

۹- وقتی که گلوله به صفحه‌ی مثبت تماس داده می‌شود، بار مثبت روی آن قرار می‌گیرد لذا گلوله از صفحه مثبت رانده می‌شود چون بارهای مثبت در کنار هم واقع می‌شوند. در این لحظه به سبب جاذبه بین بار مثبت گلوله و بار منفی صفحه، گلوله به سمت صفحه منفی می‌رود. وقتی که با صفحه منفی برخورد می‌کند بار مثبت گلوله با بار منفی صفحه خنثی شده و مقداری بار منفی به گلوله داده می‌شود. لذا عمل دافعه باعث می‌شود گلوله که از این لحظه، بار منفی دارد از صفحه رانده شود و این رفت و برگشت‌ها تا وقتی که صفحات دارای بار می‌باشند ادامه می‌یابد. تذکر: گلوله باعث می‌شود بارهای منفی از صفحه منفی به صفحه مثبت منتقل شوند تا بار هر دو صفحه خنثی گردند و بالعکس.

$$10- الف) \text{ کولن بر متر مربع } \left(\frac{C}{m^2} \right)$$

(ب)

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{62800 \times 10^{-6}}{0.00314} = 20 \frac{C}{m^2}$$

-۱۱

$$\Delta V = V_- - V_+ = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow -12 = \frac{\Delta U}{1/2} \Rightarrow \Delta U = -14/4 J$$

انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.

۱۲- الف) خازن C_2 و C_3 اتصال کوتاه می‌شوند و از مدار حذف شده بنابراین فقط خازن C_1 در مدار قرار می‌گیرد و ظرفیت خازن معادل مساوی ظرفیت C_1 می‌شود.

$$C_T = C_1 = 60 \mu F$$

(ب)

$$q_1 = C_1 V_1 = 60 \times 12 = 720 \mu C$$

$$q_2 = 0, \quad q_3 = 0$$

۱۳- الف) وسیله‌های آزمایش: دو تیغه شیشه‌ای، دو تیغه پلاستیکی، پارچه پشمی و ابریشمی، نخ و ...

- یکی از تیغه‌های شیشه‌ای را با پارچه‌ی ابریشمی و یکی از تیغه‌های پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش داده و باردار کرده و آنها را از گرانیگاه به وسیله نخ خشک آویزان می‌کنیم.

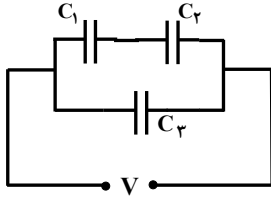
- سپس تیغه‌های دیگر را به همان روش بالا باردار می‌کنیم.

- نخست تیغه‌ی شیشه‌ای دارای بار و پس از آن تیغه‌ی پلاستیکی دارای بار را به تیغه‌های آویزان نزدیک می‌کنیم.

مشاهده می‌شود که دو تیغه‌ی شیشه‌ای و یا دو تیغه‌ی پلاستیکی دارای بار همنام یک دیگر را می‌رانند، اما یک تیغه‌ی شیشه‌ای و یک تیغه پلاستیکی که بارهای ناهمنام دارند یک دیگر را می‌ربایند.

نکته: توسط آزمایش بالا هم بر هم کنش بارهای الکتریکی همنام و هم بر هم کنش بارهای الکتریکی غیر همنام نشان داده می‌شود.

(ب) نیروی وارد بر یکای بار الکتریکی مثبت در هر نقطه، میدان الکتریکی در آن نقطه نامیده می‌شود. $(\vec{E} = \frac{\vec{F}}{+q_0})$



$$C_1 = C_2 = C_3 = 20 \mu\text{F}$$

$$q_3 = 120 \mu\text{C}$$

الف) $V = ?$

دو صفحه خازن C_3 به صورت مستقیم به اختلاف پتانسیل V اتصال دارد.

$$q_3 = C_3 V \rightarrow 120 = 20 V \rightarrow V = 6V$$

ب) $q = ?$

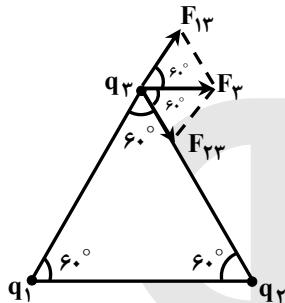
دو خازن C_1 و C_2 متوالی هستند. خازن معادل آنها را C' می‌گیریم.

$$C' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \Rightarrow C' = \frac{20 \times 20}{20 + 20} \Rightarrow C' = 10 \mu\text{F}$$

$$q_1 = q' \Rightarrow q_1 = C' V \Rightarrow q_1 = 10 \times 6 \Rightarrow q_1 = 60 \mu\text{C}$$

پ) $U_3 = ?$

$$U_3 = \frac{1}{2} C_3 V^2 \Rightarrow U_3 = \frac{1}{2} \times 20 \times 6^2 \Rightarrow U_3 = 360 \mu\text{J}$$



$$r = 1\text{m} \quad q_1 = q_2 = 10 \mu\text{C} \quad q_3 = -10 \mu\text{C} \quad \cos 60^\circ = \frac{1}{2} \quad F_3 = ?$$

$$F_{13} = k \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2} \Rightarrow F_{13} = 9 \times 10^9 \frac{10 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{-6}}{1} \Rightarrow F_{13} = 0.9 \text{N}$$

$$F_{23} = F_{13} \Rightarrow F_{23} = 0.9 \text{N}$$

$$F_3 = 2F_{13} \cos 60^\circ \Rightarrow F_3 = 2 \times 0.9 \times \frac{1}{2} \Rightarrow F_3 = 0.9 \text{N}$$

۱۶- الف) اختلاف پتانسیل بین دو نقطه برابر است با تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی مثبت وقتی که از نقطه اول به نقطه دیگر می‌رود.
ب) پدیده فروشکست: وقتی که اختلاف پتانسیل دو سر خازنی زیاد شود، بار ذخیره شده روی صفحات آن زیاد می‌شود به طوری که اگر از مقدار معینی بیشتر شود، میدان قوی بوجود آمده باعث رسانا شدن دی‌الکتریک شده و خازن با ایجاد جرقه تخلیه می‌شود. این پدیده را فروشکست گویند.

$$F = q \cdot E = 10 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^5 = 8 \text{N}$$

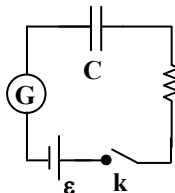
الف)

$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta = 8 \times 4 \times \cos 30^\circ = 32 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 16\sqrt{3} \text{ J}$$

ب)

$$\Delta U = W = 16\sqrt{3} \text{ J}$$

ج)



۱۸- الف) مداری مطابق شکل تشکیل می‌دهیم. پس از بستن کلید k ، گالوانومتر (آمپرسنج) عبور جریانی را برای مدت کوتاهی نشان می‌دهد. سپس مشاهده می‌کنیم گالوانومتر صفر را نشان می‌دهد. این بدان معنی است که جریان قطع شده است یعنی خازن پر شده مانند کلید قطع عمل می‌کند.

ب)

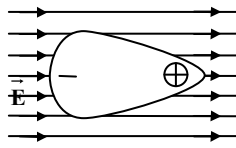
$$q = q_1 = q_2 = 2700 \mu\text{C}$$

$$V_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{2700 \times 10^{-6}}{540 \times 10^{-6}} = 5 \text{V}, V = V_1 + V_2 \Rightarrow 10 = V_1 + 5 \Rightarrow V_1 = 5, C_1 = \frac{q}{V_1} = \frac{2700 \times 10^{-6}}{5} = 540 \times 10^{-6} \text{ F} = 540 \mu\text{F}$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C_2} = \frac{(2700 \times 10^{-6})^2}{2 \times 540 \times 10^{-6}} = 6750 \times 10^{-6} \text{ J} = 6750 \mu\text{J}$$

-۱۹

(الف)

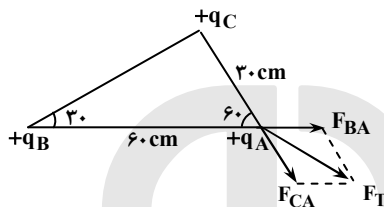


ب) چگالی سطحی: اندازه بار الکتریکی موجود در واحد سطح خارجی جسم رسانا را چگالی سطحی بار الکتریکی گویند. $\sigma = \frac{q}{A}$

-۲۰ (الف)

- ۱- خط‌های میدان در هر نقطه، هم‌جهت با نیروی وارد بر بار مثبت و خلاف جهت نیروی وارد بر بار منفی بوده و جهت آن‌ها از بار مثبت رو به خارج و به سوی بار منفی می‌باشد.
- ۲- مماس بر میدان در هر نقطه، راستای میدان و سوی خطوط، سوی میدان را نشان می‌دهد.
- ۳- تراکم خطوط میدان، معرف اندازه میدان می‌باشد.
- ۴- خط‌های میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

(ب)

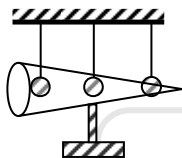


$$F = k \frac{qq'}{r^2}$$

$$F_{CA} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(30 \times 10^{-2})^2} = 1/6 \text{ N}$$

$$F_{BA} = 9 \times 10^9 \frac{16 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(60 \times 10^{-2})^2} = 1/6 \text{ N}$$

$$F_T = 2F \cos \frac{\theta}{2} = 2 \times 1/6 \times \cos \frac{60}{2} = 1/6 \sqrt{3} \text{ N}$$



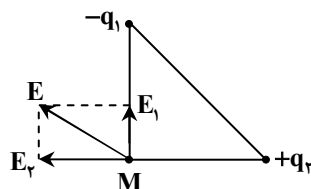
۲۱- به یک مخروط فلزی که روی پایه‌ی عایقی قرار گرفته با استفاده از واندوگراف، بار الکتریکی می‌دهیم. اگر چند آونگ الکتریکی مشابه را مطابق شکل به نقاط مختلف مخروط نزدیک کنیم مشاهده می‌شود که انحراف آونگ قرار گرفته روی نوک تیز بیش‌تر از نقاط دیگر است که نتیجه می‌گیریم تجمع بار در آن‌جا بیش‌تر بوده است.

-۲۲ (الف) کاهش می‌یابد.

ب) خیر، با توجه به رابطه $C = K \frac{A}{d}$ به مشخصات فیزیکی (ساختمانی) خازن بستگی دارد.

پ) پدیده فروشکست

-۲۳



$$E_1 = \frac{Kq_1}{r_1^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 24 \times 10^{-6}}{(0/6)^2} = 6 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$E_2 = \frac{Kq_2}{r_2^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 32 \times 10^{-6}}{(0/6)^2} = 8 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{(6 \times 10^5)^2 + (8 \times 10^5)^2} = 10^6 \text{ N/C}$$

-۲۴

$$V_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{480}{60} = 8 \text{ ولت}$$

چون دو خازن C_1 و C_2 سری (متوالی) هستند پس:

$$q_1 = q_2 = 480 \mu\text{C}$$

$$V_2 = \frac{q_2}{C_2} = \frac{480}{30} = 16 \text{ ولت}$$

$$V = V_1 + V_2 = 8 + 16 = 24 \text{ ولت}$$

۲۵- الف) با مساحت سطح مشترک صفحه‌های خازن، نسبت مستقیم، با فاصله‌ی دو صفحه از هم نسبت وارون و با عایق بین صفحات (ثابت دی‌الکتریک) نسبت مسقیم دارد.

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

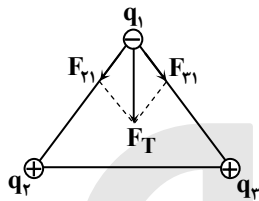
ب) دو گلوله رسانای فلزی سبک را به وسیله‌ی نخ عایق آویزان می‌کنیم (از یک نقطه). حال یک کره رسانای باردار را به صورت هم‌زمان به دو گلوله تماس می‌دهیم. سپس کره را دور می‌کنیم. مشاهده می‌کنیم دو گلوله رسانا که آویزان هستند از هم دور می‌شوند زیرا هر دو، بار یکسان و هم‌نام پیدا کرده‌اند (لازم به ذکر است که گلوله‌ها کاملاً مشابه هم می‌باشند). پس بارهای هم‌نام یکدیگر را می‌رانند.

۲۶-

$$C_T = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4 \mu F$$

$$U = \frac{1}{2} C V^2 \Rightarrow 288 \times 10^{-6} = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times V^2 \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2 \times 288 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-6}}} = 12 V$$

۲۷-



$$F_{21} = F_{31} = \frac{k q q'}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(0.3)^2} = 2 N$$

ب) موازی

۲۸- الف) سری

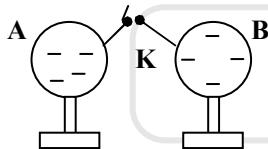
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 \quad \text{ت)}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad \text{پ)}$$

۲۹- الف) هنگامی که اختلاف پتانسیل دو صفحه‌ی خازن از مقدار معینی بیشتر شود، یک میدان الکتریکی بسیار قوی بین دو صفحه ایجاد می‌شود که دی‌الکتریک خازن را موقتاً رسانا می‌کند و در نتیجه بار الکتریکی تخلیه می‌شود.

ب) انرژی را که مولد به یکای بار الکتریکی می‌دهد تا در مدار مولد شارش کند نیروی محرکه گویند. (ε)

۳۰- الف) از A به B



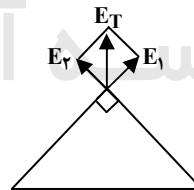
ب) از B به A

پ) روی هر کره ۴ بار منفی قرار می‌گیرد.

۳۱-

$$E_1 = E_2 = \frac{k q_1}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 10 \times 10^{-6}}{1} = 9 \times 10^4 N/C$$

$$E_T = 2 E \cos \frac{\theta}{2} = 2 \times 9 \times 10^4 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 9\sqrt{2} \times 10^4 \frac{N}{C}$$



۳۲-

$$\text{الف)} C_{1,2} = \frac{40 \times 40}{40 + 40} = 20 \mu F$$

$$q_1 = C_{1,2} \times V = 20 \times 10^{-6} \times 12 = 240 \times 10^{-6} C$$

$$\text{ب)} U_3 = \frac{1}{2} C_3 V^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-6} \times 144 = 1440 \times 10^{-6} J = 144 \times 10^{-5} J$$

۳۳- الف)

$$\Delta U = q \Delta V \Rightarrow \Delta U = -12 \times 10^{-6} \times (10 - (-40)) \Rightarrow \Delta U = -6 \times 10^{-4} J$$

انرژی پتانسیل بار q کاهش می‌یابد.

ب) به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

-۳۴

$$q_1 = q_2 = q_3 \quad U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \Rightarrow \frac{U_3}{U_1} = \frac{C_1}{C_3} \quad \frac{U_3}{U_1} = \frac{12}{4} = 3$$

۳۵- با توجه به رابطه‌ی $C = K\epsilon_0 \frac{A}{d}$ باید حالتی را انتخاب کرد که نسبت $\frac{K}{d}$ بیش‌ترین مقدار باشد. دی‌الکتریک A بیش‌ترین مقدار را دارد.

$$\frac{K}{d} = \frac{2}{0.4} = 5$$

۳۶- کره پلاستیکی نارسانا است. بار الکتریکی در همان محل داده شده باقی می‌ماند. کره‌ی مسی چون رسانا است، بار الکتریکی به‌طور یکنواخت روی سطح خارجی قرار می‌گیرد.

خریشه‌دو



مؤسسه آموزشی فرهنگی