جزوه شماره 33

آموزش فیزیک

بخش اول

سال یازدهم تجربی

درس نامه ، پرسش ها و تمرینات امتحانات سراسری نهایی .....

- الکتریسیته ساکن
- الکتریسیته جاری

مهرداد پورمحمد

دبیر فیزیک تالش ✓

09113833788

کانال آموزشی تلگرام

@pormohammadfizik

الکتریسیته ساکن (الکتروستاتیک) : علم مطالعه بارهای الکتریکی ساکن

اصل پایستگی بار : مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است .
(یعنی : بار می تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود ، ولی هرگز امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد .)

اصل کوانتیده بودن بار : بار الکتریکی یک جسم همواره مضرب درستی از بار بنیادی e است .

⊕ وقتی جسم الکترون از دست بدهد . ⊖ وقتی جسم الکترون بگیرد . $q = \pm ne$

روش های بار دار کردن اجسام:
1. مالش (اجسام نارسانا) مربوط به جدول سری الکتریسیته مالشی
2. تماس (تماس یک جسم باردار به یک جسم بدون بار (معمولا رسانا))
3. القا (اجسام رسانا)

الکتروسکوپ (برق نما) :
1. باردار بودن یک جسم
2. نوع بار جسم
3. رسانا یا نارسانا بودن جسم
4. مقایسه بار دو جسم باردار

نکته ۱ : بارهای هم نام به یکدیگر نیرو دافعه و بارهای نام به یکدیگر نیرو جاذبه وارد می کنند .

نکته ۲ : واحد بار الکتریکی کولن است .

نکته ۳ : کولن مقدار بار بزرگی است .

نکته ۴ : در یک اتم خنثی تعداد الکترونها (دارای بار منفی) با تعداد پروتونها (دارای بار مثبت) برابر است .

نکته ۵ : بار بنیادی e : مقدار بار الکترون با مقدار بار پروتون برابر است . (کمترین بار ممکن)

نکته ۶ : $n = \frac{q}{e}$ ← باید عدد صحیح باشد. $e = 1/6 \times 10^{-19} C$

مهرداد پورمحمد

مدرس فرزانگان (تیزهوشان) تالش (رتبه های برتر کنکور) - برگزاری کلاس های کنکور و تقویتی فیزیک در تالش و شهرستانهای همجوار
تهیه و تنظیم بیش از 30 عنوان جزوه آموزشی در فیزیک

الکتروسکوپ (برق نما) :

(۱) تشخیص وجود بار الکتریکی در یک جسم : اگر بعد از نزدیک کردن یک جسم به کلاهک برق نما، ورقه‌ها از هم فاصله گرفتند، یعنی جسم باردار است.

(۲) تشخیص نوع بار جسم : جسمی با بار نامعلوم را از فاصله نسبتاً دور، به آرامی به کلاهک برق نما با بار معلوم نزدیک کنیم، اگر از همان ابتدا ورقه‌ها از هم دور شوند، یعنی بار جسم هم نام بار برق نماست اما اگر ابتدا نزدیک شدند و سپس از هم فاصله گرفتند، بار جسم مخالف بار برق نماست.
(توجه: اگر جسم را با سرعت به کلاهک برق نما نزدیک کنیم، ممکن است بسته شدن ابتدایی برگه را متوجه نشویم و با مشاهده باز شدن نهایی ورقه‌ها، بار جسم را اشتباه تشخیص دهیم.)

(۳) تشخیص رسانا یا نارسانا بودن جسم : یک طرف جسم را با دست بدون دستکش در دست می‌گیریم و طرف دیگر جسم را به کلاهک برق نمای باردار تماس می‌دهیم. اگر تیغه‌ها به هم چسبیدند، جسم رسانا و اگر نارسانا باشد، تغییری در وضعیت ورقه‌ها داده نمی‌شود.

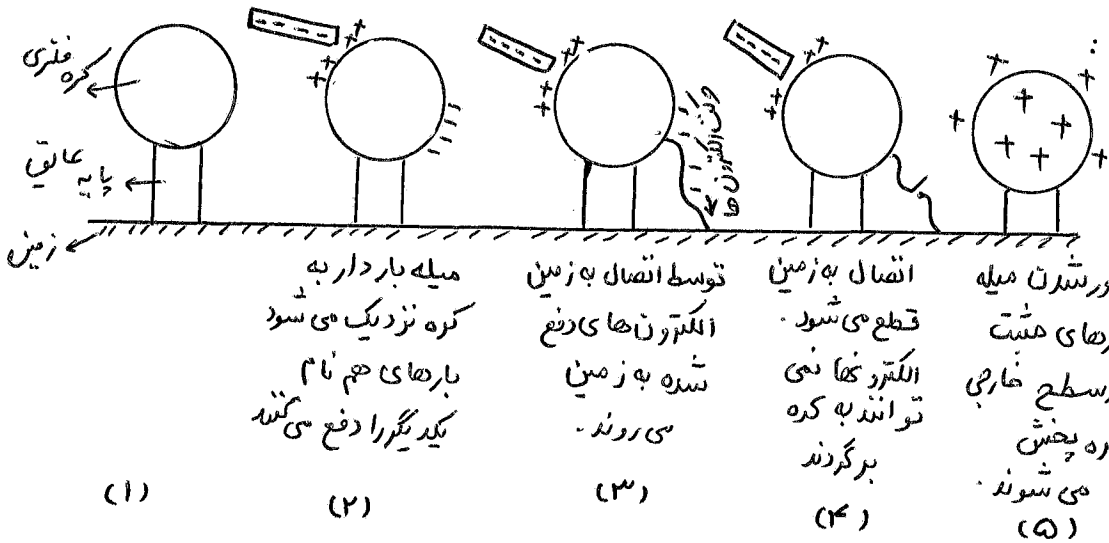
باردار کردن یک الکتروسکوپ : (۱) القا (۲) تماس ← اگر میله باردار را به کلاهک برق نما تماس دهیم، بار دار می‌شود، بار ورقه‌ها و کلاهک هم نام با بار میله می‌شود.)

نکته ۷ : در روش القا، بار الکتروسکوپ مخالف بار جسم القاکننده و در روش تماس، هم نام می‌شوند.
(اگر میله باردار را به کلاهک برق نما نزدیک کنیم، بار در آن القا می‌شود، بار کلاهک نا هم نام و بار ورقه‌ها هم نام با بار میله می‌شود.)

نکته ۸ : بر اثر مالش میله شیشه‌ای با پارچه ابریشمی، میله دارای بار مثبت و پارچه دارای بار منفی می‌شود.

نکته ۹ : بر اثر مالش میله پلاستیکی با پارچه پشمی، میله دارای بار منفی و پارچه دارای بار مثبت می‌شود.

شرح تصویری روش القا :



(۱) باردار شدن اجسام رسانا بدون تماس با جسم باردار اولیه

(۲) بادور شدن میله بارهای مثبت در سطح خارجی کره پخش می‌شوند.

(۳) اتصال به زمین قطع می‌شود. الکترون‌ها نمی‌توانند به کره برگردند

(۴) توسط اتصال به زمین الکترون‌های دفع شده به زمین می‌روند.

(۵) میله باردار به کره نزدیک می‌شود بارهای هم نام یکدیگر را دفع می‌کنند

قانون کولن :

اندازه نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار نقطه ای که در راستای خط واصل آنها اثر می کند، با حاصل ضرب بزرگی آنها متناسب است و با مربع فاصله بین آنها نسبت وارون دارد. $F_{12} = F_{21} = F$ اندازه نیروی (N)

$$F = K \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

r فاصله دو بار (متر)، $|q_1|$ ، $|q_2|$ اندازه بارها برحسب کولن

K ثابت کولن (ثابت الکتروستاتیکی) $K = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

نکته ۱۰ : اگر q_1 و q_2 برحسب μC و r برحسب cm داده شوند داریم : (تبدیل واحد لازم نیست)

$$F_{(N)} = 9_0 \frac{q_1 q_2}{r^2_{(cm)}}$$

نکته ۱۱ : نیروی که بار q_1 به بار q_2 وارد می کند (F_{12}) برابر نیروی است که بار q_2 به بار q_1 وارد می کند.

نکته ۱۲ : نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره، برآیند نیروهایی است که هر یک از ذره ها دیگر در غیاب سایر ذره ها، بر آن ذره وارد می کند.

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} + \vec{F}_{41} + \cdots$$

نکته ۱۳ : در بررسی نیروی کولنی بار را نقطه ای در نظر می گیرند.

نکته ۱۴ : اگر فاصله بین دو بار الکتریکی n برابر شود، نیروی بین دو بار $\frac{1}{n^2}$ برابر می شود. $(r' = nr \Rightarrow F' = \frac{1}{n^2} F)$

$r' = 3r \rightarrow F' = \frac{1}{9} F$ ، $r' = 2r \Rightarrow F' = \frac{1}{4} F$ ، $r' = \frac{1}{2} r \Rightarrow F' = 4F$ ، ...

نکته ۱۵ : اگر یکی از بارها n برابر شود، نیرو نیز n برابر می شود. $q' = nq \rightarrow F' = nF$

نکته ۱۶ : مقایسه ای :

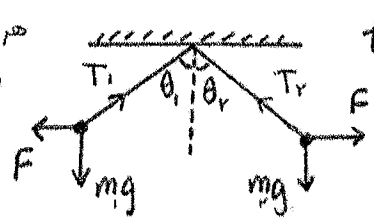
$$\frac{F'}{F} = \frac{q_1' \times q_2'}{q_1 \times q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

نکته ۱۷ : اگر دو کره رسانای مشابه، دارای بار q_1 و q_2 را به هم وصل کنیم، بار کره ها بعد از اتصال :

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

نکته ۱۸ : اگر آونگ الکتریکی داشته باشیم :

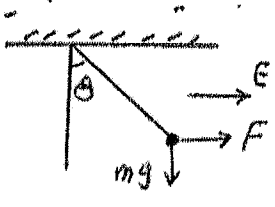
هر چه گلوله سنگین‌تر باشد، انحراف کمتر می‌شود.



$$\tan\theta_1 = \frac{F}{m_1 g}$$

$$T_1^2 = (m_1 g)^2 + F^2$$

$$T_2^2 = (m_2 g)^2 + F^2$$



نکته ۱۹: اگر دو بار هم نام داشته باشیم که مجموع بارها ثابت باشد، نیروی الکتریکی بین آنها زمانی بیشینه است که اندازه بار آن‌ها برابر باشد.

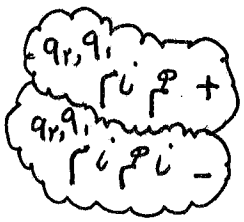
نکته ۲۰: اگر دو بار ناهم نام داشته باشیم نیروی وارد بر بار الکتریکی سوم خارج از خط واصل دو بار و نزدیک به بار کوچکتر صفر می‌شود. (بار q_3 به حال تعادل باقی می‌ماند.)

نکته ۲۱: اگر دو بار هم نام داشته باشیم، نیروی وارد بر بار الکتریکی q_3، بین دو بار و نزدیک بار کوچکتر می‌تواند صفر باشد.

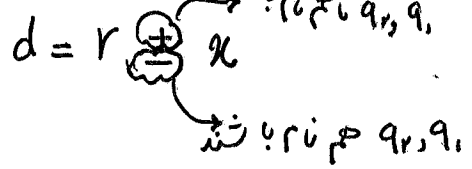
$$x = \frac{\text{فاصله دو بار}}{\sqrt{\frac{\text{بزرگ}}{\text{کوچک}}} \pm 1}$$

x فاصله تا بار کوچکتر

$|\vec{F}_{13}| = |\vec{F}_{23}|$



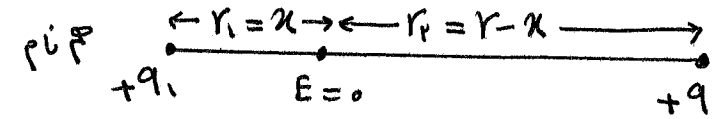
نکته ۲۲: رابطه



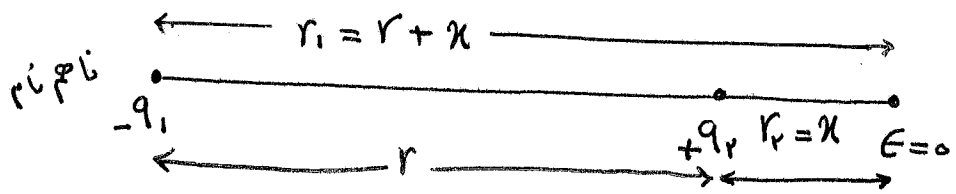
نکته ۲۳: فاصله بار q_3 تا بار با اندازه بزرگتر:

نکته ۲۴: از روش زیر هم می‌توان نقطه‌ای که برآیند میدان‌ها و (بردارها) صفر می‌شود را بررسی کرد:

$$E_2 = E_1 \Rightarrow K\frac{q_2}{r_2^2} = K\frac{q_1}{r_1^2} \rightarrow \frac{q_2}{r_2^2} = \frac{q_1}{r_1^2}$$



$|q_1| < |q_2|$



$|q_2| < |q_1|$

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓	✓		✓	۱	۵

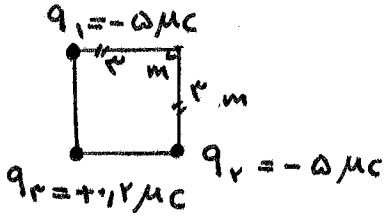
(۱) دوگوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_1 = 4nC$ و $q_2 = -6nC$ را با هم تماس می دهیم و سپس تا فاصله $r = 30\,cm$ از هم دور می کنیم. نیروی برهم کنش الکتریکی بین دوگوی را محاسبه کنید. نوع نیرو؟

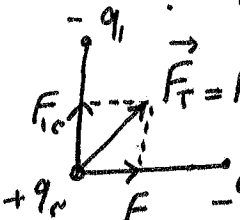
تمرین کتاب پاسخ: بارگوی ها بعد از اتصال هم $q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{4-6}{2} = \frac{-2}{2} = -1nC$

$F = K\frac{q_1 q_2}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{1\times10^{-9}\times1\times10^{-9}}{900\times10^{-4}} = \boxed{10^{-7}\,N}$ $\quad K = 9\times10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}$, $r = 30\,cm$

نیرو بعد از اتصال رانشی است.

(۲) در شکل روبرو نیروی خالص وارد بر بار q_2 را برحسب بردارهای یکه $\vec{i}$ و $\vec{j}$ بنویسید. تمرین کتاب





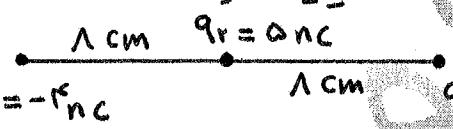
$\vec{F}_T = F_{32}\vec{i} + F_{12}\vec{j}$

پاسخ: $\vec{F}_{32}$ و $\vec{F}_{12}$ جاذبه است.

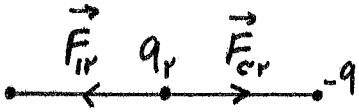
$F_{12} = K\frac{q_1 q_2}{r^2} = \dots\dots = 10^{-3}\,N$ $\quad F_{32} = K\frac{q_3 q_2}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{5\times10^{-9}\times0.12\times10^{-6}}{9} = 10^{-3}\,N$

$\vec{F}_T = F_{32}\vec{i} + F_{12}\vec{j} = 10^{-3}(N)\,\vec{i} + 10^{-3}(N)\,\vec{j}$

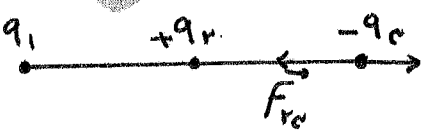
(۳) در شکل روبرو نیروی خالص وارد بر بارها q_2، q_3 را محاسبه نمایید. تمرین کتاب



پاسخ:



بدون محاسبه می توان فهمید که نیروی خالص وارد بر بار q_2 برابر صفر است چون دو بار q_1، q_3 برابرند و فاصله آن‌ها از بار وسطی (q_2) یکسان است و هردو منفی هستند و هرکدام، نیروی جاذبه، جداگانه به بار q_2 وارد می کنند که درنهایت $|F_{12}| = |F_{32}|$ و چون خلاف جهت یکدیگرند، یکدیگر را خنثی می کنند.



$F_{12} = K\frac{q_1 q_3}{r_{12}^2} = 9\times10^9 \times \frac{4\times10^{-9}\times6\times10^{-9}}{(14\times10^{-2})^2} = \frac{9\times14\times10^{-9}}{14\times14\times10^{-4}} = \frac{9}{14}\times10^{-6} = 0.64\times10^{-6}\,N$

$F_{32} = K\frac{q_2 q_3}{r_{23}^2} = 9\times10^9 \times \frac{5\times10^{-9}\times6\times10^{-9}}{(8\times10^{-2})^2} = \frac{9\times30\times10^{-9}}{64\times10^{-4}} = 2.81\times10^{-5} = 28.1\times10^{-6}\,N$

$F_T = (28.1 - 0.64)\times10^{-6} = 27.46\times10^{-6}\,N$

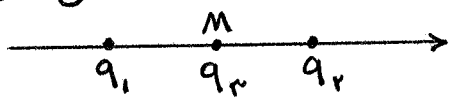
فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
۳۳	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓	✓		✓	۱	۹

(۱) دوبار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 2\mu C$ ، $q_2 = 5\mu C$ در فاصله $30cm$ از یکدیگر قرار دارند، نیروی الکتریکی بین دوبار چند نیوتون است؟

(۲) دو کره‌ی فلزی کوچک و هم اندازه دارای بارهای الکتریکی $q_1 = -10\mu C$ ، $q_2 = 4\mu C$ در فاصله‌ی معینی از یکدیگر قرار دارند. دو کره را با هم تماس داده و در همان فاصله‌ی اولیه قرار می‌دهیم.

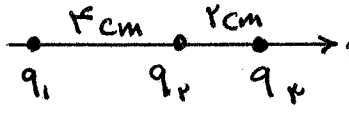
۱) بار جدید هر کره ۲) تعداد الکترون مبادله شده بین کره‌ها ۳) نسبت نیروی بین دو کره بعد از تماس به قبل از تماس را محاسبه نمایید.

(۳) مطابق شکل دو ذره باردار $q_1 = 3\times10^{-6}C$، $q_2 = -2\times10^{-6}C$ در فاصله $0/4m$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی برآیند وارد بر بار $q_3 = -2\times10^{-9}C$ را که در نقطه M، وسط خط واصل دو ذره قرار گرفته است، برحسب بردار یکه $\vec{i}$ بنویسید.



(۴) در شکل روبرو بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر ذره‌ی q_3 چند نیوتون است؟

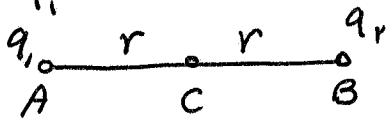
$q_1 = 4\mu C$ $q_2 = -2\mu C$ $q_3 = -2\mu C$



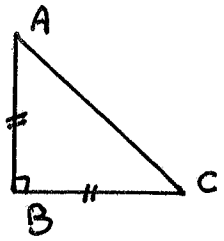
پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
۴۴	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓	✓		✓	۱	✓

(۵) مطابق شکل سه ذره ی باردار در نقاط A، B و C ثابت شده اند. برآیند نیروهای وارد بر q_3 برابر $\vec{F}$ است. اگر بار q_1 را خنثی کنیم، نیروی وارد بر q_3 برابر $-\frac{\vec{F}}{4}$ می شود، نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ را محاسبه نمایید.



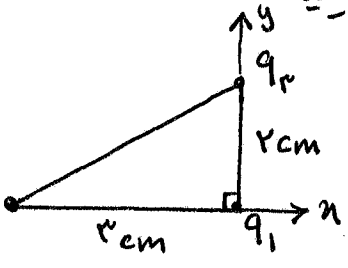
(۶) در شکل رو برو بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر q_B را محاسبه نمایید.



$q_A = q_B = q_C = ۲\mu C \quad AB = BC = ۲cm$

(۷) در مسأله ۶ نیروی برآیند وارد بر q_B را بصورت بردارها یکه $\vec{i}$ و $\vec{j}$ بنویسید.

(۸) در شکل رو برو نیروی برآیند وارد بر بار q_1 را برحسب $\vec{i}$ و $\vec{j}$ بنویسید.



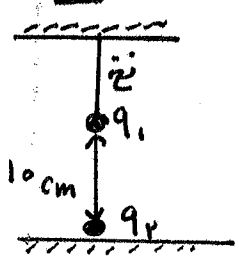
$q_1 = ۴\mu C \quad q_2 = -۳\mu C \quad q_3 = ۳\mu C$

مهرداد پورمحمد

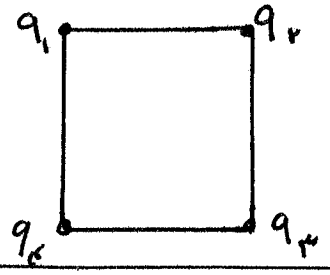
فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
۲۲	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓	✓		✓	۱	۸

(۹) مانند شکل، دو گلوله با بارهای هم نام و مساوی، هرکدام به جرم ۱۰ گرم را در یک لوله‌ی شیشه‌ای قائم با بدنه نارسانا و بدون اصطکاک رها می‌کنیم. در حالت تعادل، گلوله‌ها در فاصله ۴۰ cm از یکدیگر قرار دارند. بار الکتریکی هر گلوله را محاسبه کنید.

(۱۰) گلوله‌ای به جرم ۲۰ گرم و بار $q_1 = 1\mu C$ را از یک نخ نارسانا آویزان کرده‌ایم. بار الکتریکی $q_2 = -10\mu C$ را زیر بار q_1 قرار می‌دهیم. کشش نخ چند نیوتون می‌شود؟



(۱۱) سه ذره باردار q_1، q_2، q_3 مطابق شکل در سه راس مربعی ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_3 = 5\mu C$ باشد، نوع و اندازه بار q_2 را طوری تعیین کنید که بار q_4 در حال تعادل باشد.



پورمحمد

مدرس فرزانگان (تیزهوشان) تالش (رتبه های برتر کنکور) - برگزاری کلاس های کنکور و تقویتی فیزیک در تالش و شهرستانهای همجوار
تهیه و تنظیم بیش از 30 عنوان جزوه آموزشی در فیزیک

میدان الکتریکی : خاصیتی در فضای اطراف یک جسم باردار، که به موجب آن بر ذرات باردار نیرو وارد می شود .

نکته ۲۵ : هر ذره باردار به وسیله میدان الکتریکی که ایجاد می کند، (بدون تماس) بر ذرات باردار دیگر نیرو وارد می کند .

مفهوم کمّی میدان الکتریکی : (تعریف بردار میدان الکتریکی) : میدان الکتریکی برابر نیروی وارد بر یکای بار مثبت است . q_0 بار آزمون

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

نکته ۲۶ : $\vec{E}$ و $\vec{F}$ هم راستا هستند .

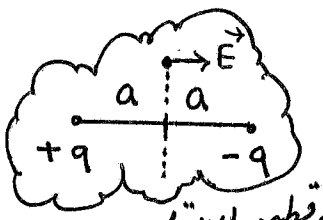
نکته ۲۷ : در رابطه $\vec{F} = q\vec{E}$ اگر q مثبت باشد، $\vec{F}$ و $\vec{E}$ هم جهت اند . و اگر q منفی باشد $\vec{F}$ در خلاف جهت $\vec{E}$ خواهد بود . (از نظر اندازه $F = qE$)

نکته ۲۸ : جهت میدان الکتریکی هم جهت با نیروی وارد بر بار مثبت است .

میدان الکتریکی بار نقطه ای q در فاصله r از بار :

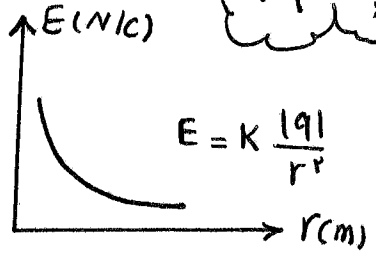
$$E = \frac{K|q|}{r^2}$$

دوقطبی : دو بار ناهم نام با اندازه های یکسان



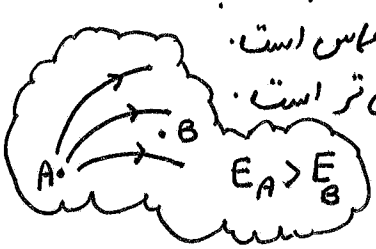
نکته ۲۹ : میدان روی عمود منصف دوقطبی موازی محور دوقطبی است

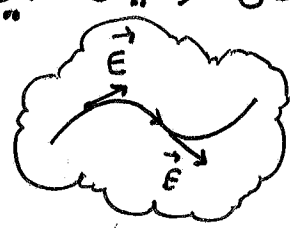
نکته ۳۰ : نمودار $E\left(\frac{N}{C}\right)$ برحسب r (فاصله) :



ویژگی های خطوط میدان الکتریکی

① خط های میدان از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می شوند.
② خط های میدان در هر نقطه در جهت نیروی وارد بر بار مثبت است .
③ بردار میدان در هر نقطه بر خط های میدان مماس است.
④ هرچه تراکم خطوط بیشتر باشد، میدان قوی تر است.
⑤ خط های میدان یکدیگر را قطع نمی کنند.

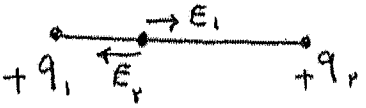




نکته ۳۱ : رابطه مقایسه‌ای

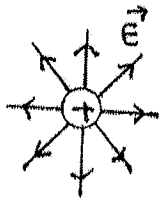
$$E = K\frac{|q|}{r^2} \Rightarrow \frac{E'}{E} = \frac{|q'|}{|q|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

نکته ۳۲ : اگر در فضای بین دو بار الکتریکی ، روی خط واصل دو بار، میدان ها خلاف جهت باهم باشند ، بارها هم نام هستند .

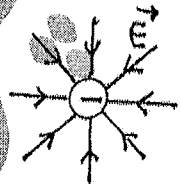


تجسم خطوط میدان الکتریکی در اطراف بارهای الکتریکی مختلف :

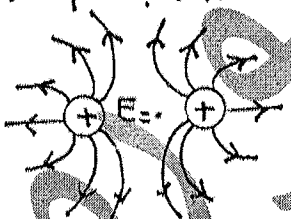
(۱) بار مثبت منزوی



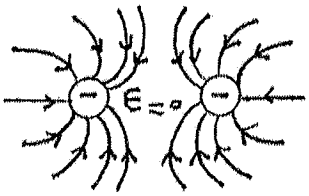
(۲) بار منفی منزوی



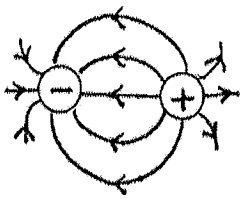
(۳) دو بار مثبت هم اندازه



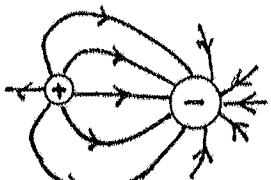
(۴) دو بار منفی هم اندازه



(۵) دو بار نا هم نام مساوی

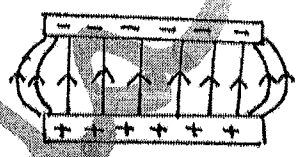


(۶) دو بار نا هم نامساوی



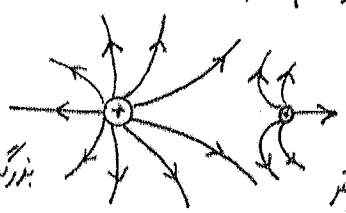
توجه : تراکم (تعداد) خطوط در اطراف بار بزرگتر ، بیشتر است

(۷) بین دو صفحه باردار رسانا با بارهای هم اندازه و نا هم نام



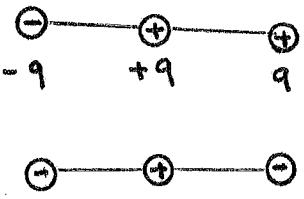
توجه : میدان الکتریکی یکنواخت ، میدانی است که خطوط میدان موازی و هم فاصله و مستقیم باشند (یعنی بردار میدان در تمام نقاط ، هم اندازه و هم جهت باشد.)

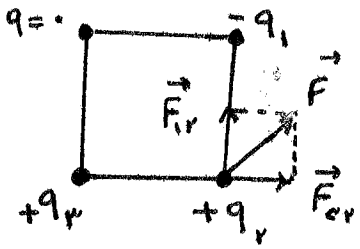
(۷) دو بار هم نام نامساوی (مثبت)



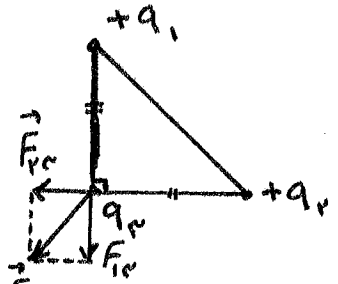
سه ذره باردار مانند شکل روبرو روی خط راست قرار دارند.

در هرکدام از حالات زیر جهت نیروی خالص وارد بر بار میانی را تعیین کنید.

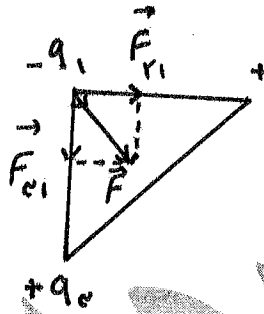




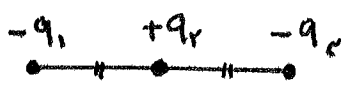
$\vec{F} = F_{23}\vec{i} + F_{12}\vec{j}$



$\vec{F} = -F_{24}\vec{i} - F_{14}\vec{j}$



$\vec{F} = F_{21}\vec{i} - F_{21}\vec{j}$

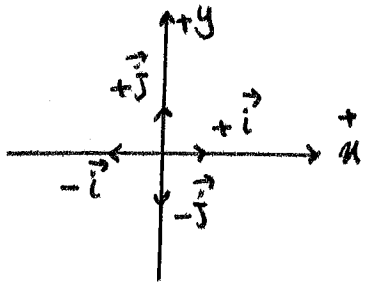


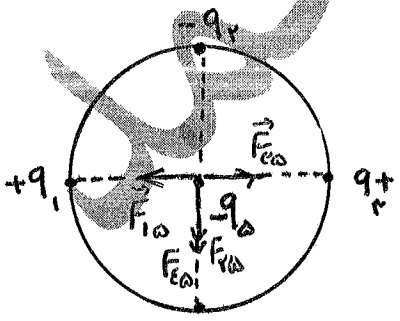
اگر $|q_1| = |q_2| = |q_3|$

q_2 وارد بر $F_T = 0$

q_1 وارد بر $\vec{F} = (F_{21} - F_{31})\vec{i}$ $(F_{21} > F_{31})$ F_T به سمت راست

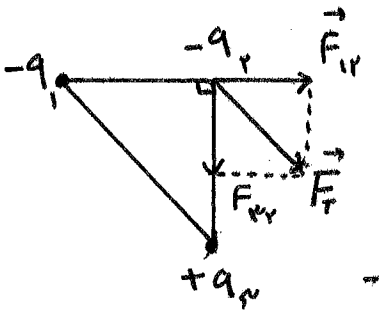
q_3 وارد بر $\vec{F} = -(F_{23} - F_{13})\vec{i}$ F_T به سمت چپ $(F_{23} > F_{13})$



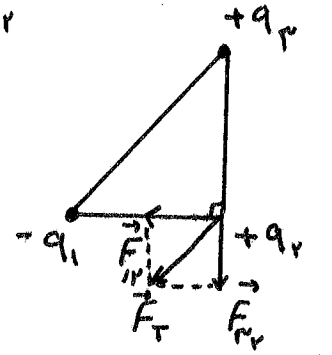


بزرگی q_1, q_3 وارد بر q_5 یکدیگر را خنثی می‌کند چون برابر و خلاف جهت یکدیگرند.

$\underbrace{F_{15} = -F_{25}}_{\text{خالص } F=0}$ $\vec{F_T} = -(F_{45} + F_{25})\vec{j}$

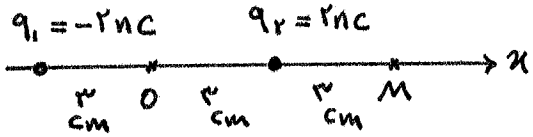


$\vec{F_T} = F_{12}\vec{i} - F_{32}\vec{j}$

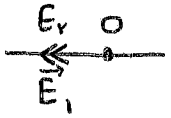


$\vec{F_T} = -F_{12}\vec{i} - F_{32}\vec{j}$

(۴) در شکل زیر میدان الکتریکی خالص را در نقطه‌های O و M به دست آورید. (تمرین متن کتاب)



در نقطه O :



$r = 3cm = 3\times10^{-2}m \rightarrow r^2 = 9\times10^{-4}m^2$

پاسخ :

$$E_1 = k\frac{q_1}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{2\times10^{-9}}{9\times10^{-4}} = 2\times10^4 \frac{N}{C}$$

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

بصورت برداری $\vec{E} = -4\times10^4 \vec{i}\ (N/C)$

در نقطه M :

$$E_1 = k\frac{q_1}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{2\times10^{-9}}{81\times10^{-4}} = \frac{18000}{81}$$

$r_{1m} = 9cm = 9\times10^{-2}m$

$E_1 = 0.2 \times10^4 N/C$

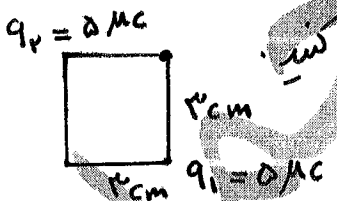
$r_{2m} = 2cm$

$$E_2 = k\frac{q_2}{r^2} = 2\times10^4 \frac{N}{C}$$

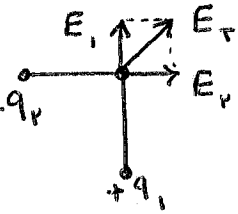
$E_m = E_2 - E_1 = 2\times10^4 - 0.2\times10^4 \Rightarrow E_{Tm} = 1.8\times10^4 \frac{N}{C}$

برداری در M $\vec{E} = +1.8\times10^3 \left(\frac{N}{C}\right)\vec{i}$

(۵) میدان خالص حاصل از بارها در شکل روبرو در نقطه A را حساب کنید.



پاسخ :



$$E_1 = k\frac{q_1}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{5\times10^{-6}}{9\times10^{-4}}$$

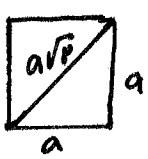
$E_1 = 5\times10^7 N/C$

$E_2 = E_1 = 5\times10^7 \frac{N}{C}$

برداری $\vec{E_T} = E_2\vec{i} + E_1\vec{j} = 5\times10^7\left(\frac{N}{C}\right)\vec{i} + 5\times10^7\left(\frac{N}{C}\right)\vec{j}$ اندازه $\Rightarrow E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

$$\Rightarrow E_T = \sqrt{(5\times10^7)^2 + (5\times10^7)^2} = \sqrt{2\times(5\times10^7)^2} = 5\times10^7\sqrt{2}\ N/C$$

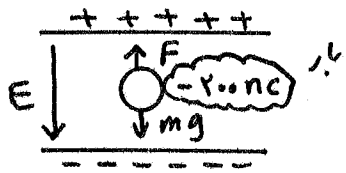
نکته : اگر دو بردار برهم عمود باشند و هم اندازه برآیند آنها $\sqrt{2}$ برابر اندازه یکی از بردارهاست :



(زاویه ، یا عمود $\leftarrow$ a ، a اضلاع با شد ، وتر $a\sqrt{2}$ می‌شود.)

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم کانال تلگرام: @pormohammadfizik	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓	✓		✓	۱	۱۴

(۶) روی سطح بادکنکی به جرم $10\,g$ بار الکتریکی $-200\,nC$ ایجاد می‌کنیم و آن را در یک میدان الکتریکی قرار می‌دهیم. بزرگی و جهت این میدان الکتریکی را در صورتی که بادکنک معلق بماند، تعیین کنید. (تمرین متن کتاب) پاسخ:



با توجه به شکل باید بارهای پایین منفی و بارهای بالا مثبت باشد، منظور این است که باید میدانی رو به پایین داشته باشیم تا به الکترون‌های سطح بادکنک نیرویی رو به بالا وارد کند و به شرطی که این نیرو با نیروی وزن برابر باشد، بادکنک معلق می‌ماند. یعنی شرط معلق بودن این است که $F=mg$

$$F=mg \Rightarrow qE=mg \Rightarrow E=\frac{mg}{q}$$

$$E=\frac{10\times10^{-3}\times10}{200\times10^{-9}}=5\times10^{5}\ \frac{N}{C}$$ E رو به پایین

(۱۲) در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $5\times10^{5}\,N/C$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره باردار به جرم $2\,g$ معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g=10\,N/kg$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید. تمرین کتاب: پاسخ:

(۱۴) هسته آهن شعاعی در حدود $4\times10^{-15}\,m$ دارد، تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است. الف) بزرگی نیروی دافعه بین دو پروتون این هسته که به فاصله $4\times10^{-15}\,m$ از هم قرار دارند، چقدر است؟ ب) اندازه میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصله $1\times10^{-10}\,m$ از مرکز هسته چقدر است؟

تمرین کتاب

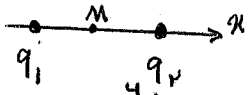
مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
۳	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۱	۱۴

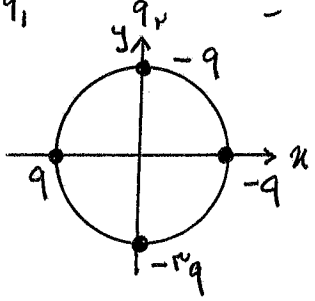
(۱۴) بر بار الکتریکی $+2\mu C$ در یک نقطه از میدان الکتریکی، نیرویی برابر $5\times10^{-2}N$ وارد می‌شود. اندازه میدان الکتریکی را این نقطه محاسبه کنید.

(۱۵) در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $2\times10^{4}\frac{N}{C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره باردار به جرم $4g$ معلق و در حال سکون قرار دارد. اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

(۱۶) در شکل رو به رو، دو ذره با بارهای $q_1=4\mu C$ و $q_2=2\mu C$ در فاصله $20cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. اندازه میدان الکتریکی برآیند را در نقطه M وسط خط واصل دو ذره حساب کنید.



(۱۷) اگر در شکل مقابل، شعاع دایره ۱ متر و $q=5nC$ باشد، بزرگی میدان الکتریکی برآیند را در مرکز دایره به دست آورید.

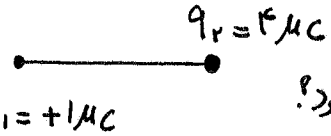


(۱۸) میدان الکتریکی حاصل از دو بار نقطه‌ای $q_1=2\mu C$, $q_2=32\mu C$ در فاصله ۱۶ سانتی‌متری از بار q_2 صفر می‌باشد. فاصله دو بار الکتریکی از یکدیگر چند سانتی‌متر است؟

پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۱	۱۵

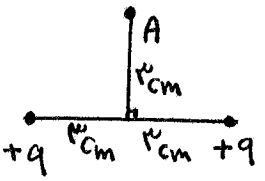
(۱۹) دو بار نقطه‌ای $q_1 = 1\mu C$ و $q_2 = 4\mu C$ بر روی خط راستی به فاصله ۹ سانتی متر از یکدیگر قرار دارند.



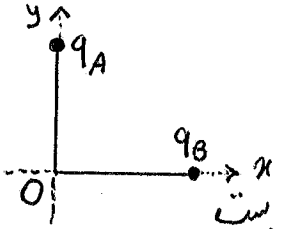
الف) در چه فاصله‌ای از بار q_1، برآیند میدان الکتریکی حاصل از دو بار صفر می‌شود؟

ب) خط‌های میدان الکتریکی این بارها را به طور کیفی رسم کنید.

(۲۰) دو بار نقطه‌ای هم نام $q = 6\mu C$ مطابق شکل به فاصله ۶ سانتی متر از یکدیگر قرار دارند. جهت و اندازه میدان الکتریکی را در نقطه A مشخص کنید.



(۲۱) دو ذره باردار $q_A = 4\mu C$، $q_B = -4\mu C$ مطابق شکل روی محورهای x و y ثابت شده‌اند:



الف) بزرگی میدان الکتریکی هر یک از دو بار ذره باردار، در نقطه O چند نیوتون بر کولن است؟

ب) بردار میدان الکتریکی برآیند را در نقطه O بر حسب بردارهای یکه $\vec{i}$ و $\vec{j}$ بنویسید.

مهرداد پورمحمد

به نام خدا

کانال تلگرام @pormohammadfizik 09113833788

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
33	مهرداد پورمحمد		✓		✓	✓		✓	۱۶

مهرداد پورمحمد

مدرس فرزانگان (تیزهوشان) تالش (رتبه های برتر کنکور) - برگزاری کلاس های کنکور و تقویتی فیزیک در تالش و شهرستانهای همجوار
تهیه و تنظیم بیش از 30 عنوان جزوه آموزشی در فیزیک

انرژی پتانسیل الکتریکی :

توانایی جابه جایی بار الکتریکی q در میدان الکتریکی ناشی از انرژی پتانسیل الکتریکی است .

نکته ۳۳ : جهت میدان از بار + به بار − است .

نکته ۳۴ : به بار + در جهت میدان E نیرو وارد می شود .

$\Delta U = -\Delta K$

نکته ۳۵ : در جهت میدان الکتریکی ، با جابجایی بار مثبت U کم می شود .

نکته ۳۶ : کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی موجب افزایش انرژی جنبشی ذره می شود .

نکته ۳۷ : برای جابه جایی بار مثبت در خلاف جهت میدان باید ما کار انجام دهیم .

نکته ۳۸ : بار مثبت خود به خود به سمت پتانسیل کمتر می رود .

نکته ۳۹ : طبق قرارداد بارها + دارای پتانسیل زیادتر و بارهای منفی پتانسیل کمتر دارند

نکته ۴۰ : در جهت میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد .

نکته ۴۱ : به بار منفی در خلاف جهت میدان نیرو وارد می شود .

نکته ۴۲ : در جابه جایی بار مثبت در جهت میدان W_E (کار میدان) مثبت است .

نکته ۴۳ : در جابه جایی بار منفی در خلاف جهت میدان ، کار میدان مثبت است .

$W_{ما} = -W_E$

نکته ۴۴ : کار ما قرینه کار میدان الکتریکی است .

نکته ۴۵ : تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره باردار برابر منفی کار میدان است .

$$\Delta U = -W_E$$

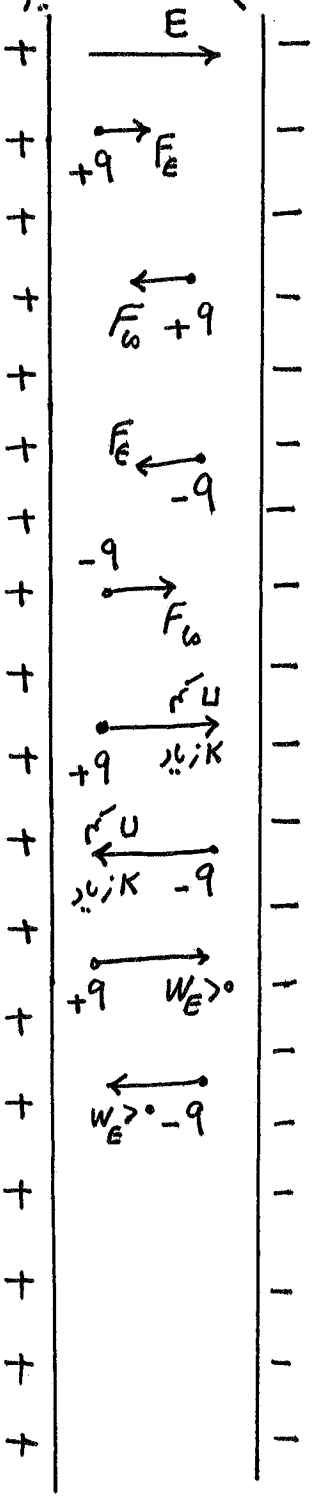
نکته ۴۶ :

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-W_E}{q} = \frac{-F.d.\cos\theta}{q}$$

اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولت)

$F = |q|E$ (نیروی خارجی (ما) نیروهایی که خارج از میدان به بار وارد می شوند)

بررسی : q ، E میدان الکتریکی (ولت بر متر) ، U انرژی پتانسیل الکتریکی (ژول) ، W_E کار میدان (ژول)



اختلاف پتانسیل الکتریکی : عامل شتاب دادن بار الکتریکی بین دو نقطه است .

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه برابر تغییر انرژی پتانسیل یک ذره ، به بار آن ذره در جابه‌جایی میان آن دو نقطه است :

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

نکته ۴۷ : یکای اختلاف پتانسیل الکتریکی ژول بر کولن است که ولت نامیده می‌شود .

نکته ۴۸ : اختلاف پتانسیل مستقل از نوع و اندازه بار است .

نکته ۴۹ : عبارت " پتانسیل الکتریکی بار q " غلط است ، باید عبارت " پتانسیل الکتریکی نقطه A " گفته شود ، مثلاً ولی انرژی پتانسیل به بار وابسته است و باید گفته شود " انرژی پتانسیل بار q در نقطه A "

نکته ۵۰ : اگر از A به B برویم : ΔV برابر $V_B - V_A$ می‌شود : $V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q}$

نکته ۵۱ : جایی که انرژی پتانسیل الکتریکی و هم چنین پتانسیل الکتریکی آن صفر فرض شود ، نقطه مرجع پتانسیل الکتریکی نامیده می‌شود .

$$V_A - V_{\text{مرجع}} = \frac{U_A - U_{\text{مرجع}}}{q} \xrightarrow{U_0 = 0 \,,\, V_0 = 0} V_A = \frac{U_A}{q}$$

نکته ۵۲ : پتانسیل الکتریکی زمین صفر در نظر گرفته می‌شود .

نقطه زمین : هر نقطه ای از مدار که پتانسیل آن صفر فرض شود (و پتانسیل نقطه های دیگر با آن سنجیده می شود . با نماد ⏚ نشان می دهند .)

مفهوم ولتاژ باتری : $\Delta V_{\text{باتری}} = V_+ - V_-$ (V_+ پتانسیل پایانه مثبت ، V_- پتانسیل پایانه منفی)

نکته ۵۳ : انرژی یکای بار مثبت در یک نقطه از فضا را پتانسیل آن نقطه گویند . $V = \frac{U}{q}$ $(V = J/C)$

نکته ۵۴ (مهم) : در روابط پتانسیل باید علامت بار در نظر گرفته شود .

نکته ۵۵ : وقتی که پتانسیل الکتریکی تمام نقاط یک رسانا یکسان باشد ، جسم در تعادل الکتروستاتیکی است .
(یعنی برآیند نیروهای وارد بر بارها صفر است و بارها در تعادل اند .)

نکته ۵۶ : V پتانسیل الکتریکی بار جابه جا شده بستگی ندارد . به میدان الکتریکی و راستای جابه جایی بستگی دارد.

حرکت (جابه جایی) (هم باری)
① در جهت میدان باشد V کم می‌شود .
② در خلاف جهت میدان باشد V زیاد می‌شود .
③ عمود بر میدان باشد V ثابت می ماند .

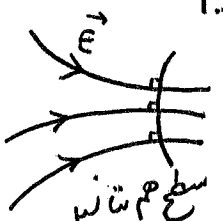
نکته ۵۷ : رابطه تغیر انرژی پتانسیل و اندازه میدان یکنواخت :

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-W_E}{q} \Longrightarrow \Delta V = -Ed\cos\theta \longrightarrow$$

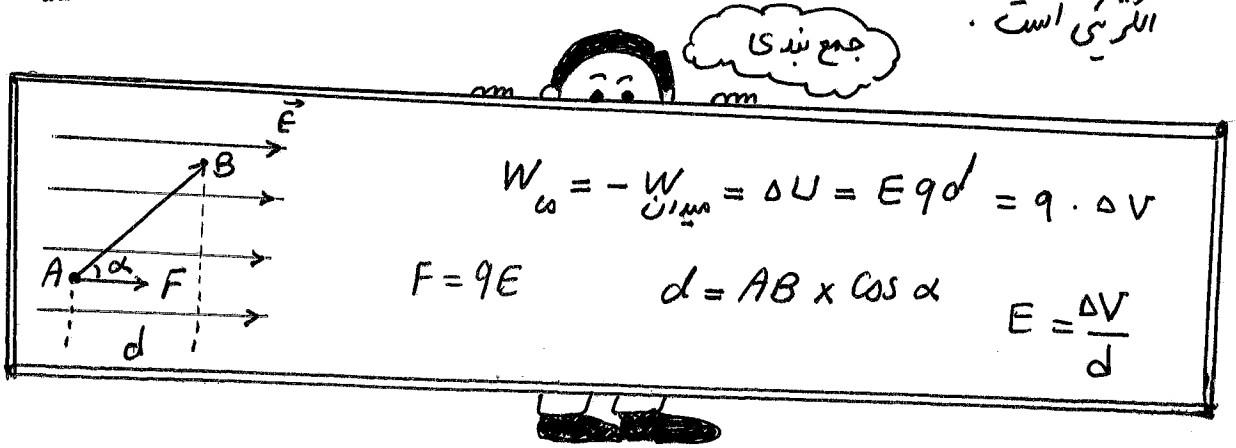
حرکت (جابه جایی)
① در جهت میدان $\Delta V = -Ed$
② در خلاف جهت میدان $\Delta V = +Ed$
③ عمود بر میدان $\Delta V = 0$

$\theta = 0 \leftarrow$ پتانسیل کاهش می یابد
$\theta = 180$
$\theta = 90$

نکته ۵۸ : اگر عمود بر میدان خطی رسم کنیم ، تمام نقاط روی این خط هم پتانسیل هستند و یا در حالت سه بعدی ، صفحه هم پتانسیل هستند



نکته ۵۹ : کار انجام شده توسط نیروی خارجی برای جابه جایی بار با سرعت ثابت ، برابر تغیر انرژی پتانسیل الکتریکی است .



$$W_{خارجی} = -W_{میدان} = \Delta U = Eqd = q \cdot \Delta V$$

$$F = qE \qquad d = AB \times \cos\alpha \qquad E = \frac{\Delta V}{d}$$

در صورتی که تندی بار در ابتدا و انتهای جابه جایی یکسان نباشد :

$$\Delta K = W_{خارجی} + W_E$$

$$\Delta K = W_{خارجی} - q\cdot\Delta V$$

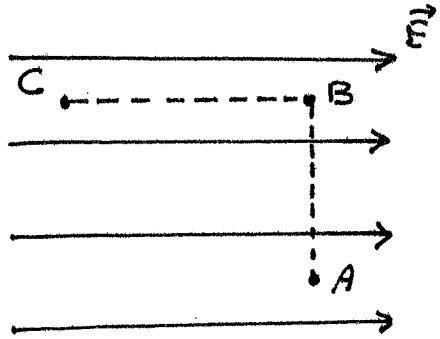
فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓	✓		✓	۱	۲۵

(۲۱) اندازه میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه که اختلاف پتانسیل ۱۰۰V بین صفحات آن وصل شده و فاصله بین دو صفحه ۲cm باشد. کدام صفحه پتانسیل بیشتری دارد؟ تمرین کتاب

پاسخ: $V=100V \quad d=2cm=2\times10^{-2}m \quad E=? \quad E=\frac{V}{d}=\frac{100}{2\times10^{-2}}=5000\frac{N}{C}$

صفحه متصل به پایانه مثبت (صفحه با بار +) پتانسیل الکتریکی بیشتری دارد.

(۲۲) مطابق شکل زیر، بار $q=50nC$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $8\times10^5 N/C$ نخست از نقطه A تا نقطه B و سپس تا نقطه C جابه جا می‌کنیم، اگر $AB=0,2m$ ، $BC=0,4m$ باشد:



تمرین کتاب

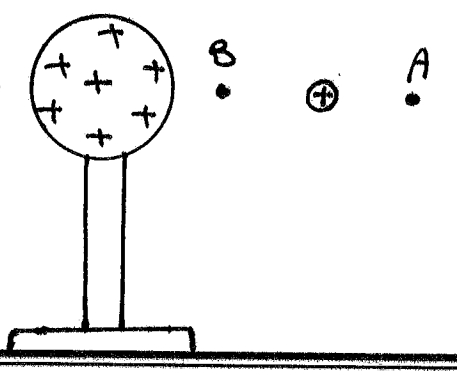
مطلوب است:

الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q

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

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

(۲۴) در شکل زیر ذره‌ی باردار مثبت و کوچکی را از نقطه A به سمت کره باردار که روی پایه عایق قرار دارد، نزدیک می‌کنیم و در نقطه B قرار می‌دهیم. تمرین کتاب



الف) کار نیروی الکتریکی مثبت است یا منفی؟

ب) تغییر انرژی پتانسیل را بررسی کنید.

ج) پتانسیل نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید.

مهرداد پورمحمد

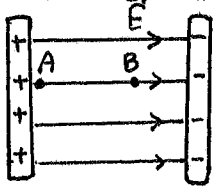
فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
3 3	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۱	۲۱

(۲۴) در یک میدان الکتریکی، بار $q = +2\mu C$ از نقطه A تا B جابه جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقطه‌های A و B به ترتیب $-4\times10^{-5}J$ و $5\times10^{-5}J$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه B و A ($V_B - V_A$) چند ولت است؟

(۲۵) بار الکتریکی $q = +3\mu C$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -40V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_2 = -10V$ جابه جا شده است. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چند ژول است؟

(۲۶) در میدان الکتریکی یکنواخت نشان داده شده در شکل، بار الکتریکی $q = -2\times10^{-15}C$ از نقطه A تا نقطه B جابه جا می‌شود. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار را در این جابه جایی محاسبه کنید. $E = 1.2\times10^{5}\frac{N}{C}$

$AB = 4\times10^{-2}m$



(۲۷) دو صفحه رسانای موازی و هم اندازه به فاصله 0.02m از هم واقع اند و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آنها 12V است. یک ذره با بار الکتریکی $q = -2\mu C$ از صفحه مثبت تا صفحه منفی جابه جا می‌شود.

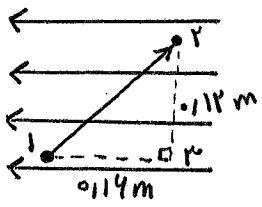
الف) انرژی پتانسیل الکتریکی ذره چند میکروژول تغییر می‌کند؟

ب) اندازه میدان الکتریکی بین دو صفحه را حساب کنید.

مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۱	۲۷

(۲۸) در میدان الکتریکی یکنواخت شکل روبه رو که بزرگی آن برابر $10^6 N/C$ است. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقاط ۱ و ۲ ($V_2 - V_1$) را محاسبه کنید.



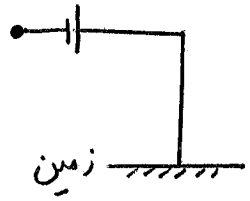
(۲۹) دو صفحه رسانای موازی و هم اندازه به فاصله ۲cm از هم واقع اند و اختلاف پتانسیل بین آنها ۱۲۵V است. یک ذره با بار الکتریکی $q = +2\mu C$ از صفحه مثبت تا صفحه منفی جابه جا می شود.

۱) انرژی پتانسیل الکتریکی آن چقدر و چگونه تغییر می کند؟

۲) کار میدان الکتریکی در این جابه جایی چند ژول است؟

۳) نیروی الکتریکی وارد بر ذره چند نیوتون است؟

(۳۰) مطابق شکل، پایانه مثبت یک باتری ۶ ولتی را به زمین وصل کرده ایم.



۱) پتانسیل پایانه منفی این باتری چند ولت است؟

۲) اگر در مدت ۸ ثانیه، بار الکتریکی $-40C$ از پایانه منفی این باتری به پایانه مثبت آن برود، انرژی پتانسیل آن چقدر تغییر می کند؟

۳) کار نیروی الکتریکی چند ژول است؟

مهرداد پورمحمد

مدرس فرزانگان (تیزهوشان) تالش (رتبه های برتر کنکور) - برگزاری کلاس های کنکور و تقویتی فیزیک در تالش و شهرستانهای همجوار
تهیه و تنظیم بیش از 30 عنوان جزوه آموزشی در فیزیک

اسبابی برای ذخیره سازی الکتریسیته (بار و انرژی)

ظرفیت : نسبت بار به اختلاف پتانسیل دوسر خازن مقداری ثابت است که ظرفیت نامیده می شود . (برحسب فاراد F)

$C = \frac{q}{V} \Rightarrow 1F = 1\frac{C}{V}$

$1F = 10^{9}nF$

$1F = 10^{6}\mu F$

$1F = 10^{12}pF$

نکته ۴۳ : ظرفیت خازن مستقل از بار و اختلاف پتانسیل است . ($C \neq q$ و V بستگی ندارد)

نکته ۴۴ : ظرفیت خازن به خصوصیات ساختمانی خازن بستگی دارد .

بار دار (شارژ) کردن خازن : با اتصال صفحات خازن به یک باتری، صفحه متصل به پایانه مثبت ، بار مثبت و صفحه متصل به پایانه منفی بار منفی می گیرد .

نکته ۴۵ : ظرفیت خازن تخت به A مساحت صفحه ها ، d فاصله بین دو صفحه و ماده عایق بین دو صفحه (دی الکتریک) بستگی دارد .

$C = K\varepsilon_0\frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{K'}{K} \times \frac{A'}{A} \times \frac{d}{d'}$

$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ F/m$ ضریب گذردهی الکتریکی خلأ ثابت دی الکتریک فاراد متر

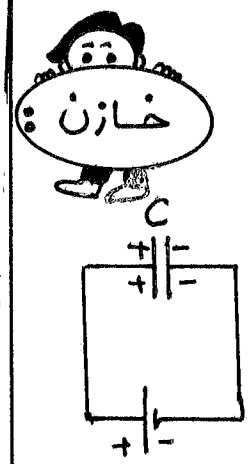
نکته ۴۶ : دی الکتریک باعث افزایش ظرفیت خازن می شود .

نکته ۴۷ : با برداشتن دی الکتریک از داخل خازن ، ظرفیت خازن کم می شود .

نکته ۴۸ : K برای هوا یا خلأ برابر یک است . ($K > 1$ برای بقیه مواد عایق)

نکته ۴۹ : حضور دی الکتریک بیشینه ولتاژ قابل تحمل خازن را بالا می برد .

نکته ۵۰ : خازن ها با مقدار ظرفیت آنها و اختلاف پتانسیل بیشینه ای که می توانند تحمل کنند ، مشخص می شوند .



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

$C = K\varepsilon_0\frac{A}{d}$

$1F = 1\frac{C}{V}$

$q = CV$

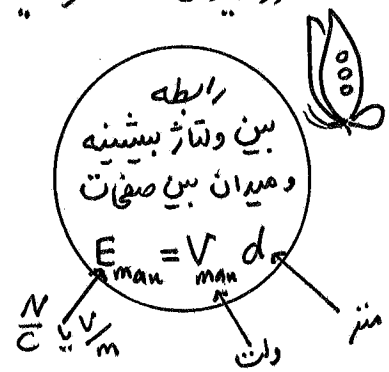
$V = \frac{q}{C}$

مدرس فرزانگان (تیزهوشان) تالش (رتبه های برتر کنکور) - برگزاری کلاس های کنکور و تقویتی فیزیک در تالش و شهرستانهای همجوار
تهیه و تنظیم بیش از 30 عنوان جزوه آموزشی در فیزیک

فرو ریزش دی الکتریک

● اگر اختلاف پتانسیل دوصفحه خازن خیلی زیاد شود ، تعدادی از الکترونها ماده دی الکتریک ، توسط میدان الکتریکی بین دوصفحه ، کنده می‌شوند و مسیری رسانا درون دی الکتریک ایجاد می‌شود که سبب تخلیه خازن می گردد.

V زیاد ← q زیاد ← E زیاد ← K رسانا می‌شود ← جرقه می‌زند ← خازن می‌سوزد



نکته ۷۱ : اگر خازنی به مولد (باتری) متصل باشد ، V دوسر آن برابر با V مولد است. (V ثابت)

نکته ۷۲ : اگر خازن پرشده را از مولد جدا کنیم ، بار روی صفحه‌ها ثابت می‌ماند. (q ثابت)

نکته ۷۳ : قرار دادن دی الکتریک C را افزایش و برداشتن دی الکتریک C را کاهش می دهد.

نکته ۷۴ : A زیاد شود ، C زیاد می‌شود. A کم شود ، C کم می‌شود.
$A\uparrow \rightarrow C\uparrow$
$A\downarrow \rightarrow C\downarrow$

نکته ۷۵ : d زیاد شود ، C کم می‌شود . d کم شود C زیاد می‌شود.
$d\uparrow \rightarrow C\downarrow$
$d\downarrow \rightarrow C\uparrow$

نکته ۷۶ : V زیاد شود $q\uparrow$ ، C ثابت می‌ماند. V کم شود $q\downarrow$ ، C ثابت می‌ماند.

انرژی خازن‌ها:

● با بار دارشدن صفحه‌های خازن ، در خازن انرژی ذخیره می‌شود.

نکته ۷۷ : این انرژی به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی فضای بین دو صفحه خازن ذخیره می‌شود.

⊛ رابطه انرژی خازن :

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}qV$$

(U: انرژی خازن (ژول) ، C: ظرفیت خازن (فاراد) ، q: بار روی صفحه‌ها (کولن) ، V: اختلاف پتانسیل بین صفحه‌ها (ولت))

نکته ۷۸ : انرژی خازن نصف انرژی است که مولد به مدار می‌دهد ($U_c = \frac{1}{2}U_\varepsilon$)

d فاصله دو صفحه
A مساحت صفحه‌ها
K ثابت دی الکتریک
C ظرفیت خازن
q بار روی صفحه‌ها
V اختلاف پتانسیل

نکته ۷۹ : میدان الکتریکی بین صفحات خازن وقتی خازن دارای بار ثابت q باشد برابر است با :

$$E=\frac{q}{K\varepsilon_0 A}$$

$K\downarrow \Rightarrow E\uparrow$ $A\downarrow \Rightarrow E\uparrow$ $\frac{E'}{E}=\frac{q'}{q}\times\frac{K}{K'}\times\frac{A}{A'}$

$K\uparrow \Rightarrow E\downarrow$ $A\uparrow \Rightarrow E\downarrow$

نکته ۸۰ : توان متوسط خروجی در خازن ، به مقدار انرژی تخلیه شده از خازن در واحد زمان گویند.

نکته ۸۱ : اگر در یک صفحه رسانا به ضخامت α را به موازات دو صفحه ، درون خازن قرار دهیم ظرفیت خازن برابر $C=K\varepsilon_0\frac{A}{d-\alpha}$ خواهد شد.

نکته ۸۲ : خازنی که به باتری متصل باشد : V ثابت می ماند (همان V باتری) :

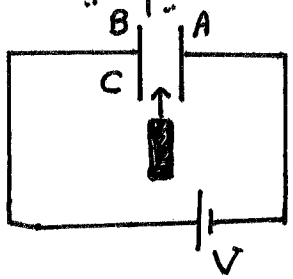
$$q=CV \ , \ U=\frac{1}{2}CV^2 \qquad \frac{U'}{U}=\frac{q'}{q}=\frac{C'}{C}$$

نکته ۸۳ : خازنی را که بعد از شارژ از مولد (باتری) جدا کنیم : $q=$ ثابت

$$q=CV \ , \ U=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C} \qquad \Rightarrow \frac{U'}{U}=\frac{V'}{V}=\frac{C}{C'}$$

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
33	مهرداد پورمحمد		✓		✓	✓		✓	۲۶

(۴۱) در شکل روبرو V ثابت است، اگر دی الکتریک را بین صفحات خازن وارد کنیم کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟ ۱) اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن



۲) ظرفیت خازن

۳) بار روی صفحه‌ها

۴) انرژی ذخیره شده روی خاز

۵) میدان الکتریکی بین صفحات

۶) علامت بار A, B را تعیین کنید.

(۸) در مثال قبل با فرض اینکه دی الکتریک بین صفحات قرار گیرد، سپس خازن را از باتری جدا کنیم و پس از آن دی الکتریک را از بین صفحات خارج کنیم، هر یک از کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کند؟ ۱) V ۲) C ۳) q ۴) U ۵) E

پاسخ: هرگاه خازن پرشده‌ای را از مولد جدا کنیم، بار ثابت می‌ماند. با برداشتن دی الکتریک، ظرفیت خازن کاهش می‌یابد. (K ↓ شود، C ↓ می‌شود.) در مورد اختلاف پتانسیل دوسر خازن داریم $V=\frac{q}{C}$ چون q ثابت است و C ↓ شده پس V افزایش می‌یابد. (V ↑ می‌شود.) با توجه به اینکه d را ثابت نگه داشته‌ایم یعنی فاصله صفحات را دست نزدیم در مورد میدان می‌توان گفت: $\Delta V = Ed$ با افزایش V ↑ و ثابت ماندن d، E هم افزایش می‌یابد. انرژی هم $U=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ با ثابت ماندن q و کاهش C، U زیاد می‌شود. پس ۱) V ↑ ۲) C ↓ ۳) q ثابت ۴) U ↑ ۵) E ↑

(۴۲) هریک از موارد زیر چه تأثیری بر ظرفیت خازن دارد؟

۱) افزایش فاصله بین صفحات خازن.

۲) کاهش ولتاژ دوسر خازن.

۳) برداشتن دی الکتریک بین صفحات خازن.

۴) کاهش مساحت صفحات خازن

(۴۴) اگر با همان یک خازن را تغییر ندهیم ، در هر یک از شرایط زیر ظرفیت خازن چگونه تغییر می‌کند؟

الف) بار آن دو برابر شود ؟ تمرین کتاب

ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌های آن سه برابر شود ؟

ج) با ثابت نگه داشتن اختلاف پتانسیل دو سر آن ، بار آن را نصف کنیم ؟

د) بدون تغییر بار روی صفحه‌ها ، اختلاف پتانسیل بین صفحات $\frac{1}{2}$ شود ؟

(۴۴) در شرایط مثال قبل ، انرژی خازن چگونه تغییر می‌کند ؟ در هر کدام از موارد بالا بررسی کنید.

(۴۵) اختلاف پتانسیل بین دو صفحه یک خازن را از ۲۸ ولت به ۴۰ ولت افزایش می دهیم ، اگر با این کار ۱۵ میکروکولن بر بار ذخیره شده در خازن افزوده شود، ظرفیت خازن را حساب کنید. (تمرین کتاب)

(۴۶) فاصله بین صفحات خازن متصل به یک باتری را ۲ برابر می‌کنیم ، هر یک از موارد زیر را بررسی کنید چگونه تغییر می‌کند ؟ ۱) میدان الکتریکی بین صفحات ۲) اختلاف پتانسیل میان صفحات

۳) ظرفیت خازن ۴) بار الکتریکی روی صفحات خازن ۵) انرژی خازن

مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۱	۲۸

(۳۷) مساحت صفحه های موازی خازن تختی $4cm^2$ و فاصله میان آن‌ها $2mm$ است. اگر میدان الکتریکی بین صفحه‌ها $500 \frac{N}{C}$ باشد و بین صفحه‌ها هوا قرار داشته باشد.

۱) ظرفیت خازن چند فاراد است؟ $\varepsilon_0 \simeq 9\times10^{-12}\frac{C^2}{Nm^2}$ ۲) اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن چند ولت می‌باشد؟

(۳۸) دو صفحه مربعی شکل به ضلع $10cm$ در فاصله $2mm$ از یکدیگر قرار دارند. فضای بین دو صفحه از ماده‌ای با ضریب دی الکتریک ۵ پُر شده است. ظرفیت خازن حاصل را محاسبه کنید. $\varepsilon_0 \simeq 9\times10^{-12}\frac{C^2}{Nm^2}$

(۳۹) مساحت هریک از صفحه‌های خازن تختی $200cm^2$ است. اگر فضای بین صفحه‌ها با نوعی دی الکتریک که ثابت آن ۵ است، پُر شود. ظرفیت آن $8,85\times10^{-10}F$ می‌شود. فاصله صفحه‌های خازن چند متر است؟ $\varepsilon_0 = 8,85\times10^{-12}\ F/m$

(۴۰) خازنی به ظرفیت $6\mu F$ را در نظر بگیرید. به طوری که روی یک صفحه آن $+30\mu C$ و روی صفحه دیگر آن $-30\mu C$ بار قرار بگیرد، اگر نقطه صفحه مثبت خازن را به زمین وصل کنیم، پتانسیل هریک از صفحه‌ها چند ولت است؟

(۴۱) ظرفیت یک خازن تخت با فاصله صفحات $1mm$ که بین صفحه‌های آن هوا قرار دارد، برابر $1F$ است. مساحت صفحه‌های این خازن چقدر است؟ از این مسأله چه نتیجه‌ای می‌گیرید.

تمرین کتاب

مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓	✓		✓	۱	۲۹

درست ، نادرست

۱ اصل کوانتیده بودن بار بیان می کند ، که مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است.

۲ نیروی الکتریکی که دو جسم باردار بر هم وارد می کنند، نیروی الکتریکی نام دارد.

۳ با نصف شدن فاصله‌ی میان دو بار الکتریکی نقطه ای ، نیروی الکتریکی بین آنها چهار برابر می‌شود.

۴ نیروی الکتریکی بین دو جسم باردار هم نام رانشی است.

۵ بزرگی نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار با مربع فاصله دو ذره از هم نسبت مستقیم دارد.

۶ اگر فقط اندازه یکی از بارهای الکتریکی دو برابر شود، اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار نصف می‌شود.

۷ اندازه میدان حاصل از بارهای ذره ای با فاصله از بار ، رابطه عکس دارد.

۸ خطوط میدان همیشه به طرف خارج بار هستند.

۹ میدان الکتریکی کمیتی برداری است.

۱۰ اگر اندازه بار الکتریکی ۲ برابر شود، میدان الکتریکی آن نیز ۲ برابر می شود.

۱۱ میدان در هر نقطه ، برداری مماس بر خط میدان عبوری از آن نقطه است.

۱۲ خطوط میدان الکتریکی می توانند، یکدیگر را قطع کنند.

۱۳ جهت میدان در هر نقطه ، هم جهت با نیروی وارد بر بار منفی در آن نقطه است.

۱۴ ثابت دی الکتریک هوا، صفر است.

۱۵ ظرفیت خازن با اختلاف پتانسیل بین صفحات متناسب است.

۱۶ دی الکتریک ، میدان بین صفحات را افزایش می دهد.

۱۷ اگر بار خازن ۹ باشد ، بار صفحات آن ۹+ و ۹- است.

۱۸ اگر فاصله دو صفحه خازن را ، در یک مدار افزایش دهیم، ظرفیت آن کاهش می یابد.

۱۹ در حضور میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی اتم ، جدا از هم هستند.

۲۰ با جابه جایی بار مثبت در جهت میدان الکتریکی ، انرژی پتانسیل الکتریکی بار کاهش می یابد.

۲۱ به بارهای مثبت ، در خلاف جهت میدان ، نیرو وارد می شود.

مهرداد پورمحمد

به نام خدا

کانال تلگرام @pormohammadfizik 09113833788

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
33	مهرداد پورمحمد		✓		✓	✓		✓	۳۰

پرسش ها : عبارت مناسب را انتخاب کنید.

(۱) یکای میدان الکتریکی در SI ($\frac{N}{C}$ - $\frac{N}{m}$) است .

(۲) عامل شارش بار الکتریکی بین دو نقطه از مدار، وجود (اختلاف - انرژی) پتانسیل الکتریکی بین آن ها است.

(۳) اگر بار الکتریکی مثبت در جهت میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن (کاهش - افزایش) می یابد.

(۴) وقتی به جسم (رسانا - نارسانا) بار الکتریکی داده می شود، بار در محل داده شده باقی می ماند.

(۵) ظرفیت خازن به بار الکتریکی و اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن بستگی (دارد - ندارد).

(۶) اگر بارهای الکتریکی دو جسم هم نام باشند، نیروهای بین دو جسم (رانشی - ربایشی) خواهد بود.

(۷) اگر فاصله بین دو ذره باردار را نصف کنیم، در این حالت نیرویی که به یکدیگر وارد می کنند (۱ - ۴) برابر می شود.

(۸) بار الکتریکی ساکن در فضای اطراف خود خاصیتی به نام (میدان - انرژی) الکتریکی ایجاد می کند.

(۹) تغییر ماهیت یا سوراخ شدن دی الکتریک جامد خازن را پدیده (فرو ریزش - قطبیده شدن) می نامند.

(۱۰) اگر بارهای الکتریکی دو جسم نابرابر باشند، نیروی الکتریکی وارد شده بر هریک از جسم ها (برابر - نابرابر) می باشد.

(۱۱) نیروی الکتریکی بین دو بار با حاصل ضرب اندازه دو بار رابطه (مستقیم - وارون) دارد.

(۱۲) نیروی کولنی بین دو بار (هم نام - ناهم نام) ربایشی است.

(۱۳) وقتی مساحت صفحه های خازنی را دو برابر کنیم، ظرفیت خازن (دو - چهار) برابر می شود.

(۱۴) خطوط میدان یکدیگر را قطع (می کنند - نمی کنند).

(۱۵) در پدیده فرو ریزش دی الکتریک، دی الکتریک بین صفحه ها بطور موقت (رسانا - نیمه رسانا) می شود.

(۱۶) تمام بار الکتریکی داده شده به جسم رسانا به (سطح خارجی - درون) آن می رود.

(۱۷) خط میدان الکتریکی در هر نقطه هم جهت با نیروی وارد بر (بار مثبت - بار منفی) در آن نقطه است.

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
33	مهرداد پورمحمد		✓		✓	✓		✓	۴۱

(۴۲) خازنی به ظرفیت $20\mu F$ را با اختلاف پتانسیل ۲۰۰V پر می‌کنیم:

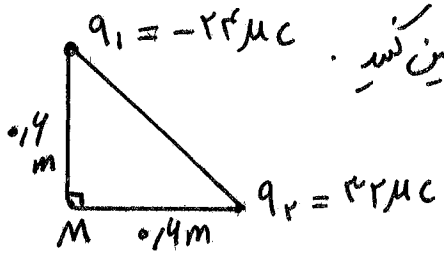
الف) بار ذخیره شده در خازن ب) انرژی ذخیره شده در خازن را حساب کنید.

(۴۳) دو صفحه رسانای موازی و هم اندازه به فاصله‌ی ۲cm از هم واقع اند. اختلاف پتانسیل بین آنها ۲۰V است. ذره‌ای با بار الکتریکی $q = 4\mu C$ از صفحه‌ی منفی تا صفحه‌ی مثبت جابه جا می‌شود.

الف) E بین صفحات؟ ب) $\Delta U = ?$ چند ژول می‌شود؟ ج) کار میدان $W_E = ?$

د) نیروی الکتریکی وارد بر ذره؟ ه) با فرض اینکه ذره با تندی ثابت جابه جا شده باشد، کار نیروی خارجی چند ژول می‌شود؟

(۴۴) در شکل روبرو، بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند را در نقطه M تعیین کنید.



مهرداد پورمحمد

09113833788

جریان الکتریکی

به نسبت بار الکتریکی شارش شده به زمان جریان الکتریکی گفته می‌شود. (یکای آن آمپر A است).

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

به $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ جریان الکتریکی متوسط می‌گویند.

نکته ۱: اگر مقدار جریان ثابت و جهت آن عوض نشود جریان مستقیم نامیده می‌شود.

نکته ۲: الکترون‌ها در یک رسانا دارای حرکت کاتوره‌ای هستند. (در باتری)

نکته ۳: با حضور باتری و ایجاد میدان الکتریکی در رسانا، الکترون‌ها در خلاف جهت میدان با سرعتی در حدود $1mm/s$ حرکت می‌کنند که به آن سرعت سوق گفته می‌شود.

نکته ۴: در یک مدار جهت قرارداری جریان برخلاف جهت سوق الکترون‌ها است.

نکته ۵: جهت قرارداری جریان از پایانه مثبت به پایانه منفی است (در یک مدار).

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

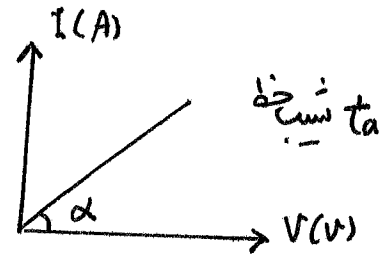
$$I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t}$$

قانون اهم: نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به جریان گذرنده از آن در دمای ثابت مقدار ثابتی است که آن را مقاومت الکتریکی می‌گویند.

$$R = \frac{V}{I} \quad \begin{matrix} V \longrightarrow V \\ I \longrightarrow A \end{matrix} \quad \text{اهم} \leftarrow$$

$$R = \frac{V}{I}$$

نکته ۶: نمودار $I-V$: خط راستی که شیب آن عکس مقاومت است.



$$\text{شیب خط } \tan\alpha = \frac{I}{V} = \frac{1}{R}$$

$R \uparrow$ شیب کمتر

$R \downarrow$ شیب بیشتر

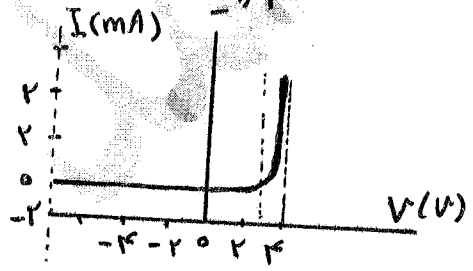
$$V = IR$$

نکته ۷: اغلب فلزات و بسیاری از رساناهای غیرفلزی در دمای ثابت از این قانون پیروی می‌کنند. (رساناها یا مقاومت‌های اهمی)

$$I = \frac{V}{R}$$

نکته ۸: رساناهای غیراهمی: وسایلی که از قانون اهم پیروی نمی‌کنند.

مثل دیود نورگسیل (LED)



I جریان (آمپر)، q بار (کولن)، t زمان (ثانیه)
V اختلاف پتانسیل (ولت)، R مقاومت (اهم Ω)

$R = \frac{\rho L}{A}$

عوامل موثر بر مقاومت رساناهای فلزی در دمای ثابت

① طول رسانا (متر m) — $R \propto L$

② سطح مقطع رسانا (متر مربع) — $R \propto \frac{1}{A}$

③ جنس رسانا (ترکیب و ساختار رسانا) (اهم ـ متر) — $R \propto \rho$

نکته ۹ : مساحت دایره $A = \pi r^2$ ، r شعاع سطح مقطع، D قطر $r = \frac{D}{2}$

$A = \pi (\frac{D}{2})^2$

نکته ۱۰ : روابط مقایسه‌ای :

$$\frac{R'}{R} = \frac{\rho'}{\rho} \times \frac{L'}{L} \times \frac{A}{A'}$$

$$\frac{A'}{A} = (\frac{r'}{r})^2 = (\frac{D'}{D})^2$$

نکته ۱۱ : اگر حجم سیمی را ثابت نگه داریم و طولش را n برابر کنیم، مساحتش $\frac{1}{n}$ برابر و مقاومتش n^2 برابر می‌شود.

$L' = nL \Longrightarrow R' = n^2 R \ , \ A' = \frac{A}{n}$

نکته ۱۲ : مقاومت ویژه (ρ) به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد.

نکته ۱۳ : مقاومت ویژه در :

رساناهای الکتریکی خوب ← ρ بسیار کم (برای رساناها)

عایق های خوب ← ρ بسیار زیاد (برای نارساناها)

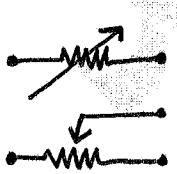
نیم رساناها ρ بین رسانا و نارسانا است. نیم رسانا مثل ژرمانیم و سیلیسیم

نکته ۱۴ : در رساناها : T زیاد شود، R زیاد می‌شود، I کم می‌شود. (ρ زیاد)

در نیم رساناها : T زیاد شود، R کم می‌شود، I زیاد می‌شود. (ρ کم)

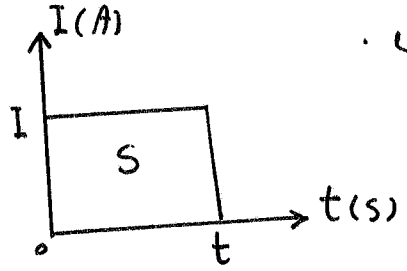
پدیده ابررسانایی : در برخی مواد، مانند جیوه و قلع با کاهش (θ)، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند. (در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند.)

رئوستا : رئوستا یک مقاومت متغیر است که از سیم با مقاومت ویژه زیاد که برروی استوانه‌ای نارسانا پیچیده شده ساخته می‌شود که برای تنظیم و کنترل شدت جریان به کار می‌رود.



نکته ۱۵ : در مدارهای الکترونیکی وسیله‌ای به نام پتانسیومتر نقش رئوستا را دارد.

نکته ۱۶ : مساحت زیر نمودار $I-t$ بیان‌گر بار شارش شده است .



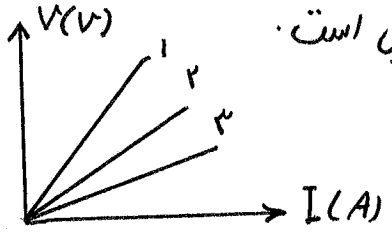
$$S = It = q$$

نکته ۱۷ : طبق رابطه $q = It$ اگر I برحسب آمپر و t برحسب ثانیه باشد ، بار برحسب کولن محاسبه می‌شود . $1C = 1A \cdot S$

اگر زمان برحسب ساعت داده شود ، بار برحسب آمپرساعت بیان می‌شود .

نکته ۱۸ : یک آمپرساعت معادل $3600\ C$ کولن است : $1Ah = 1 \times A \times 3600\ S = 3600\ AS$

نکته ۱۹ : در نمودار $I-V$ ، شیب نمودار بیان‌گر مقاومت الکتریکی است .

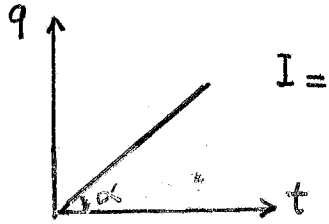


شیب بیشتر یعنی مقاومت بیشتر و برعکس $\begin{cases} R \downarrow \text{ شیب کمتر} \\ R \uparrow \text{ شیب بیشتر} \end{cases}$

$$R_1 > R_2 > R_3$$

نکته ۲۰ : در نمودار $I-V$ و $V-I$ رساناهای اهمی ، نموداری که به V نزدیک‌تر باشد مقاومت بیشتری دارد .

نکته ۲۱ : شیب نمودار بار برحسب زمان ، جریان را نشان می‌دهد ... $I = \frac{q}{t}$



نکته ۲۲ : سرعت الکترون‌های آزاد 10^6 متر بر ثانیه است .

نکته ۲۳ : مقایسه مقاومت‌های هم جنس و هم حجم و یا مقایسه مقاومت یک سیم پس از تغییر طول و سطح مقطع (بدون تغییر حجم) با حالت اول :

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4$$

برای مثال : سیمی به مقاومت ۲ اهم را از ابزاری عبور می‌دهیم تا بدون تغییر حجم طولش ۲ برابر شود ، مقاومتش چند اهم می‌شود ؟ ۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

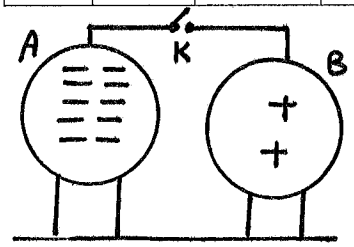
$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 = 2^2 \rightarrow R_2 = 8\ \Omega$$

گزینه ۴

به نام خدا

کانال تلگرام @pormohammadfizik 09113833788

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
33	مهرداد پورمحمد		✓		✓	✓		✓	۴۵



(۱) در شکل روبرو دو کره رسانای مشابه باردار روی پایه‌های عایق قرار دارند، ۱) الکترون‌ها در چه جهتی جابجا می‌شوند.

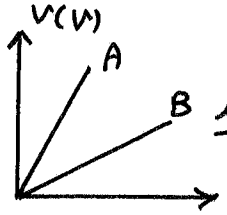
با بستن کلید: ۲) جهت قرارداد جریان الکتریکی چگونه است؟

۳) پس از برقراری تعادل تعداد و نوع بار هر کره چقدر می‌شود؟

$e=1.6\times10^{-19}C$

۴) با فرض اینکه هر منفی نمایده 10^6 الکترون و هر مثبت نیز یعنی 10^6 پروتون باشد، و در مدت ۱۲ نانوثانیه شارش بار صورت گیرد، جریان متوسط عبوری چند آمپر خواهد بود؟

(۲) با توجه به نمودار I-V مربوط به دو نوع رسانای A و B، با ذکر دلیل مشخص کنید مقاومت الکتریکی کدام بیشتر است.



مهرداد پورمحمد

۴) دو سیم رسانا از جنس نقره و آلیاژ کروم و نیکل در دمای ثابت با سطح مقطع یکسان وجود دارند. اگر دردمای ثابت، مقاومت دو سیم باهم برابر باشند، کدام یک طول بیش تری دارد؟ چرا؟

$\rho_{\text{کروم نیکل}} = 100 \times 10^{-8}\ \Omega m$ $\quad \rho_{\text{نقره}} = 1.59 \times 10^{-8}\ \Omega m$

۴) دو رسانای (۱) و (۲)، دارای طول، مقاومت و دمای یکسان هستند. اگر مساحت مقطع سیم (۱) دو برابر مساحت مقطع سیم (۲) باشد، مقاومت ویژه سیم (۲) چند برابر مقاومت ویژه سیم (۱) است؟

۵) مقاومت یک سیم ۳۰ متری (قطر $0.08\ cm$) و مقاومت یک سیم ۷۰ متری (قطر $0.12\ cm$) در دمای $20^\circ C$ حساب کنید. $\rho_{\text{مس}} = 1.17 \times 10^{-8}\ \Omega m$ تمرین کتاب

۶) دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده اند و طول یکسانی دارند. رسانای A سیم توپری به قطر $1\ mm$ است. رسانای B لوله‌ای توخالی به شعاع خارجی $2\ mm$ و شعاع داخلی $1\ mm$ است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟ تمرین کتاب

مهرداد پورمحمد

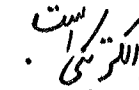
منبع نیروی محرکه الکتریکی (emf) : وسیله هایی (مانند باتری ها) که با انجام کار روی بار الکتریکی ، جریان ثابتی از بارهای الکتریکی در یک مدار ایجاد می کند .

نیروی محرکه الکتریکی (emf) : کاری که منبع نیروی محرکه الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می دهد تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتر ببرد. (ولت) $\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q}$ کار نیروی محرکه مولد / بار

نکته ۲۴ : مفهوم نیروی محرکه باتری ۱٫۵ ولت است یعنی باتری روی هر کولن باری که از آن می گذرد ۱٫۵ ژول کار انجام می دهد، (یعنی ۱٫۵ ژول انرژی پتانسیل الکتریکی اش را افزایش می دهد)

نکته ۲۵ : منبع نیروی محرکه الکتریکی

- آرمانی : اختلاف پتانسیل پایانه های مثبت و منفی برابر نیروی محرکه الکتریکی است. $r = 0$ (وجود ندارد) $\boxed{\varepsilon = V}$



$\varepsilon = \Delta V$ یا V

- واقعی : دارای مقاومت درونی (داخلی) r هستند.

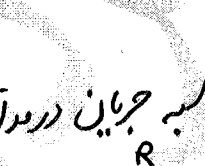
توجه : (بجای ΔV ، V به کار می بریم)

$\boxed{V = \varepsilon - Ir}$ اختلاف پتانسیل الکتریکی

$r\varepsilon$ $r\varepsilon$

نکته ۲۶ : محاسبه جریان در مدارهای تک حلقه با یک مولد (باتری) :

$I = \frac{\text{نیروی محرکه}}{\text{مجموع مقاومت ها} + r} \longrightarrow \boxed{I = \frac{\varepsilon}{\Sigma R + r}}$



$V_\varepsilon = V_R = \frac{\varepsilon R}{R+r}$

انرژی الکتریکی مصرفی در یک رسانا (مقاومت) : $U = I^2Rt = IVt = \frac{V^2}{R}t$

توان الکتریکی : آهنگ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q هنگام عبور از مدار . $P = \frac{U}{t}$

توان الکتریکی مصرفی در مدار :

$P = I^2R = IV = \frac{V^2}{R}$

↳ (برابر توان مفید مولد است. ☺)

نکته ۲۷ : طبق رابطه $U = Pt$ ، اگر P برحسب وات و t برحسب ثانیه باشد انرژی برحسب ژول می شود یعنی $1J = 1WS$ و اگر توان برحسب کیلووات و زمان برحسب ساعت باشد انرژی برحسب کیلووات ساعت می شود .

نکته ۲۸ : یک کیلووات ساعت برابر $1Kwh = 1 \times 1000W \times 3600s = 3/6 \times 10^6 J$

$1Kwh = 3/6 \times 10^6 J$

توان در مولد (باتری) :

① توان تولیدی مولد : $P = I\mathcal{E}$

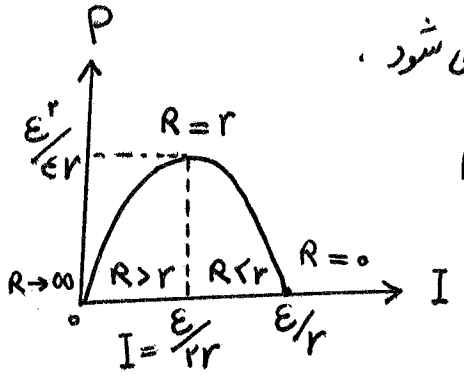
② توان مصرفی مولد : $P = I^2 r$

③ توان مفید مولد (خروجی) : $P = I(\mathcal{E} - Ir)$

$P_{\text{مفید}} = P_{\text{تولیدی}} - P_{\text{مصرفی}}$

چند نکته تخصصی تر : بیشینه توان خروجی باتری :

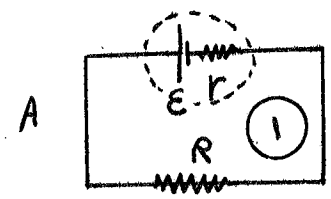
نکته ۲۹ : P تابع درجه ۲ از I است و نمودار آن سهمی می شود .



$P = I\mathcal{E} - I^2 r \Longrightarrow \begin{cases} I = \dfrac{\mathcal{E}}{2r} \\ P_{max} = \dfrac{\mathcal{E}^2}{4r} \end{cases}$

شرط توان بیشینه $R = r$

نکته ۳۰ :



$P = 0 \Longrightarrow I\mathcal{E} - I^2 r = 0 \Longrightarrow I = 0$ یا $I = \dfrac{\mathcal{E}}{r}$

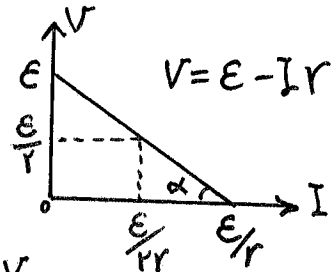
توجه : (اگر $P_{R_1} = P_{R_2}$ ← $r = \sqrt{R_1 R_2}$)

I_1 ، I_2

$I = \dfrac{I_1 + I_2}{2}$ مربوط به توان max یا $\dfrac{\mathcal{E}}{2r}$

در بیشینه توان $V = \dfrac{\mathcal{E}}{2}$

نکته ۳۱ : نمودار $V-I$ ، $V-R$ برای مدار شکل ① باتری به صورت زیر است :



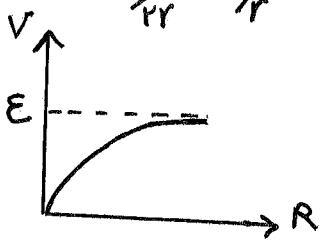
$V = \mathcal{E} - Ir$

عرض از مبدا این نمودار ، نیروی محرکه ی مولد است .

منفی شیب این نمودار برابر مقاومت درونی مولد است .

اندازه $\tan\alpha = r$

اگر $R = 0$ باشد $V = 0$ می شود .

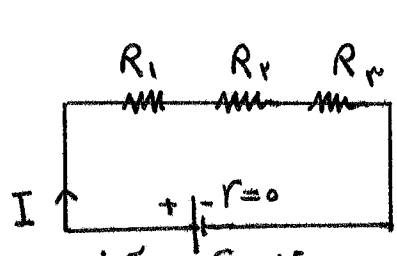


اگر R بسیار بزرگ باشد ، شبیه مدار باز عمل می کند $R \uparrow \Rightarrow I = 0$ خیلی زیاد

$V = \mathcal{E} - Ir \Rightarrow V = \mathcal{E}$

تهیه و تنظیم : مهرداد پورمحمد 09113833788

مقاومت معادل : مقاومتی که می توان بجای چند مقاومت در مدار قرار داد .



بهم بستن متوالی مقاومت ها :

از همه مقاومت ها جریان یکسانی عبور می کند .

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots$$

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \cdots$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$$

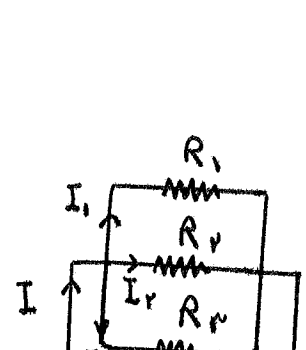
* نسبت توانها متوالی : $\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1}$

نکته ۳۲ : در بستن متوالی مقاومت ها ، مقاومت معادل افزایش می یابد . یعنی مقاومت معادل بزرگتر از هریک از مقاومت ها می شود .

$$R_T > R_1 \text{ یا } R_2 \cdots$$

نکته ۳۳ : اگر n مقاومت مشابه R متوالی داشته باشیم مقاومت معادل از رابطه $R_T = nR$ محاسبه می شود .

بهم بستن موازی مقاومت ها :



$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \cdots$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$$

نسبت توانها موازی : $\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2}$

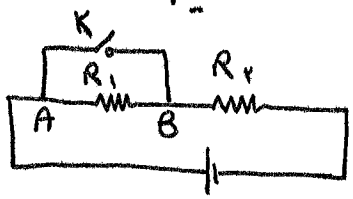
نکته ۳۴ : در بستن موازی مقاومت ها ، مقاومت معادل کاهش می یابد ، یعنی مقاومت معادل کوچکتر از هریک از مقاومت ها می شود .

$$R_T < R_1 \text{ یا } R_2 \cdots$$

نکته ۳۵ : اگر n مقاومت مشابه R موازی داشته باشیم ، مقاومت معادل از رابطه $R_T = \frac{R}{n}$ محاسبه می شود .

نکته ۳۶ : برای دو مقاومت موازی $R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ برقرار است .

نکته ۳۷ : اتصال کوتاه : هرگاه دو نقطه از مدار را با یک سیم بدون مقاومت به هم وصل کنیم ، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه صفر می‌شود .



با بستن کلید K ، R_1 حذف می‌شود و اتصال کوتاه بین A و B برقرار می‌شود . $V_{AB}=0$

نکته ۳۸ : تمام وسایل برق شهر به جز فیوز و کنتور به صورت موازی به برق متصل می‌شوند .

نکته ۳۹ : یک اتو با مشخصات $(1000W, 220V)$ دارای مقاومتی کمتر از یک لامپ $(100W, 220V)$ است .

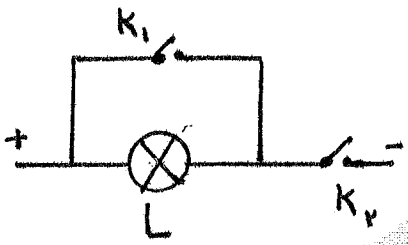
نکته ۴۰ : در بستن موازی (وسایل خانگی) : V ثابت فرض می‌شود پس

$$P=\frac{V^2}{R} \Longrightarrow \frac{P'}{P}=\frac{R}{R'}$$

نکته ۴۱ : اگر مقاومت را ثابت فرض کنیم و اختلاف پتانسیل را تغییر دهیم داریم : ثابت $= R$

$$\frac{P'}{P}=\left(\frac{V'}{V}\right)^2$$

نکته ۴۲ : در مدار روبرو اگر :



K_1 ، K_2 باز باشند ، لامپ خاموش می‌شود .

K_1 بسته ، K_2 باز ، لامپ خاموش می‌شود .

K_1 باز ، K_2 بسته ، لامپ روشن می‌شود .

نکته ۴۳ : فیوز ۱۵ آمپر یعنی حداکثر ۱۵ آمپر را تحمل می‌کند .

نکته ۴۴ : چه مقاومت‌ها موازی و چه متوالی باشند داریم : $P_{کل}=P_1+P_2+P_3+\cdots$

وسایل اندازه‌گیری :

جریان I

اختلاف پتانسیل V

① آمپرسنج

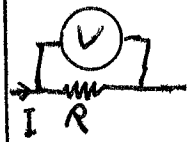
① وسیله اندازه‌گیری جریان الکتریکی است .

② مقاومت آمپرسنج ایده‌آل بسیار ناچیز است . (در حد صفر) .

③ آمپرسنج به صورت متوالی در مدار قرار می‌گیرد.

نکته ۴۵ : اگر آمپرسنج موازی بسته شود ، اشتباه است ، چون شبیه اتصال کوتاه عمل می‌کند و جریان زیادی از آن می‌گذرد و ممکن است بسوزد ....

② ولت‌سنج



① وسیله اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل بین دو نقطه است .

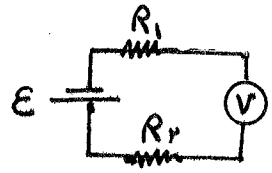
② مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل بسیار زیاد است . (در حد بی‌نهایت)

③ از شاخه شامل ولت‌سنج جریانی عبور نمی‌کند . $I=0$

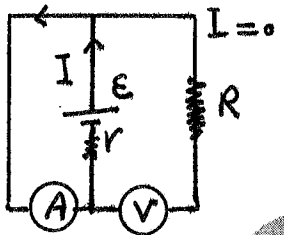
④ ولت‌سنج به طور موازی در مدار قرار می‌گیرد.

نکته ۴۶ : اگر ولت‌سنجی به صورت اشتباهی، متوالی بسته شود، نیروی محرکه باتری را نشان می‌دهد. $I=0$ ، $V=\varepsilon$

* مطابق شکل روبرو



نکته ۴۷ : در مدار روبرو ولت‌سنج اشتباه بسته شده است ، هم چنین آمپرسنج هم اشتباه بسته شده است.



$I_A = \frac{\varepsilon}{r}$ (ولت‌سنج صفر را نشان می‌دهد.)

در این شکل

$V = \varepsilon - Ir = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{r} \times r = 0$

نکته ۴۸ :

ولتاژ $V = IR = \varepsilon - Ir$

$\times I$ ↓

توان $IV = I^2R = I\varepsilon - I^2r$

$\times t$ ↓

انرژی $IVt = I^2Rt = I\varepsilon t - I^2rt$

کل (تولیدی) = مصرفی (در مدار) = مفید + اتلاف

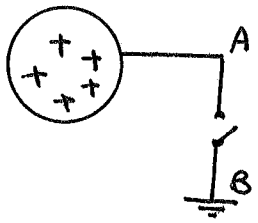
(تلف، افت، هدر)

مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۲	۴۲

(۷) دو کره رسانای فلزی کاملاً مشابه، اولی دارای بار $q_1 = +8\mu C$ و دومی دارای بار $q_2 = -10\mu C$ بر روی پایه‌های عایقی قرار دارند. این دو کره را با بستن کلید توسط سیم فلزی با مقاومت R به یکدیگر وصل می‌کنیم. $0/0015$ طول می‌کشد تا دو کره هم پتانسیل شوند. جریان متوسطی که در این مدت از سیم می‌گذرد، چقدر است؟

(۸) بار الکتریکی کره‌ی رسانا در شکل مقابل $0/5C$ است. با بستن کلید در مدت $0/025$ بار کره تخلیه می‌شود. شدت جریان متوسط در سیم AB را محاسبه کنید و جهت آن را مشخص کنید.



(۹) توسط یک باتری، اختلاف پتانسیل ۶ ولت را به دو سر یک رسانای فلزی اعمال می‌کنیم که باعث عبور جریان $0/5A$ از رسانا می‌شود.

۱) در مدت ۱ دقیقه چه مقدار بار الکتریکی از مقطع این رسانا عبور می‌کند؟

۲) در این مدت انرژی ای که باتری به مدار می‌دهد، چند ژول است؟

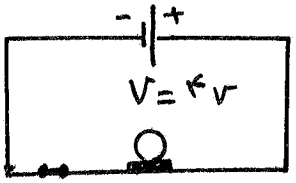
(۱۰) بار ذخیره شده در نوعی از باتری‌ها ۱۰۰۰ میلی آمپر-ساعت است. اگر این باتری در یک وسیله به کار گرفته شده و ۵ شبانه روز طول بکشد تا خالی شود، شدت جریان متوسط در این مدت چند آمپر بوده است؟

مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓	✓		✓	۲	۴۳

(۱۱) اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانای اهمی ۳۷ باشد، جریان ۶۰۰mA در آن برقرار می‌شود. اگر اختلاف پتانسیل دو سر این رسانا یک ولت کاهش یابد. جریان آن چند میلی آمپر کاهش پیدا می‌کند؟

(۱۲) در یک آذرخش 10^9 J انرژی تحت اختلاف پتانسیل 5×10^7 V در بازه‌ی زمانی ۰٫۲ s آزاد می‌شود. ۱) مقدار کل بار منتقل شده بین ابر و زمین ۲) جریان متوسط در یک یورش آذرخش ۳) توان الکتریکی آزاد شده در ۰٫۲ s را به دست آورید. تمرین کتاب



(۱۳) در مدار روبرو در مدت ۵ min چه تعداد الکترون از لامپ می‌گذرد؟ تمرین کتاب

(۱۴) در مسأله ۱۳، انرژی الکتریکی مصرفی در ۲۰۰ ثانیه، در لامپ چند ژول است؟

(۱۵) در مسأله ۱۳، توان الکتریکی مصرفی لامپ چند وات است؟

(۱۶) در یک اتوی برقی که $V=220V$ و $P=850W$ روی آن نوشته شده؛ تمرین کتاب

۱) سیم‌های اتصال به برق آنها حداقل چه جریانی را از خود عبور می‌دهد؟

۲) مقاومت این اتو در زمان روشن بودن چقدر است؟

مهرداد پورمحمد

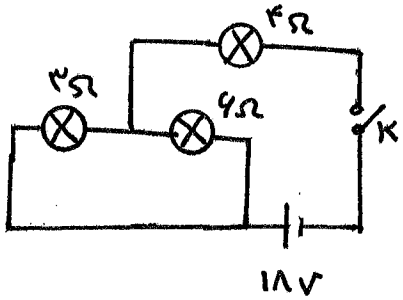
فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
33	مهرداد پورمحمد		✓		✓	✓		✓	۴۰

تمرین کتاب

(۱۷) سه مقاومت مشابه ۱۲ اُهمی را یک بار به طور متوالی و یک بار به طور موازی به یکدیگر می بندیم و به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت وصل می کنیم. در هر بار، چه جریانی از هر مقاومت می گذرد؟

(۱۸) دو مقاومت موازی ۶ اهمی و ۱۲ اهمی به طور متوالی به یک مقاومت ۲ اُهمی وصل شده است. اگر مقاومت ها را به دوسر یک باتری ۳۶ ولتی ببندیم. توان مصرفی در مقاومت ۶ اهمی را محاسبه کنید. تمرین کتاب

(۱۹) در شکل زیر وقتی کلید بسته شود، چه جریانی از هر لامپ رشته‌ای می گذرد؟



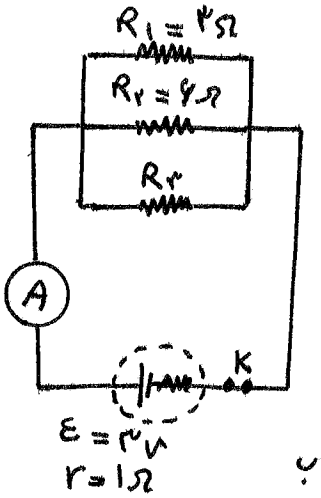
مهرداد پورمحمد

به نام خدا

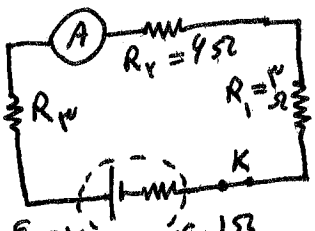
کانال تلگرام @pormohammadfizik 09113833788

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
33	مهرداد پورمحمد		✓		✓	✓		✓	۴۵

(۲۰) در شکل روبه رو سه مقاومت متوازی به همراه یک آمپرسنج آرمانی به دو سر یک باتری وصل شده اند، اگر مقاومت معادل این ترکیب ۱/۶Ω باشد، الف - مقاومت R_3 چقدر است؟ ب) جریانی که آمپرسنج نشان می دهد را به دست آورید. ج) نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان های مصرفی مقاومت ها R_1، R_2، R_3 برابر است. تمرین متن کتاب



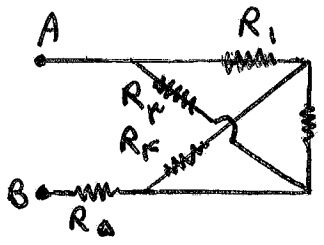
(۲۱) در شکل روبه رو سه مقاومت به همراه یک آمپرسنج به صورت متوالی به یک باتری وصل شده اند و مقاومت آمپرسنج صفر است. (آمپرسنج ایده آل). اگر مقاومت معادل مقاومت ها R_1، R_2، R_3 برابر 12Ω باشد: الف) مقاومت R_3 چقدر است؟ ب) جریان آمپرسنج؟ ج) نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان های مصرفی مقاومت های R_1 و R_2، R_3 برابر است. تمرین متن کتاب



پورمحمد

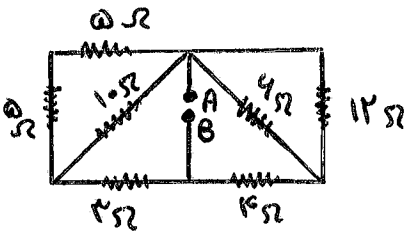
فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓	✓		✓	۲	۴۶

(۲۲) در هریک از شکل‌های زیر مقاومت معادل مدار را حساب کنید :

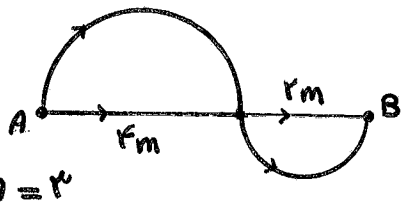


$R_1 = 14\Omega$ $R_2 = 3\Omega$ $R_3 = 12\Omega$ $R_4 = 6\Omega$ $R_5 = 12\Omega$

(۲۳)



(۲۴)



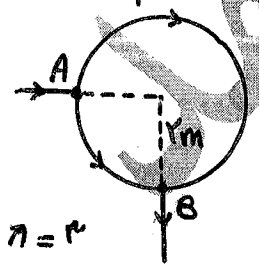
$n = 4$

هر متر سیم : ۱۰ اهم مقاومت دارد.

$R_{AB} = ?$

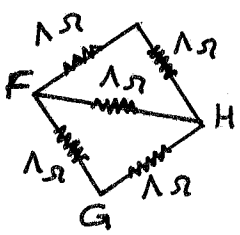
(۲۵)

هر متر سیم : ۱۰ اهم مقاومت دارد.



$n = 4$

(۲۶)

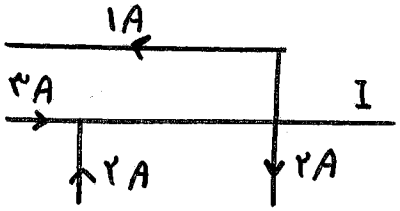


$R_{HF} = ?$

$R_{FG} = ?$

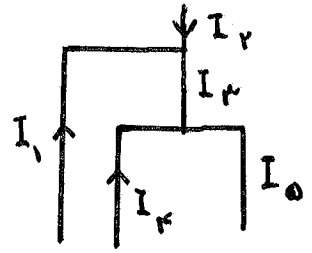
مهرداد پورمحمد

(۲۷) در شکل روبرو بزرگی و جهت جریان I را تعیین کنید.



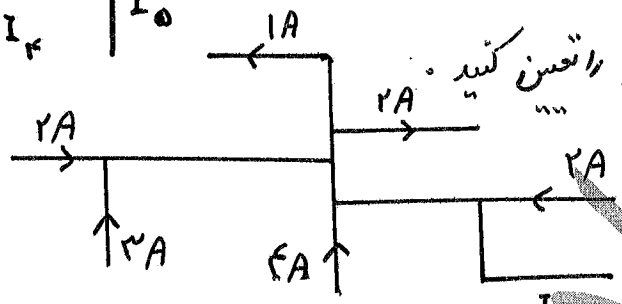
(۲۸) در شکل روبرو کدام رابطه زیر درست است؟

$I_1 = I_4 + I_2$ (۱ $I_5 = I_4 + I_3$ (۲

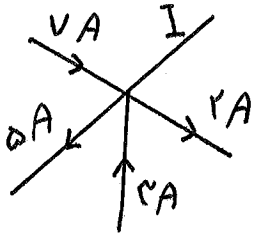


(۲۹) بزرگی و جهت I در شکل روبرو را تعیین کنید.

تمرین کتاب

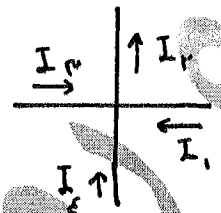


(۳۰) بزرگی و جهت جریان I را در بخشی از مدار داده شده زیر مشخص کنید.

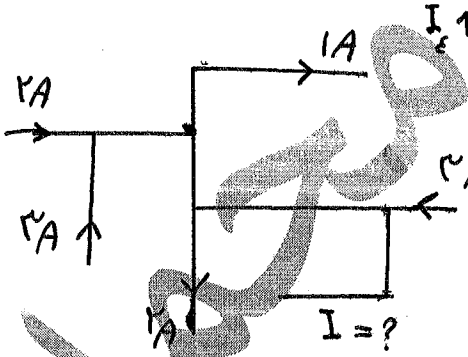


(۳۱) در شکل روبرو رابطه بین جریان ها را بنویسید.

پرسش کتاب



(۳۲) I چند آمپر و در چه جهتی است؟



مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓	✓		✓	۲	۴۸

درست یا نادرست

۱ الکترون ها در رسانا در جهت میدان الکتریکی جابه جا می شوند.

۲ سرعت حرکت کاتوره‌ای الکترون بسیار بیش‌تر از سرعت سوق الکترون است.

۳ طبق قرارداد، جهت جریان، خلاف جهت حرکت الکترون است.

۴ آمپر ساعت ـ یکای بار الکتریکی است.

۵ در رساناهای اهمی، شیب $\frac{I}{V}$ متغیر است.

۶ اگر فقط سطح مقطع رسانا، افزایش یابد، مقاومت الکتریکی رسانا افزایش می یابد.

۷ در تمام مواد، افزایش دما باعث افزایش مقاومت رسانا می شود.

۸ یکای نیروی محرکه‌ی الکتریکی ژول بر کولن است.

۹ منبع نیروی محرکه الکتریکی واقعی، مقاومت درونی بسیار ناچیزی دارد.

۱۰ یکای افت پتانسیل مولد اُهم ـ متر می باشد.

۱۱ با افزایش دما، مقدار جریان از مولد، افزایش می یابد.

۱۲ در مدار تک حلقه، هرگاه در جهت جریان از یک نقطه به نقطه دیگری برویم، حتماً از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر رفته ایم.

۱۳ تفاوت یک باتری خشک نو و فرسوده عمدتاً در مقدار مقاومت داخلی آن است.

۱۴ اختلاف پتانسیل دوسر یک باتری واقعی هنگامی که از آن جریان برقرار است، کوچکتر از نیروی محرکه آن است.

۱۵ هر کیلو وات ساعت معادل $3/6 \times 10^6$ J است.

۱۶ توان اسمی و توان مصرفی لامپ همیشه برابر هستند.

۱۷ در اتصال موازی، مقاومت معادل از کوچکترین مقاومت، کوچک‌تر است.

۱۸ مقاومت معادل ۱۰ عدد مقاومت ۲۰Ω که موازی وصل شده‌اند، ۲Ω می شود.

۱۹ اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت های موازی با مقاومت رابطه عکس دارد.

۲۰ در اتصال موازی مقاومت ها، اختلاف پتانسیل کل برابر است با مجموع اختلاف پتانسیل مقاومت ها

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
33	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓	✓		✓	۲	۱۹

جای خالی

۱ با اعمال ..... در دو سر یک رسانا در درون آن یک ..... برقرار می گردد.

۲ در حضور میدان الکتریکی، الکترون های آزاد یک فلز با سرعت متوسطی موسوم به ..... در خلاف جهت میدان رانده می شوند.

۳ افزایش دما باعث ..... مقاومت ویژه‌ی رسانای فلزی می شود.

۴ در آزمایشگاه برای تنظیم و کنترل جریان ..... مورد استفاده قرار می گیرد.

۵ در مقاومت های ترکیبی، حلقه چهارم که طلایی یا نقره ای است، ..... نامیده می شود.

۶ یکای ضریب دمایی مقاومت ویژه بر حسب ..... است.

۷ اگر تعداد مقاومت های موازی بیش تر شود، مقاومت معادل ..... می یابد.

۸ جریان عبوری از مقاومت های موازی با مقاومت رابطه ..... دارد.

۹ در مقاومت های متوالی، توان مصرفی مقاومت با مقدار مقاومت رابطه ..... دارد.

۱۰ در مقاومت های موازی، توان مصرفی مقاومت با مقدار مقاومت رابطه ..... دارد.

۱۱ جریان الکتریکی در مدار در ..... شمارش الکترون ها است.

۱۲ سرعت سوق در یک رسانای فلزی معمولاً در حدود ..... متر بر ثانیه است.

۱۳ آمپر ساعت یکای ..... الکتریکی است.

۱۴ الکترون های آزاد درون یک رسانای فلزی در حضور میدان الکتریکی در مسیر ..... در خلاف جهت میدان سوق می یابند.

۱۵ یکای مقاومت الکتریکی در SI ..... است. (ولت بر متر - ولت بر آمپر)

۱۶ دیود نوری (LED) یک رسانای ..... است.

۱۷ مقاومت یک لامپ مهتابی هنگام روشن بودن و خاموش بودن ..... است.

۱۸ در ..... با افزایش دما، مقاومت الکتریکی کاهش می یابد.

۱۹ کیلووات ساعت یکای ..... است.

۲۰ اگر جریان عبوری از مقاومت سه برابر شود، توان مصرفی ..... برابر می شود.

۲۱ اگر دو سر یک مقاومت با سیم بدون مقاومت به هم وصل شوند، مقاومت آسیب .....

مهرداد پورمحمد