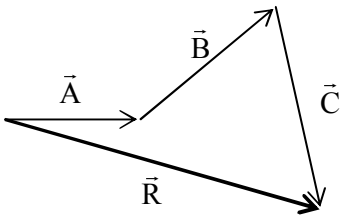
یادداشت ریاضی

جمع برداری

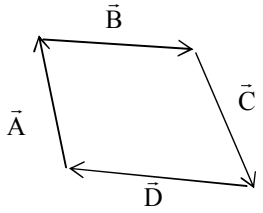
بردارها ابزار و مفاهیم ریاضی هستند که می‌توان با حفظ جهت و مقدار آنها را در فضا یا صفحه جابجا کرد که اصطلاحاً به این عمل رسم بردار همسنگ نیز می‌گویند . سه روش برای جمع برداری معرفی می‌شود :

روش ترسیمی



در این روش تمامی بردارها بطور متوالی در پی هم رسم می‌شوند و ترتیب رسم آنها مهم نیست ولی مکان شروع رسم بردار بایستی نوک پیکان بردار ماقبل باشد ، که در این صورت بردار برآیند برداری است که از شروع بردار اول به نوک پیکان بردار آخر رسم می‌شود .

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$$

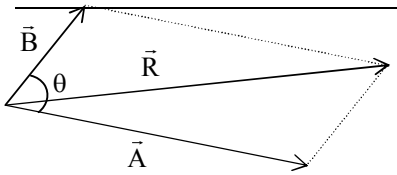


نکته : هرگاه مجموعه بردارهای همسنگ رسم شده یک چند ضلعی بسته را تشکیل دهند برآیند آنها صفر است $\vec{A}+\vec{B}+\vec{C}+\vec{D}=0$ یا $\vec{R}=0$ و قرینه هر بردار برایند بقیه بردارها است . مانند : $-\vec{D}=\vec{A}+\vec{B}+\vec{C}$

مثال : اگر برآیند چهار بردار ۵ و ۸ و ۹ و ۶ صفر شود با حذف بردار ۸ برآیند سه بردار دیگر چقدر خواهد شد ؟ (جواب : ۸-)

نکته : در این روش برای برآیند گیری ، محدودیت تعداد بردارها را نداریم ولی ارزش محاسباتی زیادی ندارد زیرا در حالات خاص جوابگو می‌باشد و راه حل کلی نیست .

روش متوازی الاضلاع



این روش فقط برای برآیند دو بردار بکار می‌رود ولی ارزش محاسباتی زیادی دارد (برای برآیند بیش از دو بردار می‌توان آنها را دو به دو برآیند گرفت و یا برآیند هر دوبردار را با بردار بعدی برآیندگیری کرد) .

شرح روش : دو بردار را از مبداء مشترک رسم می‌کنیم سپس با دو پاره خط متوازی‌الاضلاع می‌سازیم .

- θ زاویه‌ای است که در مبداء مشترک دو بردار تشکیل شده است .
- برآیند دو بردار قطری است‌که مبداء مشترک رسم می‌شود . $\vec{R}=\vec{A}+\vec{B} \rightarrow \boxed{R=\sqrt{A^2+B^2+2ABCos\theta}}$
- برآیند دو بردار همیشه به بردار بزرگتر نزدیکتر است .

نکته: با افزایش θ بردار برآیند کوچکتر می‌شود .

حالات خاص (۱) (برحسب تغییرات θ)

$\theta = ۰ \Rightarrow \boxed{R=A+B}$ بیشترین مقدار R $(\cos ۰ = ۱)$

$\theta = ۱۸۰ \Rightarrow \boxed{R=|A-B|}$ کمترین مقدار R $(\cos ۱۸۰ = -۱)$

$\theta = ۹۰ \Rightarrow \boxed{R=\sqrt{A^۲+B^۲}}$ $(\cos ۹۰ = ۰)$

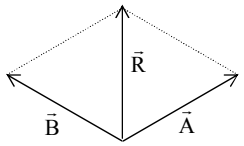
نتیجه : برآیند دو بردار عددی بین مجموع و تفاضل آنهاست $\boxed{|A-B| \le R \le A+B}$

مثال : آیا برآیند سه بردار با طولهای ۵ و ۷ و ۹ می‌تواند صفر باشد . (جواب : بله زیرا ۵ بین ۱۶=۷+۹ و ۲=۷-۹ می‌باشد .)

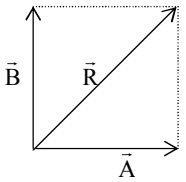
مثال : آیا برآیند سه بردار با طولهای ۴ و۱۰ و۵ می‌تواند صفر باشد. (جواب:خیر زیرا ۵ کوچکتراز تفاضل دو بردار ۱۰ و ۴ است .)

حالات خاص (۲) (طول دو بردار برابر است)

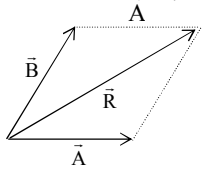
اگر طول دو بردار برابر باشد (B=A) $\Leftarrow \boxed{R = ۲A\cos\frac{\theta}{۲}}$ در اینجا بردار برآیند نیمساز نیزمی‌باشد.



$\theta = ۱۲۰ \Rightarrow R=A=B \quad (\cos ۶۰ = ۰/۵)$



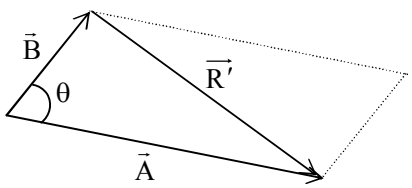
$\theta = ۹۰ \Rightarrow R = \sqrt{۲}A = \sqrt{۲}B \quad (\cos ۴۵ = \frac{\sqrt{۲}}{۲})$



$\theta = ۶۰ \Rightarrow R = \sqrt{۳}A = \sqrt{۳}B \quad (\cos ۳۰ = \frac{\sqrt{۳}}{۲})$

تفاضل دو بردار قطری است که از مبداء مشترک رسم نمی‌شود .

$\vec{R'} = \vec{A} - \vec{B} \Rightarrow \boxed{R' = \sqrt{A^۲ + B^۲ - ۲AB\cos\theta}}$



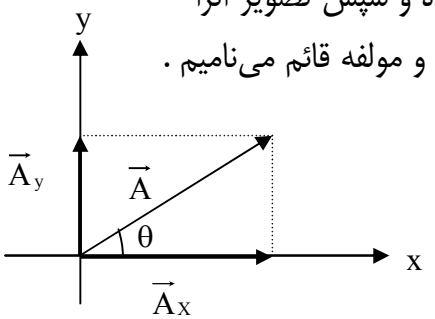
شروع بردار تفاضل از برداری است که علامت منفی دارد .

با افزایش θ بردار برآیند بزرگتر می‌شود .

اندازه برآیند دو بردار عمود بر هم با تفاضل دو بردار برابر است .

روش تجزیه

در این روش بردارها از مبداء مختصات رسم شده و سپس تصویر آنرا روی محور های x و محور های y پیدا می‌کنیم که به ترتیب آنها را مولفه افقی و مولفه قائم می‌نامیم .

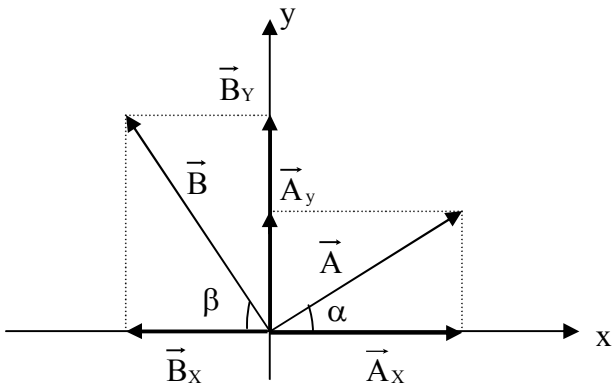


اندازه مولفه افقی $|\vec{A}_x| = A\cos\theta$

اندازه مولفه قائم $|\vec{A}_y| = A\sin\theta$

بردار واحد (یکه) : بردارهایی به طول واحد هستند که روی محورهای مختصات قرار دارندکه با نمادهای $\hat{i}$ و $\hat{j}$ نشان داده می‌شوند که جهت مولفه ها را با آنها مشخص می‌کنیم . $\vec{A} = \vec{A}_X + \vec{A}_Y$ یا $\boxed{\vec{A} = ACos\theta\ \hat{i} + ASin\theta\ \hat{j}}$

در این روش محدودیتی در تعداد بردارها نداریم و پس از آنکه همه آنها را تجزیه کردیم مولفه‌های افقی آنها را با هم و مولفه های قائم را با در نظر گرفتن جهت با جمع می‌کنیم تا بردار برایند آنها بر حسب بردارهای واحد بدست آوریم .



بطور مثال برای دو بردار A و B داریم :

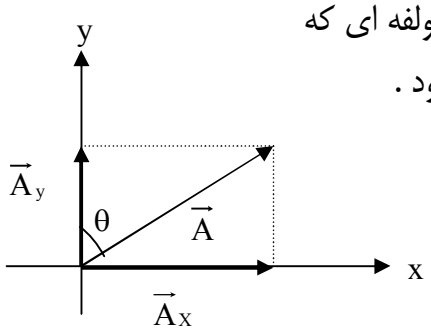
$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

$$\vec{A} = ACos\alpha\ \hat{i} + ASin\alpha\ \hat{j}$$

$$\vec{B} = -BCos\beta\ \hat{i} + BSin\beta\ \hat{j}$$

$$\vec{R} = (ACos\alpha - BCos\ \beta)\ \hat{i} + (ASin\alpha + BSin\ \beta)\ \hat{j}$$

در هنگام تجزیه اگر زاویه مربوطه نسبت به محور ها x نبود هر مولفه ای که درزاویه مشترک بود یعنی به زاویه چسبیده بود ضریب آن Cos خواهد بود .



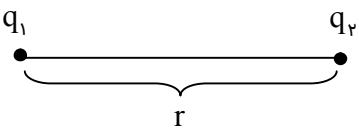
$$\vec{A} = ASin\theta\ \hat{i} + ACos\theta\ \hat{j}$$

طول بردار بر حسب مولفه ها : $\boxed{|\vec{A}| = \sqrt{A_X{}^2 + A_Y{}^2}}$

محاسبه زاویه هر بردار با جهت مثبت محور ها x : $\boxed{\tan\theta = \frac{A_Y}{A_X}}$ یا $\boxed{\theta = Arc\tan\frac{A_Y}{A_X}}$

قانون کولن

نیروی ربایشی یا رانشی بین دو ذره باردار q_1 و q_2 با حاصل ضرب بارهای دو ذره نسبت مستقیم و با مجذور فاصله آنها نسبت وارون دارد . $\boxed{F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}}$ $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$



K ضریب تناسب است که به کمک یک ثابت جهانی بنام ε_0 (اپسیلن صفر) که ضریب گذردهی الکتریکی خلا است معرفی می‌شود. $k = 9\times10^{9}\ \frac{N.m^2}{C^2}$ $\boxed{\varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12}\ \frac{C^2}{N.m^2}}$

در محاسبه نیروی F علامت منفی بارها منظور نمی‌شود و از علامت آنها برای تعیین جهت نیرو استفاده می‌کنیم .

نیرویی که بار q_1 به بار q_2 وارد می‌کند طبق قانون سوم نیوتن برابر است با نیرویی که بار q_2 به بار q_1 وارد می‌کند ولی در جهت عکس . $F_{12} = F_{21}$ و $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

پرسش ۱ ۹۰/۱۰/۱۷

جمله های زیر را کامل کنید.

آ) نیرویی که دو جسم بادار بر یکدیگر وارد می‌کنند ..... نام دارد.

ب) نیروی الکتریکی که دو ذره ی باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند ..... و در جهت مخالف یک دیگرند

پ) نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار با حاصل ضرب اندازه‌ی بارالکتریکی دو ذره نسبت ..... دارد.

ت) اگر فاصله‌ی دو بار نقطه ای از یک دیگر نصف شود، نیروی الکتریکی بین دو بار ..... برابر می‌شود.

پرسش ۲ تألیفی

دو بار ذره‌ای $2\mu c$ و $-4\mu c$ در فاصله ۲۰ cm یکدیگر قراردارند ، نیروی کولنی بین آن دو چند نیوتن است ؟

پرسش ۳ ۸۱/۱۰/۱۵

دو بار الکتریکی، $q_1 = 4\mu c, q_2 = -16\mu c$ در فاصله ۱۰ سانتی متر از یکدیگر قرار دارند . نوع و اندازه نیرویی که هر کدام از این بار ها بر دیگری وارد می کند مشخص کنید . $k = 9\times10^{9}\ \frac{N.m^2}{C^2}$

پرسش ۴ ۸۳/۶/۳

الف – دو بار الکتریکی $q_1 = q_2 = 10\ \mu c$ ، در فاصله‌ی یک متری از هم قرار گرفته اند . نیروی وارد بر هریک از ایـــن دو بار چند نیوتون است ؟ $K = 9\times10^{9}\ N.m^2/C^2$

پرسش ۵

دو ذره با بارهای $q_1 = ۲\mu c$ و $q_2 = ۵\mu c$ در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی که دو ذره به یک‌دیگر وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟

$k = ۹\times۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲}$

۸۹/۲/۶

پرسش ۶

دو ذره با بارهای q_1 و $q_2 = ۵q_1$ در فاصله‌ی ۳ سانتی متر از یک دیگر ثابت شده اند اندازه‌ی نیرویی که دو ذره به یک دیگر وارد می کنند، ۵۰ N است. اندازه‌ی q_1 و q_2 را حساب کنید.

$k = ۹\times۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲}$

۸۹/۱۰/۱۴

پرسش ۷

نیروی الکتریکی بین دوذره‌ی باردار $+۰/۴\mu c$ و $-۰/۸\mu c$ ، برابر $۰/۲N$ است . فاصله‌ی میان دو بار را حساب کنید .

۸۲/۱۰/۱۳

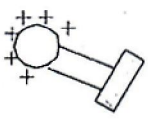
پرسش ۸

دو گلوله کوچک یکسان به جرم $m = ۰/۱ gr$ و بار $q = ۰/۰۴ \mu c$ مطابق شکل در استوانه قرار دارند و یکی از آنها معلق مانده است فاصله دو گلوله را محاسبه کنید .

تألیفی

پرسش ۹

در شکل مقابل ، گلوله‌ی سبک رسانایی از نخ عایقی آویزان است . ابتدا آن را با دست لمس می کنیم . بعد کره‌ی رسانای بارداری را به آن نزدیک می کنیم . با ذکر دلیل ، توضیح دهید چه اتفاقی روی می دهد ؟

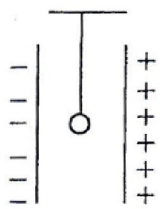


۸۳/۳/۱۶

پرسش ۱۰

الف) جاهای خالی را با کلمات مناسب پرکنید:
اگر بارهای الکتریکی دو جسم ..... باشد ، نیروی بین دو جسم ،رانشی و اگر بارهای الکتریکی دو جسم ..... باشند ، نیروی بین دو جسم ربایشی خواهد بود .

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



۸۴/۶/۷

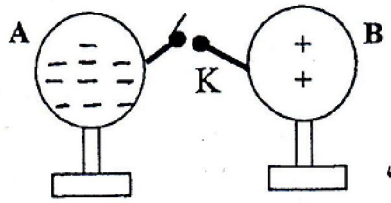
پرسش ۱۱

گلوله‌ی سبک رسانایی از نخ عایقی آویزان است ، ابتدا آن را با دست لمس می کنیم ، بعد میله‌ای با بار منفی را به آن نزدیک می کنیم ، توضیح دهید چه اتفاقی روی می‌دهد ؟

۸۴/۱۰/۱۰

پرسش ۱۲

در شکل روبه رو، دو کره ی رسانای مشابه باردار روی پایه ها ی عایق قراردارند . پیش بینی کنید با بستن کلید k :
الف) الکترون ها د ر چه جهتی جابه جا می شوند؟
ب) جهت قرار دادی 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 بر قراری تعادل الکتریکی تعیین کنید.



۸۸/۳/۱۶

پرسش ۱۳

بارسم شکل و توضیح کافی بنویسید : چگونه می توان در دو کره‌ی رسانای مشابه‌ی بدون بار ، بار الکتریکی مثبت و منفی ایجاد کرد ؟

۸۳/۱۰/۲۷

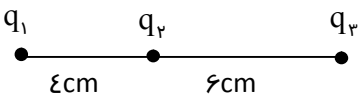
سه ذره باردار روی خط راست

پرسش ۱۴

سه ذره باردار $q_1 = 2\mu c$ و $q_2 = 4\mu c$ و $q_3 = -3\mu c$ مطابق شکل روی یک قراردارند:

الف) نیروی وارد بر بار q_2 را محاسبه کنید .

ب) نیروی وارد بر بار q_3 را محاسبه کنید .



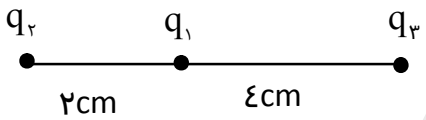
تألیفی

پرسش ۱۵

سه ذره باردار $q_1 = 1\mu c$ و $q_2 = -4\mu c$ و $q_3 = 2\mu c$ مطابق شکل روی یک قراردارند:

الف) نیروی وارد بر بار q_2 را محاسبه کنید .

ب) نیروی وارد بر بار q_1 را محاسبه کنید .



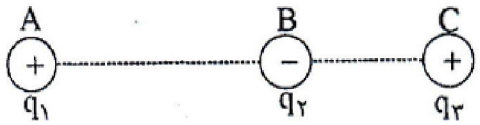
تألیفی

پرسش ۱۶

مطابق شکل زیر، سه ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +2/5\mu C$ ، $q_2 = -1\mu C$ و $q_3 = +4\mu C$ در نقطه های A, B, C ثابت شده اند. بزرگی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 را محاسبه کنید.

$BC = 2cm$,　$AC = 6cm$

$K = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

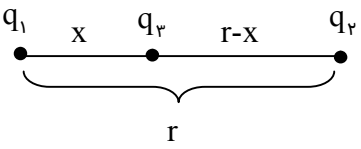


۸۷/۱۰/۲۱

نقطه کور در اصطلاح به نقطه ای روی خط واصل دو بار نقطه ای گفته می‌شود، که اگر بار سومی آنجا قرار گیرد ، برایند نیروهای وارد برآن بار صفر است .

الف) دو بار همنام : در این حالت نقطه کور در بین دو بار و همواره نزدیک بار کوچکتر قراردارد.

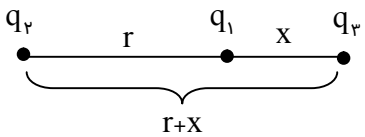
$|q_1| < |q_2|$



$$F_{13} = F_{23} \quad \frac{kq_1q_3}{x^2} = \frac{kq_2q_3}{(r-x)^2} \rightarrow \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(r-x)^2} \rightarrow (\frac{r-x}{x})^2 = \frac{q_2}{q_1}$$

$$(\frac{r}{x}-1)^2 = \frac{q_2}{q_1} \rightarrow \boxed{\frac{r}{x}-1 = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}}$$

ب) دو بار غیر همنام : در این حالت نقطه کور در خارج ازفاصله دو بار و همواره نزدیک بارکوچکتر قراردارد. $|q_1| < |q_2|$



$$F_{13} = F_{23} \quad \frac{kq_1q_3}{x^2} = \frac{kq_2q_3}{(r+x)^2} \rightarrow \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(r+x)^2} \rightarrow (\frac{r+x}{x})^2 = \frac{q_2}{q_1}$$

$$(\frac{r}{x}+1)^2 = \frac{q_2}{q_1} \rightarrow \boxed{\frac{r}{x}+1 = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}}$$

توجه: همانطور که می‌بینید نقطه کور به مقدار و نوع بار سوم بستگی ندارد و ویژگی آن مکان هندسی می‌باشد که در آن نقطه برایند نیروهای دو بار صفر است .

مثال ۱۷ دو بار نقطه ای $q_1 = 8\mu c$ و $q_2 = 2\mu c$ در فاصله ۶۰ cm یکدیگر قرار دارند بار سوم $q_3 = -6\mu c$ را در چه فاصله از بار q_1 قرار دهیم تا برایند نیروهای وارد بر آن صفر شود؟

تألیفی

مثال ۱۸ دو بار نقطه ای $q_1 = 16\mu c$ و $q_2 = -1\mu c$ در فاصله ۳۰ cm یکدیگر قرار دارند بار سوم $q_3 = 4\mu c$ را در چه فاصله از بار q_2 قرار دهیم تا برایند نیروهای وارد بر آن صفر شود؟

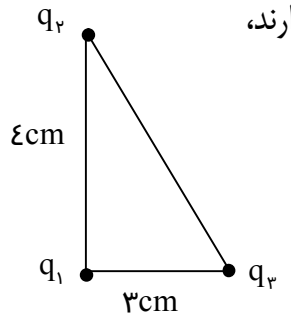
تألیفی

سه ذره باردار روی رئوس مثلث قائم الزاویه

پرسش ۱۹

سه ذره باردار $q_1 = 2\mu c$ و $q_2 = 4\mu c$ و $q_3 = -3\mu c$ مطابق شکل قراردارند، نیروی وارد بر بار q_1 را محاسبه کنید .

تألیفی

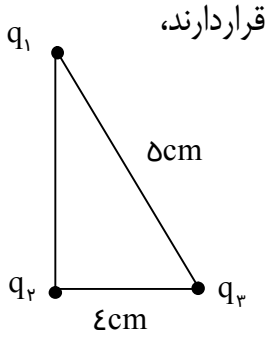


زوایای مکمل کسینوس قرینه دارند . $\text{Cos } x = -\text{Cos } y$ $\longrightarrow$ $x + y = \pi$

پرسش ۲۰

سه ذره باردار $q_1 = 3\mu c$ و $q_2 = 2\mu c$ و $q_3 = -3\mu c$ مطابق شکل قراردارند، نیروی وارد بر بار q_1 را محاسبه کنید .

تألیفی



پرسش ۲۱

در شکل مقابل ، بزرگی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A را حساب کنید و جهت نیروی برآیند را با رسم شکل تعیین کنید.

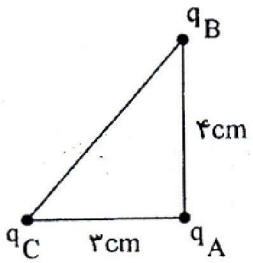
$k = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}$

$q_A = ۲\ \mu C$

$q_B = ۸\ \mu C$

$q_C = ۶\ \mu C$

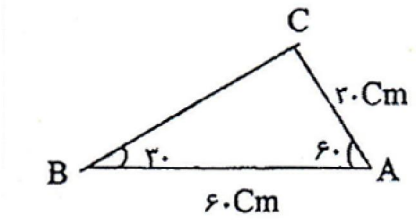
۸۵/۳/۱۶



پرسش ۲۲

در شکل مقابل بزرگی و جهت بر آیند نیروهای وارد بر بار q_A را تعیین کنید. $q_B = ۱۶\mu C$ و $q_A = q_C = ۴\mu C$

$K = ۹\times ۱۰^۹ \frac{Nm^۲}{C^۲}$ و $COS۶۰^\circ = ۰/۵$ $COS۳۰^\circ = \frac{\sqrt{۳}}{۲}$

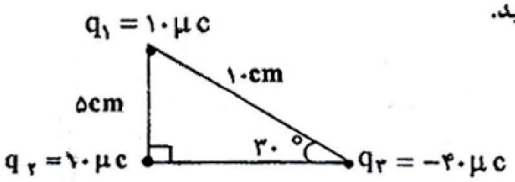


۸۶/۶/۳

پرسش ۲۳

در شکل زیر، بزرگی نیروی برآیند وارد بر بار $q_۱$ را حساب کنید.

$Cos۱۲۰^\circ = -\frac{۱}{۲}$ $K = ۹\times ۱۰^۹ Nm^۲/c^۲$ $Cos۶۰^\circ = \frac{۱}{۲}$



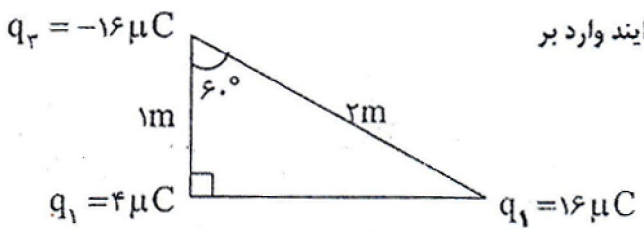
۸۸/۶/۵

پرسش ۲۴

در شکل روبه رو، بزرگی و جهت نیروی الکتریکی برایند وارد بر بار الکتریکی $q_۳$ را تعیین کنید.

$K = ۹\times ۱۰^۹ \frac{Nm^۲}{C^۲}$

$Cos۳۰^\circ = \frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ، $Cos۶۰^\circ = \frac{۱}{۲}$



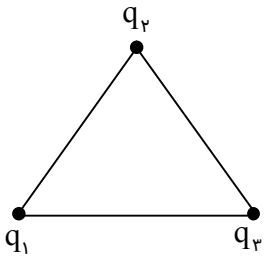
۸۸/۱۰/۱۷

سه ذره باردار روی رئوس مثلث متساوی الاضلاع

پرسش ۲۵

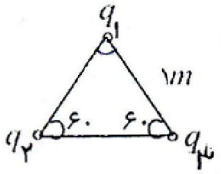
سه ذره باردار $q_1 = 3\mu c$ و $q_2 = 2\mu c$ و $q_3 = -3\mu c$ بر رئوس یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع $10cm$ قراردارند ، نیروی وارد بر بار q_2 را محاسبه کنید .

تألیفی



پرسش ۲۶

در شکل زیر ،بزرگی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 را بدست آورید



$q_1 = q_2 = q_3 = 10\mu c$

$K = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{c^2}$

$Cos30^\circ = 0/86$　　$Cos60^\circ = 0/5$

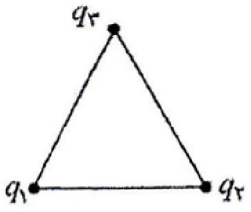
۸۱/۳/۱۲

پرسش ۲۷

مطابق شکل سه بار الکتریکی در رئوس مثلث متساوی الاضلاعی به ضلع ۱ متر ثابت شده اند . برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 را همراه با رسم شکل محاسبه کنید .

$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$

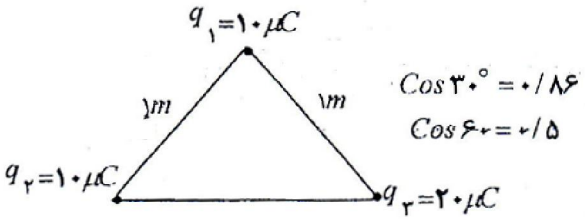
$q_1 = q_3 = +10\mu C$　　$q_2 = -10\mu C$



۸۵/۶/۴

پرسش ۲۸

در شکل مقابل ، سه ذره ی باردار در رئوس مثلث متساوی الاضلاع ثابت شده اند . بزرگی و جهت برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 را همراه با رسم شکل به دست آورید $K = ۹\times ۱۰^{۹}\frac{Nm^{۲}}{C^{۲}}$



$Cos ۳۰^{\circ} = ۰/۸۶$

$Cos ۶۰^{\circ} = ۰/۵$

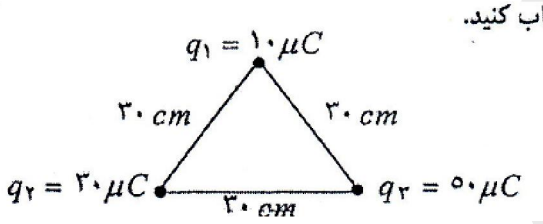
۸۵/۱۰/۱۲

پرسش ۲۹

در شکل زیر،بزرگی برآیند نیروهای وارد بر بار q_1 را حساب کنید.

$k = ۹\times ۱۰^{۹}\frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}$

$\cos ۶۰^{\circ} = \frac{۱}{۲}$



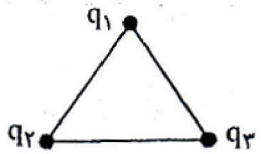
۸۶/۱۰/۱۲

پرسش ۳۰

در شکل روبه رو، بزرگی و جهت بر آیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 را که روی رأس مثلث متساوی الاضلاعی به ضلع ۰/۳متر قرار دارد ،تعیین کنید:

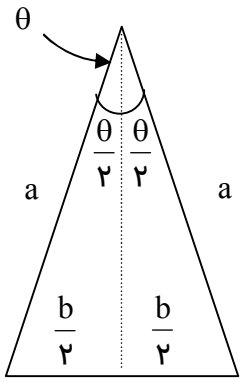
$q_1 = -۴\mu c \qquad q_2 = q_3 = ۵\mu c$

$k = ۹\times ۱۰^{۹}\frac{Nm^{۲}}{C^{۲}} \qquad Cos ۳۰ = ۰/۸۶ \quad , \quad Cos ۶۰ = ۰/۵$



۸۷/۶/۹

سه ذره باردار روی رئوس مثلث متساوی الساقین



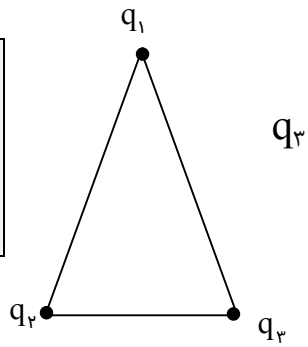
روش محاسبه کسینوس زاویه محدود به دو ساق مثلث متساوی الساقین :

طول ساق ها = a　　طول قاعده = b

رابطه کمان و نصف کمان در مثلثات : $\boxed{Cos(\theta) = ۱ - ۲Sin^{۲}(\frac{\theta}{۲})}$

$$Sin\ (\frac{\theta}{۲}) = \frac{\frac{b}{۲}}{a} = \frac{b}{۲a} \quad \longrightarrow \quad Cos(\theta) = ۱ - ۲(\frac{b}{۲a})^{۲} = ۱ - \frac{b^{۲}}{۲a^{۲}}$$

تألیفی



پرسش ۳۱

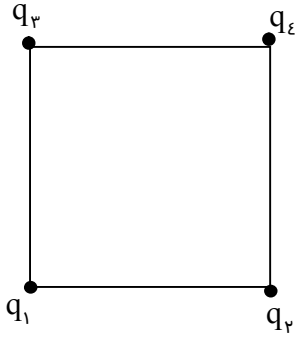
در شکل مقابل طول ساقها ۱۲cm و طول قاعده ۸cm است

نیروی وارد بر $q_۱$ را محاسبه کنید . $q_۱ = -۳\mu c$ و $q_۲ = ۲\mu c$ و $q_۳ = ۴\mu c$

چهار ذره باردار روی رئوس چهار ضلعی

معمولاً این گونه مسایل که بارها بررئوس یک چهار ضلعی هستند از روش تجزیه بردارها حل می‌شوند .

تألیفی



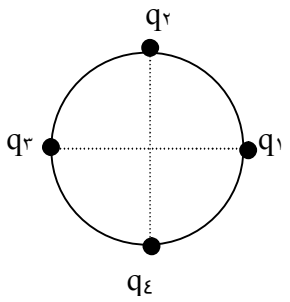
پرسش ۳۲

با توجه به شکل مقابل(مربعی به ضلع ۱۰cm) نیروی وارد بر بار $q_۴$ را حساب کنید .

$q_۱ = q_{۲} = -۲\mu c$　　$q_۳ = q_{۴} = ۳\mu c$

$Cos۴۵ = Sin = ۴۵ = ۰/۷$

تألیفی



پرسش ۳۳

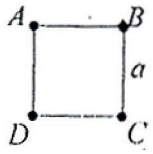
در شکل مقابل برآیندنیروهای وارد بر بار q_1 را محاسبه نمایید .

$R = ۳۰cm$

$q_۲= q_۱= -۴\ \mu c$ و

$q_۳ = q_۴= ۴\ \mu c$

۸۳/۳/۱۶



پرسش ۳۴

مطابق شکل روبه رو ، چهار بار مساوی در چهار رأس مربعی به ضلع a قرار دارند ، برآیند نیروی وارد بر بار C را محاسبه کنید و شکل آن را رسم کنید .

$(q_A = q_B = q_D = -q_C = q)$

میدان الکتریکی به خاصیتی که یک بار الکتریکی در هر نقطه ازفضای اطراف خود ایجاد می-کند میدا ن الکتریکی می‌گویند یعنی اگر بار الکتریکی دیگری در میدان الکتریکی قرار گیرد از طرف میدان به آن نیرو وارد می‌شود . (میدان الکتریکی کمیّتی برداری است که با نماد $\vec{E}$ نشان داده می‌شود و واحد آن در SI، ($\frac{N}{C}$) نیوتن بر کولن است) .

تعریف کمّی میدان الکتریکی نیروی وارد بر یکای بار الکتریکی مثبت در هرنقطه را ، میدان الکتریکی آن نقطه می‌نامیم.

خط های میدان الکتریکی میدان الکتریکی را در اطراف یک جسم باردار با خطهایی فرضی نشان میدهیم که به آنها خطهای میدان الکتریکی می‌گویند .

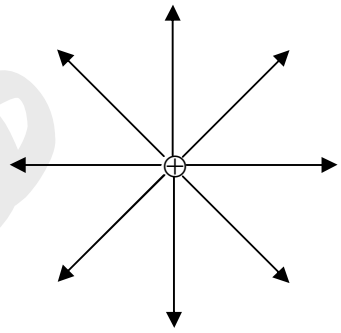
ویژگی‌های خطوط میدان الکتریکی

۱ – خطوط میدان در هر نقطه ،هم جهت با نیروی وارد بر بار مثبت واقع در آن نقطه اند . جهت این خطوط ازبار مثبت دور شده و به بار منفی نزدیک می‌شود .

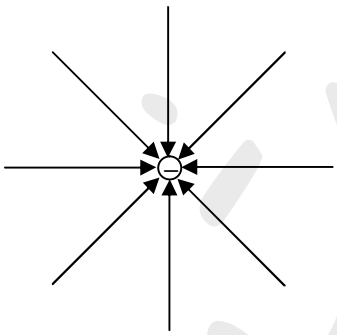
۲ – جهت میدان درهرنقطه همسوباخطوط میدان است‌که بابردار مماس برخطوط میدان‌درآن نقطه نشان‌داده می‌شود .

۳ – در هر نقطه که میدان قوی تر است خطوط میدان به یکدیگر نزدیکتر و متراکم تر هستند .

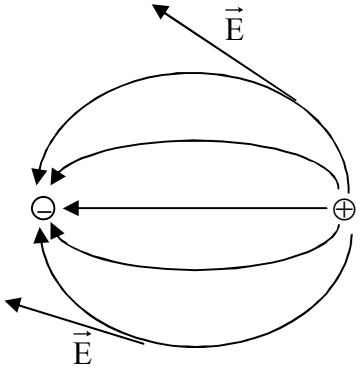
۴ – در هر نقطه از فضا فقط یک میدان الکتریکی وجود دارد ، که همان میدان الکتریکی برایند می‌باشد ، یعنی خطوط میدان همدیگر را قطع نمی‌کنند .



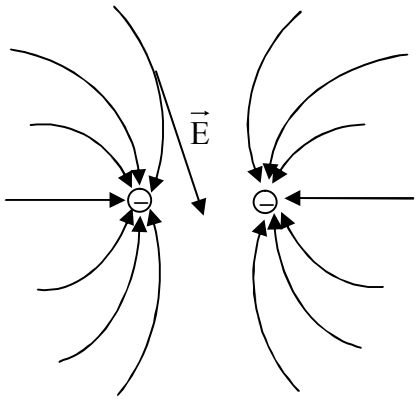
الف) بار مثبت منفرد



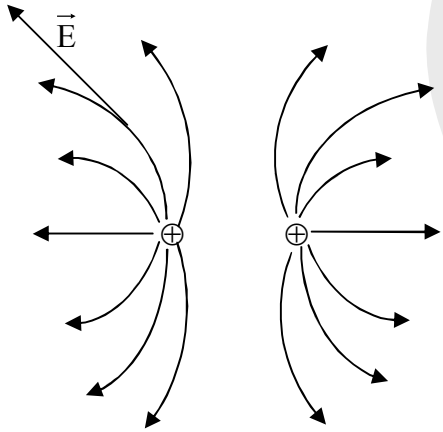
ب) بار منفی منفرد



ج) دو قطبی الکتریکی



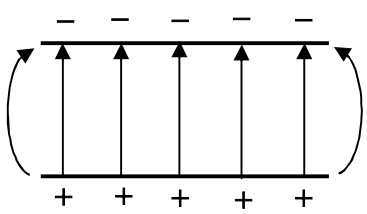
د) دو بار الکتریکی منفی و هم اندازه



ه) دو بارالکتریکی مثبت و هم اندازه

اگر بارها هم اندازه نباشند باری که اندازه بیشتر دارد تعداد خطوط بیشتری برای آن رسم می‌کنیم .
(به فعالیت ۲ – ۳ کتاب مراجعه شود .)

ز) میدان الکتریکی یکنواخت : میدان الکتریکی بین دو صفحه فلزی با بارهای هم اندازه و مخالف در نقاط دور از لبه‌ها را میدان الکتریکی یکنواخت می‌گویند .



خطوط میدان بایستی موازی و با فاصله یکسان از هم باشند (؟) .

پرسش ۳۵

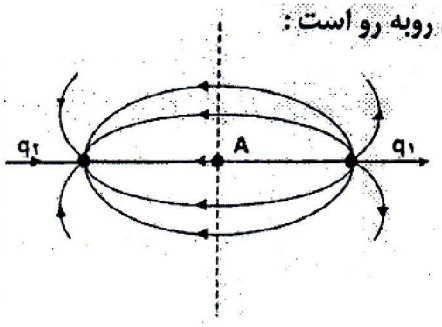
خط های میدان الکتریکی ناشی از دو ذره ی باردار q_1وq_2 مطابق شکل روبه رو است :

آ) نوع بار الکتریکی q_1 راتعیین کنید.

ب) اندازه ی بارالکتریکی دو ذره را با یکدیگر مقایسه کنید.

پ) اگر بارالکتریکی مثبت در نقطه ی A قرار گیرد،

جهت نیروی الکتریکی وارد برآن را بارسم شکل نشان دهید.



۹۰/۶/۱۴

فرمولهای مرتبط با میدان الکتریکی

در متن کتاب و تمرینهای آخر فصل سه فرمول برای میدان الکتریکی بیان شده است که برحسب کاربرد معرفی می‌شوند:

۱ – رابطه $\boxed{E=\frac{kq}{r^2}}$ زمانی بکار می‌رود که بار q منشاء میدان است و میدان حاصل از آن را در فاصله r محاسبه می‌شود.

۲ – رابطه $\boxed{E=\frac{F}{q}}$ برای محاسبه نیروی F وارد بر بارq در میدان خارجی E بکار می‌رود ، یعنی بار q در معرض میدان خارجی E قراردارد .

۳ – رابطه $\boxed{E=\frac{V}{d}}$ برای محاسبه میدان یکنواخت بکار می‌رود ، که فاصله دو صفحه فلزی d و اختلاف پتانسیل بین صفحات برابر V است .

پرسش ۳۶

میدان الکتریکی حاصل از بار $q = 4\,\mu c$ را در فاصله‌ی ۰/۱ متری از آن محاسبه کنید .

۸۳/۶/۳

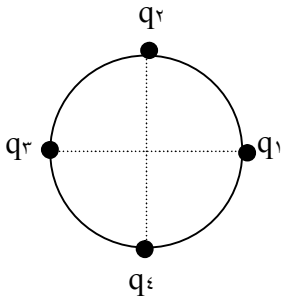
پرسش ۳۷

در شکل مقابل شدت میدان در مرکز دایره را محاسبه نمایید .

$R = 30\,cm$

$q_2 = q_1 = -4\,\mu c$

$q_3 = q_4 = 4\,\mu c$



تألیفی

پرسش ۳۸

ذره‌ای به جرم ۲ gr و بار الکتریکی $-4\mu c$ بین دو صفحه موازی باردار معلق است و بحالت تعادل قرار دارد : الف) بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه و جهت آنرا (بارسم شکل) نشان دهید .
ب) اگر فاصله دو صفحه ۳ mm باشد اختلاف پتانسیل بین دو صفحه چقدر است ؟

تألیفی

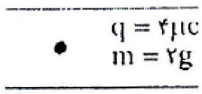
پرسش ۳۹

در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $2\times10^{4}\ \frac{N}{C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره‌ی بارداری به جرم ۴g معلق و در حال سکون قرار دارد. اندازه و نوع بارالکتریکی ذره را مشخص کنید. $g = 10\frac{N}{kg}$

۸۹/۶/۶

پرسش ۴۰

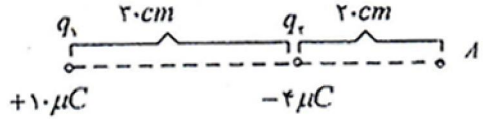
در شکل مقابل ذره‌ای با بار مثبت، در میدان الکتریکی یکنواخت ، معلق و در حال تعادل قرار دارد . جهت میدان الکتریکی و بزرگی آن را تعیین کنید . $g = 10\frac{N}{Kg}$



۸۱/۵/۳۱

پرسش ۴۱

در شکل روبه رو ،اندازه‌ی برآیند میدان های الکتریکی را در نقطه‌ی A ،حساب کنید و جهت میدان برآیند را نشان دهید .



۸۲/۳/۱۷

پرسش ۴۲

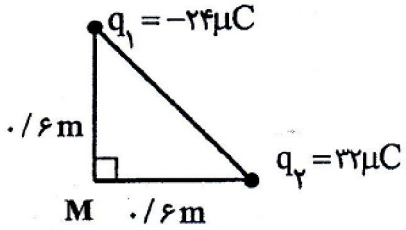
الف) با طراحی یک آزمایش ، برهم کنش بارهای الکتریکی هم نام بر یک دیگر را نشان دهید .

ب) میدان الکتریکی را تعریف کنید و رابطه ی آن را بنویسید .

۸۵/۶/۴

پرسش ۴۳

در شکل روبه رو ، بزرگی و جهت میدان الکتریکی برایند را در نقطـه ی M (رأس قائم مثلث) تعییـن کنید :

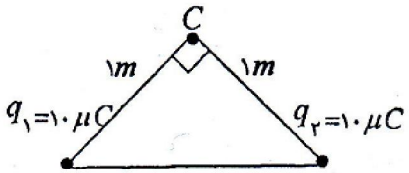


۸۷/۳/۴

پرسش ۴۴

در شکل روبه رو ، بزرگی و جهت میدان الکتریکی بر آیند حاصل از بارهای q_1 و q_2 را در نقطه ی C تعیین کنید.

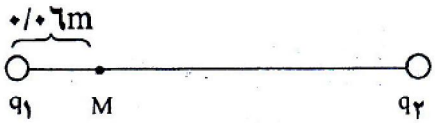
$k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$ ، $Cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ، $Cos 90^\circ = 0$



۸۵/۱۰/۱۲

پرسش ۴۵

دو بار الکتریکی ذره ای $q_1 = -3\times10^{-6}C$ و $q_2 = -27\times10^{-6}C$ مطابق شکل در فاصله‌ی ۰/۲۴ متری از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. بزرگی میدان الکتریکی را در نقطه M محاسبه کنید.



$k = 9\times10^{9}\ \frac{N.m^2}{C^2}$

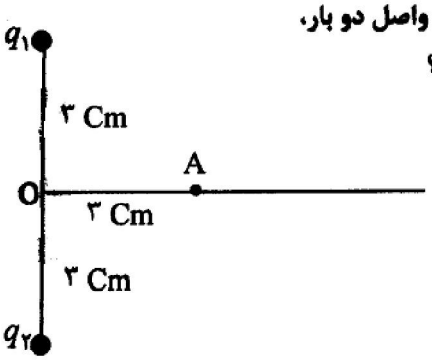
۹۰/۳/۱۶

پرسش ۴۶

دو بار الکتریکی نقطه ای هم نام $q_1 = q_2 = 5\mu C$ مطابق شکل به فاصله ی ۶ سانتی متر از یک دیگر قرار دارند.

الف) اندازه ی میدان الکتریکی در نقطه ی A واقع بر عمود منصف خط واصل دو بار، در فاصله ی ۳ سانتی متر از نقطه ی O چند نیوتون بر کولن است؟

ب) جهت میدان الکتریکی را در نقطه ی A با رسم شکل تعیین کنید.



$k = 9\times10^{9}\ \frac{N.m^2}{C^2}$

۹۱/۳/۶

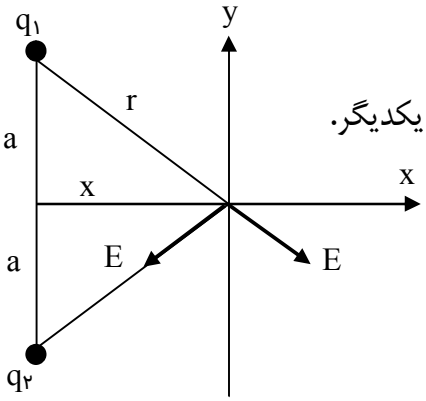
دوقطبی الکتریکی

این اصطلاح در مسایلی مطرح شده است که دو بار نقطه‌ای الکتریکی هم اندازه داریم و می‌خواهیم میدان الکتریکی را در نقطه‌ای دلخواه روی عمود منصف خط واصل دو بار محاسبه کنیم .

پرسش ۴۷

محاسبه میدان برای دو بار نقطه‌ای الکتریکی هم اندازه و مخالف یکدیگر.

$q_1 > 0$ و $q_2 < 0$

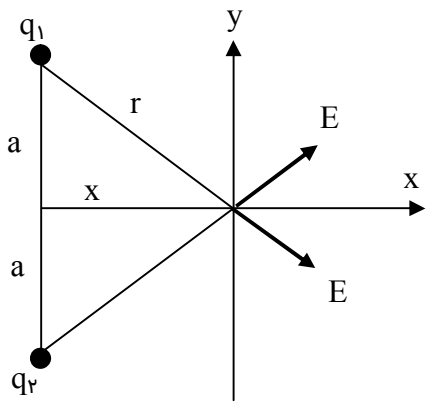


تألیفی

پرسش ۴۸ محاسبه میدان برای دو بار نقطه‌ای الکتریکی هم اندازه و همنام.

$q_۲ = q_۱ > ۰$

تألیفی

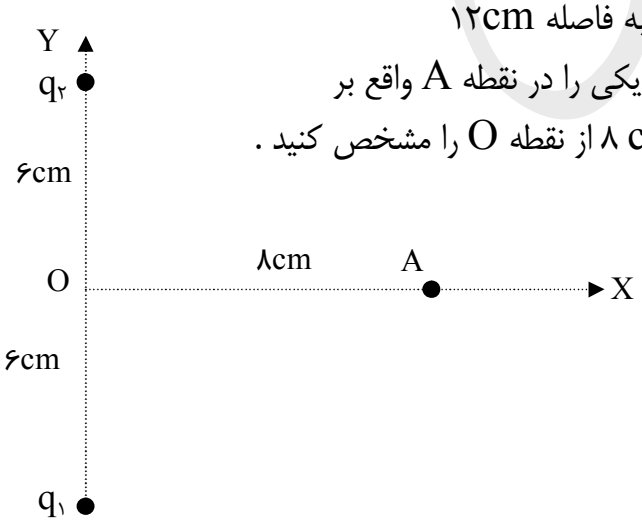


پرسش ۴۹ آیا می‌توانید جواب را برای دو بار نقطه‌ای الکتریکی هم اندازه و همنام منفی حدس بزنید ؟

تألیفی

پرسش ۵۰ دو بار الکتریکی همنام $q_۲= -q_۱= ۱۰\ \mu C$ به فاصله ۱۲cm از یکدیگر قرار دارند جهت و اندازه میدان الکتریکی را در نقطه A واقع بر عمود منصف خط واصل دو بار ، در فاصله ۸ cm از نقطه O را مشخص کنید .

تألیفی



توزیع بار الکتریکی در اجسام

نارسانا : بار اضافی داده شده به نارسانا در همان محل می‌ماند و جابجا نمی‌شود .

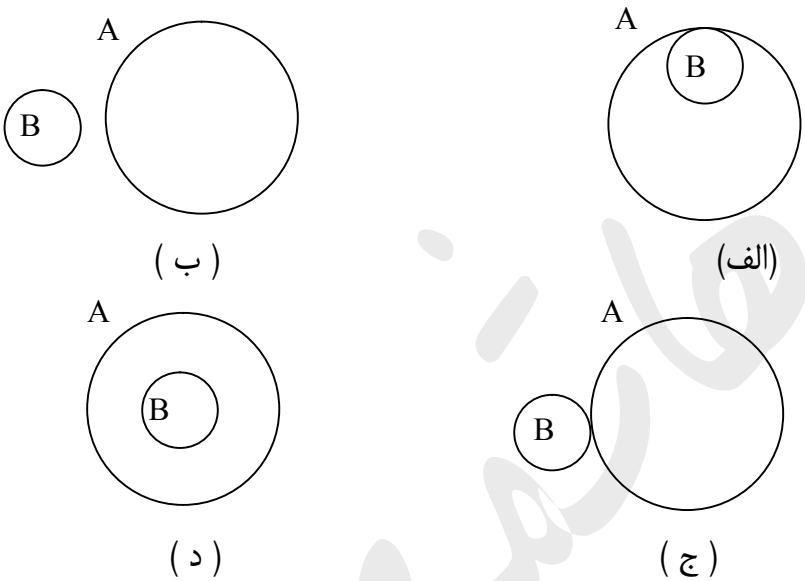
رسانا : بر خلاف نارسانا بار اضافی داده شده به رسانا در جسم توزیع می‌شود و درهمان محل ساکن نمی‌ماند .

نکته : بار الکتریکی داده شده به رسانا به سطح خارجی آن می‌رود ودر آنجا توزیع می‌شود و سطح داخلی بدون بار است .

(آزمایش ۲ – ۳ کتاب حتماً مطالعه شود)

پرسش ۱

کره فلزی A بدون بار و کره فلزی B بار منفی دارد با ذکر دلیل توزیع بار را در کره‌ها را نشان دهید:



تألیفی

چگالی سطحی بار الکتریکی

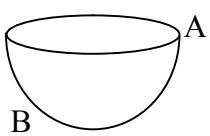
بارالکتریکی موجود در واحد سطح خارجی جسم رسانا را چگالی سطحی بار الکتریکی می‌نامند که واحد آن درSI کولن بر مترمربع ($\frac{C}{m^2}$) است و با نماد σ (سیگما یا زیگما) نشان داده می‌شود . $\sigma = \frac{q}{A}$

نکته : در مکانهای برجسته و نوک تیز که نسبت به مکانهای دیگر شعاع انحنای کمتری دارند چگالی سطحی بار بیشتر است .

نکته : کره به علت تقارن کامل هندسی در همه نقاط چگالی سطحی بار الکتریکی یکسانی دارد و بیشتر در مسایل مطرح می‌شود . مساحت آن از رابطه $A = 4\pi R^2$ محاسبه می‌شود .

پرسش ۲

در شکل مقابل یک پوسته نیمکره فلزی باردار نشان داده شده است چگالی سطحی بار در نقاط A و B رابا دلیل مقایسه کنید .



تألیفی

پرسش ۳

چگالی سطحی دوکره فلزی که نسبت شعاعهای آنها $\frac{R_1}{R_2} = \frac{3}{2}$ است با هم برابر می‌باشد ، نسبت بار الکتریکی آنها چقدر است ؟

تألیفی

انرژی پتانسیل الکتریکی

کاری که انجام میدهیم تا با سرعت ثابت بار الکتریکی مثبت را در خلاف جهت میدان خارجی (بار منفی در جهت میدان خارجی) جابجا کنیم بصورت انرژی پتانسیل الکتریکی در بار ذخیره می‌شود .

محاسبه کار انجام شده در میدان الکتریکی

اگر بار الکتریکی q در معرض میدان E قرار گیرد ، نیروی الکتریکی F=Eq برآن وارد می‌شود ، برای آنکه بار با سرعت ثابت در میدان حرکت کند بایستی نیروی $F = F' = Eq$ درجهت مخالف به آن وارد شود :

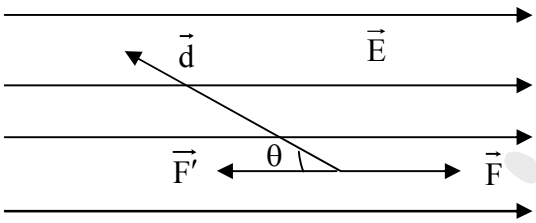
$W = F'dCos\theta \longrightarrow \boxed{W = EqCos\theta}$

F= نیرویی که میدان وارد می‌کند .

F′ نیرویی که برای انجام کاربه ذره باردار وارد می‌شود .

θ = زاویه بین F′ و d است .

شکل مقابل برای ذره باردار مثبت رسم شده است .



تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی ΔU

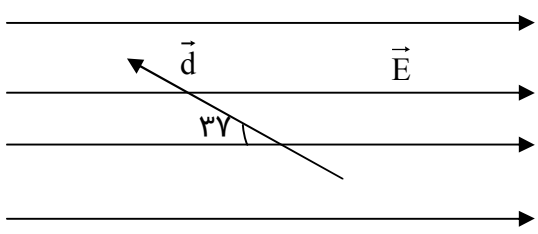
تغییرانرژی پتانسیل الکتریکی یک بار الکتریکی وقتی آنرا در یک میدان الکتریکی جابجا می‌کنیم ، برابر کاری است که برای جابجایی آن بار الکتریکی صرف می‌شود . $\boxed{\Delta U = W}$

به بیان ساده اگر جابجایی بار الکتریکی در جهت میل طبیعی آن (هم سو با F) باشد $\Delta U < 0$ واگرخلاف میل طبیعی آن (هم سو با F′) باشد $\Delta U > 0$ است .

پرسش ۵۴

با توجه به شکل مقابل کار انجام شده روی بار q را محاسبه کنید ، تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی آنرا چگونه توصیف می‌کنید . ، تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی را محاسبه کنید .

$q = -2\mu C$ و $E = 2\times10^{4}\frac{N}{C}$ و $d = 40\ cm$



تألیفی

پرسش ۵۵

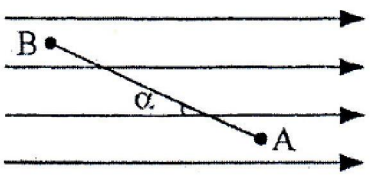
مطابق شکل رو به رو ، بار $q = ۱۰\mu C$ را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت $E = ۸\times ۱۰^{۵}\ \frac{N}{C}$ ازنقطه‌ی A تا B جا به جا می کنیم. اگر $AB = ۴m$ و $\alpha = ۳۰^{\circ}$ باشد ، مطلوب است :

الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q

ب) کاری که برای این جا به جایی باید انجام دهیم

پ) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q

۸۶/۳/۱۰



$$\cos ۳۰^{\circ} = \frac{\sqrt{۳}}{۲}$$

اختلاف پتانسیل الکتریکی

اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه ، برابرتغییرانرژی پتانسیل الکتریکی (کار انجام شده) یکای بار الکتریکی مثبت است ، وقتی یکای بار از نقطه اول تا نقطه دوم جابجا می‌شود . واحد اختلاف پتانسیل ولت یا ژول بر کولن می‌باشد . $\boxed{\Delta V = \frac{\Delta U}{q}}$ یا $\boxed{V_۲ - V_۱ = \frac{U_۲ - U_۱}{q}}$

نکته : هرگاه بار الکتریکی مثبت در جهت میدان الکتریکی جابجا شود از پتانسیل الکتریکی بیشتر به پتانسیل الکتریکی کمتر رفته است ، به بیان دیگر جایی که مثبت تر است در پتانسیل الکتریکی بیشتر است .

نکته : چون جهت قراردادی جریان الکتریکی از قطب مثبت به قطب منفی است بنابر این قطب مثبت پتانسیل بیشتر از قطب منفی دارد . $\boxed{\Delta V = V_{+} - V_{-}}$

(*مثال* ۲- ۱۴ کتاب با دقت بیشتری مطالعه شود .)

پرسش ۵۶

هر گاه پایانه مثبت یک باتری ۹ ولتی را به زمین وصل کنیم ، پتانسیل پایانه ی منفی آن چند ولت خواهد شد ؟

۸۱/۱۰/۱۵

پرسش ۵۷

اگر پایانه‌ی مثبت یک باتری ۱۲ ولتی را به زمین وصل کنیم ، پتانسیل پایانه‌ی منفی آن چند ولت خواهد شد ؟

۸۳/۶/۳

پرسش ۵۸

اختلاف پتانسیل میان دو صفحه‌ی رسانا ۱۰۰۰ ولت است .ذره ی با بار مثبت از مجاور صفحه ی مثبت و از حال سکون به طرف صفحه ی منفی شتاب می گیرد . با صرف نظر از نیروی وزن ، توضیح دهید انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره وقتی به صفحه ی با بار منفی می رسد . افزایش می یابد یا کاهش ؟ اندازه‌ی تغییرات این انرژی را حساب کنید .

$q_{p} = ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}c$

۸۲/۶/۱۶

پرسش ۵۹ — ۸۲/۱۰/۱۳

کدامیک از عبارت های ستون الف با کدامیک از عبارت های ستون ب مرتبط است ؟

الف	ب
۱ – خاصیتی است در اطراف بار الکتریکی ساکن .	۱ – بار الکتریکی نقطه ای
۲ – جهت میدان الکتریکی در خلاف جهت نیروی وارد بر آن است .	۲ – بار الکتریکی منفی
۳ – میدان حاصل از آن از رابطه‌ی $\frac{kq}{r^2}$ به دست می آید .	۳- نیروی الکتریکی
٤ – از رابطه‌ی $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ به دست می آید .	٤ – میدان الکتریکی
	٥ – ثابت کولن
	٦ – مقدار ضریب گذر دهی خلا

پرسش ۶۰ — ۸۳/۶/۳

با طراحی یک آزمایش و رسم شکل ، نشان دهید؛ تجمع بار در نقاط نوک تیز اجسام رسانا بیشتر است .

پرسش ۶۱ — ۸۳/۱۰/۲۷

به یک کره‌ی رسانا به قطر ۲ سانتی متر، ۱۸۸/۴ میکروکولن بار الکتریکی داده شده است . با در نظر گرفتن $\pi = 3/14$ ، چگالی سطحی بار کره را حساب کنید .

پرسش ۶۲ — ۸۳/۱۰/۲۷

ذره ای با بار $15\mu c$، در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $E = 150000 \frac{N}{C}$ ، به اندازه‌ی ۰/۵ متر در جهت عمود بر میدان با سرعت ثابت جا به جا شده است.کارمیدان روی ذره چند ژول است ؟

$\sin 90^\circ = 1$ $\cos 90^\circ = 0$

پرسش ۶۳ — ۸٤/۳/۱٦

الف) جاهای خالی را با کلمات مناسب پرکنید:

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) چگالی سطحی بار را تعریف کنید و رابطه ی آن را بنویسید.

پ) در شکل رو به رو، خط های میدان الکتریکی را رسم کنید و جهت میدان را روی این خط ها نشان دهید.

$-q$ ○ ..... ○ $+4q$

پرسش ۶۴ — ۸۴/۳/۱۶

آزمایشی را طراحی کنید که نشان دهد چگالی سطحی بارهای الکتریکی اجسام رسانا در قسمت های برجسته بیشتر از سایر نقاط است .

پرسش ۶۵ — ۸۷/۳/۴

با طراحی یک آزمایش نشان دهیـــد، چگالی سطحی بار الکتریکی در کدام قسمت جسم رسانای نامتقـــارن بیشتر است ؟

پرسش ۶۶ — ۸۴/۶/۷

الف- یکای چگالی سطحی بار چیست ؟

ب- هرگاه μC ۶۲۸۰۰ بار الکتریکی را روی سطح کره ای رسانا به مساحت m^2 ۰/۰۰۳۱۴ قرار دهیم چگالی سطحی بار آن چقدر می شود؟

پرسش ۶۷ — ۸۹/۱۰/۱۴

به یک کره‌ی رسانا به شعاع ۱cm بار الکتریکی μc ۱۲۵۶ داده شده است. چگالی سطحی بار کره را حساب کنید.

پرسش ۶۸ — ۸۴/۶/۷

اختلاف پتانسیل پایانه های باتری اتومبیل ۱۲ V است . اگر ۱/۲+ کولن بار الکتریکی از پایانه ی مثبت تا پایانه ی منفی جابه جا شود ، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چه اندازه و چگونه تغییر می کند ؟

پرسش ۶۹ — ۸۵/۱۰/۱۲

جاهای خالی را با کلمات مناسب پرکنید:

الف- اگر بارهای الکتریکی دو جسم نابرابر باشند،نیروی الکتریکی‌وارد شده بر هریک از جسم‌ها ،.....می باشد.

ب – بارالکتریکی موجود در واحد سطح یک جسم رسانا را ..... بار الکتریکی می گویند و یکای آن ..... است.

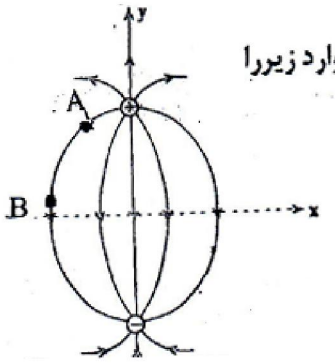
پ – آزمایشی طراحی کنید که بتوان به وسیله آن نیروی الکتریکی بین دو جسم باردار را آشکار نمود.

پرسش ۷۰

شکل مقابل، یک دو قطبی الکتریکی را نشان می دهد.با توضیح کافی، موارد زیررا پاسخ دهید

۱- میدان الکتریکی در نقطه‌ی A قوی تر است یا نقطه‌ی B ؟

۲- پتانسیل الکتریکی در کدام نقطه ، بیش تر است ؟



۸۷/۱۰/۲۱

پرسش ۷۱

بار الکتریکی $q = -۱۲\mu C$ ، از نقطه ای با پتانسیل الکتریکی $V_۱ = -۴۰V$ تا نقطه ای با پتانسیل $V_۲ = ۱۰V$ ، آزادانه جا به جا می شود .

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

ب) با توجه به قانون پایستگی انرژی، توضیح دهید انرژی پتانسیل بار q به چه نوع انرژی ای تبدیل می گردد؟

۸۹/۳/۱۶

پرسش ۷۲

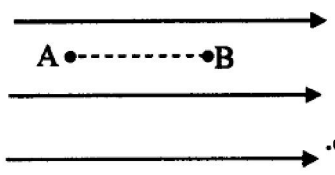
دو کره‌ی توپر با شعاع های مساوی یکی **مسی** و دیگری **پلاستیکی** روی پایه های عایق قرار دارند. به هر دو کره مقدار مساوی بار الکتریکی همنام می دهیم. **نحوه‌ی توزیع بار الکتریکی** درهریک از آن ها چگونه است ؟

۹۰/۳/۱۶

پرسش ۷۳

بار الکتریکی منفیq را با سرعت ثابت دریک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطه ی A تا B جابه جا می کنیم.

با توجه به شکل در جاهای خالی کلمه های مناسب بنویسید.



الف)انرژی پتانسیل الکتریکی بار منفی q ..... می یابد.

ب) کاری که ما در این جابه جایی انجام می دهیم ..... است.

پ) پتانسیل الکتریکی نقطه ی A از پتانسیل الکتریکی نقطه ی B ..... است.

۹۱/۳/۶

پرسش ۷۴

دو صفحه‌ی رسانای موازی و هم اندازه به فاصله ی۲سانتی متر از هم واقع اند و اختلاف پتانسیل بین آن ها ۲۰ولت است. ذره ای با بار الکتریکی $q = ۴\mu C$ از صفحه ی منفی تا صفحه ی مثبت جابه جا می شود:

الف) اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه چند ولت بر متر است ؟

ب) انرژی پتانسیل الکتریکی ذره چند ژول تغییر می کند ؟

۹۰/۱۰/۱۷

خازن یک قطعه الکتریکی است که می‌تواند مقداری بار الکتریکی و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کرده(شارژ) و در زمان لازم آنرا در مدار تخلیه نماید .

خازن تخت یا مسطح : خازنی که از دو صفحه مسطح موازی با عایقی بین صفحات (دی الکتریک) آن ساخته شده و با نماد ⊣ ⊢ نشان داده می‌شود .

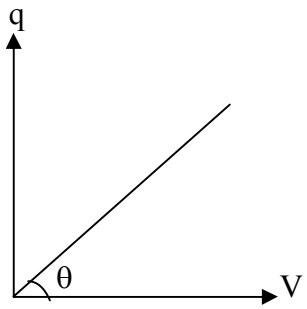
ذخیره بار در خازن (شارژشدن) : اگر دو صفحه خازن را به دو پایانه باتری وصل کنیم در زمان بسیار کوتاهی بارهای الکتریکی از باتری به سمت صفحات حرکت می‌کنند و صفحات بار همنام با پایانه ها پیدا می‌کنند و اختلاف پتانسیل بین صفحات برابر با اختلاف پتانسیل بین دو قطب باتری می‌شود ، و عملاً جریانی از خازن عبور نمی‌کند .

ظرفیت خازن : نسبت بار ذخیره شده در خازن به اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن را ظرفیت خازن می‌گویند که با نماد C نمایش میدهند و واحد آن در SI برابر فاراد(F) می‌باشد . $C=\frac{q}{V}$

(فاراد ظرفیت بسیار بالایی است و معمولا ظرفیت خازنها درحد میکرو یا پیکو فاراد است .)

نکته : C در رابطه بالا مقدار ثابتی است و با تغییر V و q تغییر نمی‌کند یعنی تغییرات q با V متناسب است .

رابطه خطی $q=CV$ را درنظر بگیرید $\leftarrow C=\tan\theta$



عوامل موثر بر ظرفیت خازن

ظرفیت خازن بستگی به مشخصات ساختاری آن دارد :

۱ – ظرفیت خازن با مساحت صفحات خازن نسبت مستقیم دارد . $(C \propto A)$

۲ – ظرفیت خازن با فاصله صفحات خازن نسبت عکس دارد . $(C \propto \frac{1}{d})$

۳ – ظرفیت خازن بستگی به جنس دی الکتریک بین صفحات دارد . $(C \propto k)$

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

(K ضریبی بدون یکاست که به آن ثابت دی الکتریک می‌گویند و کمترین مقدار آن برابر $k=1$ برای خلاء است .)　　ε_0 که ضریب گذردهی الکتریکی خلا است. $\varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12}\frac{C^2}{N.m^2}$

مثال مساحت صفحات خازنی را محاسبه کنید که ظرفیت آن ۱ F و فاصله صفحات آن $d=1mm$ و ثابت دی الکتریک آن $k=100$ باشد .

تألیفی　　پرسش ۷۵

پرسش ۷۶

با رسم شکل ، مداری طراحی کنید ، که به وسیله‌ی آن بتوان پر شدن خازن را نشان داد .

۸۲/۶/۱۶

پرسش ۷۷

الف - سه عامل موثر بر ظرفیت خازن تخت کدامند ؟ رابطه ی ظرفیت خازن با این عاملها را بنویسید .
ب - با رسم شکل آزمایشی را طراحی کنید که بتوان تخلیه ی خازن را نشان داد .

۸۱/۵/۳۱

پرسش ۷۸

شخصی می خواهد خازن ۴۴۲/۵ میکروفارادی تختی به مساحت $1\,cm^2$ طراحی کند ، به طوری که فاصلهٔ میان صفحاتش ۰/۰۱mm باشد ، ثابت دی الکتریک مورد استفاده ی او را حساب کنید . $\varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12}\ \frac{C^2}{N.m^2}$

۸۱/۱۰/۱۵

پرسش ۷۹

بین دو ورقه‌ی فلزی که ابعاد هر کدام $40cm\times40cm$ است یک کاغذ آغشته به پارافین به ضخامت 0/2mm قرار می دهیم. اگر ثابت دی الکتریک را ۲ فرض کنیم ، ظرفیت این خازن را محاسبه کنید. $\varepsilon_0 \cong 9\times10^{-12}\ \frac{C^2}{N.m^2}$

۸۲/۱۰/۱۳

پرسش ۸۰

از بین کمیت های زیر ، تعیین کنید کدام یک بر ظرفیت خازن ، مؤثر و کدام یک بی اثرند ؟
الف) سطح مشترک صفحه ها **ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه ها**
پ) بار الکتریکی ذخیره شده در آن **ت) نوع دی الکتریک بین صفحه ها**

۸۸/۶/۵

پرسش ۸۱

دو صفحه‌ی تخت مسی را به دو طرف لایه‌ای از یکی از دی الکتریک های جدول رو به رو ، می چسبانیم تا یک خازن تخت ساخته شود. با ذکر دلیل مشخص کنید برای به دست آوردن بیشترین ظرفیت از کدام دی الکتریک استفاده کنیم .

نام دی الکتریک	ثابت دی الکتریک	ضخامت دی الکتریک
A	۲	۰/۴ میلی متر
B	۳	۰/۸ میلی متر
C	۴	۱ میلی متر
D	۵	۱۲ میلی متر

۹۰/۳/۱۶

پرسش ۸۲

هر یک از تغییرات زیر چه تاثیری در ظرفیت خازن دارد؟
الف) افزایش فاصله ی بین صفحه های خازن.
ب) کاهش ولتاژ دو سر خازن.
پ) بر داشتن دی الکتریک بین صفحه های خازن.

۹۱/۳/۶

پرسش ۸۳

مساحت صفحه های موازی خازن تختی $۴cm^۲$ وفاصله ی میان آن ها ۲mm است ، اگر میدان الکتریکی بین صفحه ها $۵۰۰\frac{N}{C}$ باشد وبین صفحه ها هوا قرارداشته باشد :
الف) ظرفیت خازن چند فاراد است ؟
ب) اختلاف پتانسیل بین صفحه ها ی خازن چند ولت می باشد ؟

$\varepsilon_۰ \cong ۹\times۱۰^{-۱۲}\frac{C^۲}{Nm^۲}$

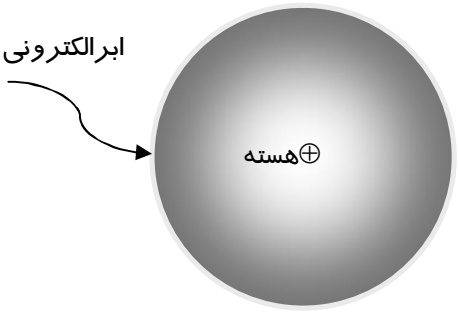
۹۰/۶/۱۴

فروشکست

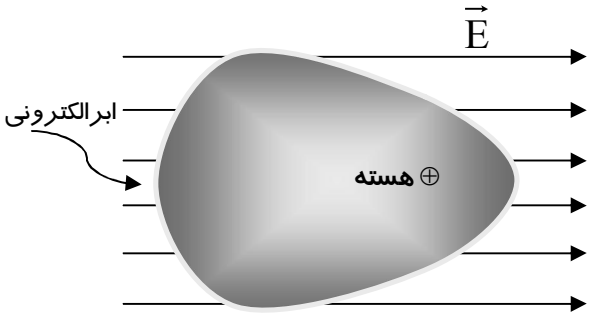
اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازن از حد معینی بیشتر شود ، میدان الکتریکی بسیار قوی بین دو صفحه بوجود می‌آید که دی الکتریک بین دو صفحه بطور موقت رسانا شده و با ایجاد جرقه خازن تخلیه شده و دی الکتریک سوراخ می‌شود به این پدیده فروشکست می‌گویند که باعث سوختن خازن می‌شود .

قطبیده شدن

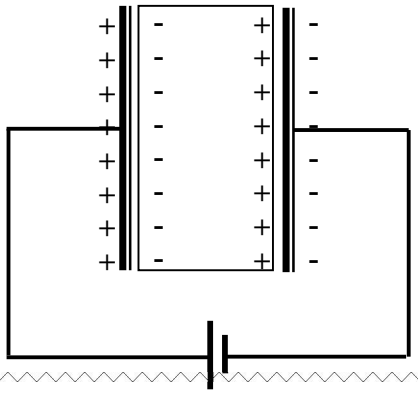
وقتی دی الکتریک درمیدان الکتریکی قرارمی‌گیرد ، دراثر میدان ، ابر الکترونی در خلاف جهت میدان و هسته درجهت میدان‌جابجا می‌شود ومرکزموثر بارمثبت و منفی ازهم جدا می‌شود، به این پدیده قطبیده شدن می‌گویند.



در غیاب میدان



در حضور میدان



سوال : چگونه وجود دی الکتریک باعث افزایش ظرفیت خازن با ولتاژ ثابت می‌شود ؟

جواب : هنگامی که دی الکتریک بین صفحات خازن قرار می‌گیرد در اثر قطبیده شدن بارهای مثبت در مجاورت صفحه منفی و بارهای منفی در

مجاورت صفحه مثبت القاء می‌شوند و در نتیجه نیروی ربایشی بین بارهای نا همنام ، با ولتاژ ثابت مولد ، بارهای الکتریکی بیشتری روی صفحات قرار می‌گیرد ، که به معنی افزایش ظرفیت خازن است .

انرژی ذخیره شدن در خازن

انرژی که مولد برای پر کردن خازن مصرف می‌کند ، بصورت انرژی پتانسیل الکتریکی در خازن ذخیره می‌شود که هنگام تخلیه به مدار پس می‌دهد ، که از روابط زیر محاسبه می‌شود :

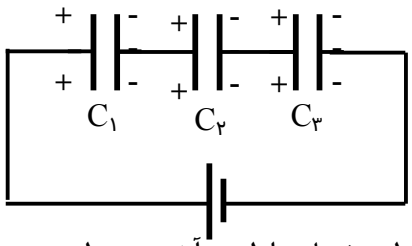
$$U = \frac{q^2}{2C} \quad و \quad U = \frac{1}{2}qV \quad و \quad U = \frac{1}{2}CV^2$$

ظرفیت معادل (C_T)

ظرفیت معادل چند خازن ، ظرفیت خازنی است که اگر بجای آن خازن ها در مدار قرار گیرد ، با همان ولتاژ دو سر خازنها به تنهایی همان مقدار بارالکتریکی ذخیره کند .

اتصال خازنها

اتصال متوالی



وقتی دو خازن بدون واسطه در یک صفحه مشترک باشند اتصال آنهامتوالی نامیده می‌شود .

در شکل مقابل سه خازن متوالی رسم شده است و همانطور که دیده می‌شود فقط صفحات اول و آخر به مولد وصل هستند و از مولد بار گرفته اند و با رصفحات میانی القایی هستند

در نتیجه بار تمام خازنها با یکدیگر برابر است و مجموع

$$q_1 = q_2 = q_3 = q_T$$

$$V_1 + V_2 + V_3 = V_T$$

اختلاف پتانسیل دو سر خازنها با اختلاف پتانسیل مولد برابر است :

$$\rightarrow \quad \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} + \frac{q_3}{C_3} = \frac{q_T}{C_T}$$

$$\rightarrow \quad \boxed{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{C_T}}$$

نکته : ظرفیت معادل از کمترین ظرفیت خازنهای مجموعه کوچکتر است .

نکته : برای محاسبه سریع ظرفیت معادل دو خازن متوالی از رابطه مقابل استفاده کنید :

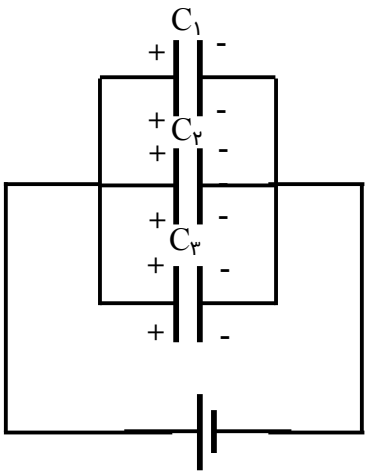
$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

مثال ۲۴ صفحه ۷۴ تألیفی

سه خازن $C_1=6\mu F$ و $C_2=3\mu F$ و $C_3=2\mu F$ را بطور متوالی به یک مولد $V = 24v$ وصل می‌کنیم بارالکتریکی و اختلاف پتانسیل هر یک از خازنها و U_2 را محاسبه کنید .

اتصال موازی

وقتی دو خازن بدون واسطه دو صفحه مشترک داشته باشند اتصال آنهاموازی نامیده می‌شود .



در شکل مقابل سه خازن موازی رسم شده است و همانطور که دیده می‌شود همه خازنهابدون واسطه با مولد اتصال دارند یعنی اختلاف پتانسیل دو سر تمام خازنها با اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است:

$$V_۱ = V_۲ = V_۳ = V_T$$

$$q_۱ + q_۲ + q_۳ = q_T$$

$$C_۱V_۱ + C_۲V_۲ + C_۳V_۳ = C_TV_T \quad \rightarrow \quad \boxed{C_۱ + C_۲ + C_۳ = C_T}$$

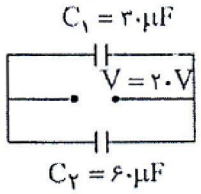
تألیفی

سه خازن $C_۱=۶\mu F$ و $C_۲=۴\mu F$ و $C_۳=۲\mu F$ را بطور موازی به یک مولد وصل می‌کنیم اگر $U_۳=۱۰۰\mu J$ باشد ، بار ذخیره شده در هر خازن و انرژی ذخیره شده در مجموعه خازنها را محاسبه کنید .

پرسش ۸۵

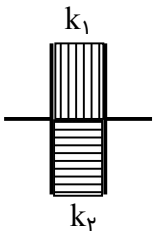
۸۱/۳/۱۲

دو خازن $C_۱$ و $C_۲$ را مطابق شکل به منبع تغذیه ۲۰ ولتی ، وصل می کنیم . پس از پرشدن کامل ، **الف** – باروی هر کدام از خازن ها ، چقدر می شود ؟ **ب** – اگر بعد از پرشدن کامل خازن ها ، منبع تغذیه را جدا کنیم و به جای آن ولت سنج قرار دهیم ، چه عددی را نشان می دهد ؟ **پ** – آیا این عدد ، ثابت می ماند ؟ چرا ؟ (مقاومت درونی ولت سنج ، بی نهایت نیست)



پرسش ۸۶

تألیفی

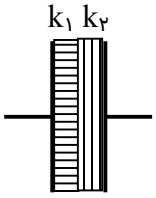


اگرفاصله بین دو صفحه خازن را با دو دی الکتریک متفاوت و هم اندازه پر کنیم ظرفیت معادل چگونه محاسبه می‌شود .

پرسش ۸۷

پرسش ۸۸

اگرفاصله بین دو صفحه خازن را با دو دی الکتریک متفاوت و هم اندازه پر کنیم ظرفیت معادل چگونه محاسبه می‌شود .



تألیفی

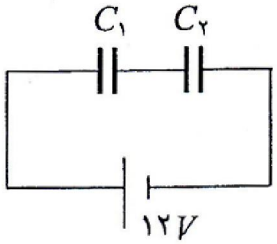
پرسش ۸۹

خازنی به ظرفیت $۲۰\mu F$ را با اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت پر می کنیم . مطلوب است محاسبه ی :
۱ ـ بار ذخیره شده در خازن ؟ ۲ ـ انرژی ذخیره شده در خازن ؟

۸۴/۳/۱۶

پرسش ۹۰

دو خازن $C_۱ = ۳\mu F$ و $C_۲ = ۶\mu F$ را مطابق شکل به منبع تغذیه‌ی ۱۲ ولتی ، وصل می کنیم . پس از پرشدن کامل خازن‌ها :

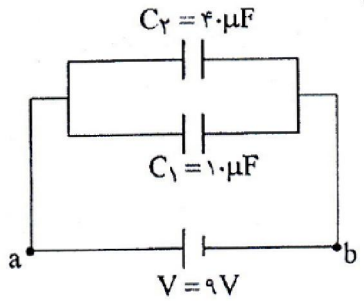


الف – بار الکتریکی روی هر کدام از خازن ها ، چند کولن خواهد بود ؟
ب – اگر بعد از پرشدن کامل خازن ها ، منبع تغذیه را جدا کنیم و به جای آن ولت سنج قرار دهیم ، ولت‌سنج چه عددی را نشان می دهد ؟
پ – آیا عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد ، ثابت می ماند ؟
(مقاومت درونی ولت سنج ، بی نهایت نیست)

۸۴/۱۰/۱۰

پرسش ۹۱

دو خازن $C_۱$ و $C_۲$ را مطابق شکل به یک باتری ۹ ولتی ، وصل می کنیم .
پس از پر شدن کامل خازن ها :
الف) بار روی هر یک از خازن ها ، چند میکروکولن خواهد شد ؟
ب) انرژی ذخیره شده در مجموعه ی خازن ها چند ژول می شود ؟
پ) اگر باتری را برداریم و نقاط a و b را به هم وصل کنیم چه تغییری در میزان بار روی هر خازن ایجاد می شود ؟



۸۵/۳/۱۶

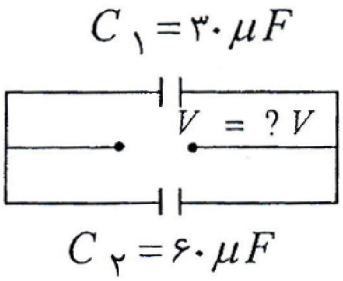
پرسش ۹۲

در شکل زیر اگر بار ذخیره شده در خازن ۳۰ میکروفارادی برابر ۳۶۰ میکروکولن باشد :

الف- اختلاف پتانسیل دو سر باتری چند ولت است؟

ب- بار خازن ۶۰ میکروفارادی چند میکروکولن است؟

پ- انرژی ذخیره شده در خازن ۳۰ میکرو فارادی چند میکرو ژول است؟

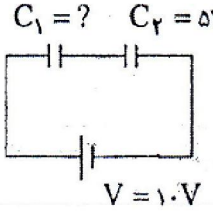


۸۵/۱۰/۱۲

پرسش ۹۳

الف) با طراحی یک آزمایش و رسم شکل مدار آن، نشان دهید خازن پر شده در مدار جریان مستقیم ، مانند کلید قطع عمل می کند.

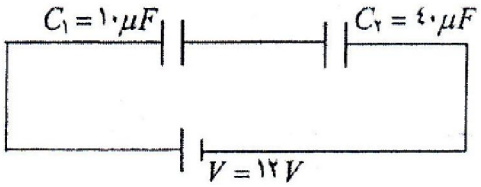
ب) در مدار شکل روبه رو ، اگر بار ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن ها، $۲۷۰۰\mu C$ باشد، ظرفیت خازن C_1 و انرژی ذخیره شده در خازن C_2 را حساب کنید.



۸۶/۳/۱۰

پرسش ۹۴

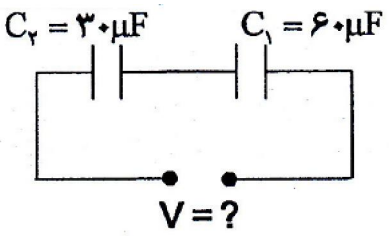
در شکل زیر ، بار ذخیره شده در خازن C_1 و انرژی ذخیره شده در خازن C_2 را حساب کنید.



۸۶/۱۰/۱۲

پرسش ۹۵

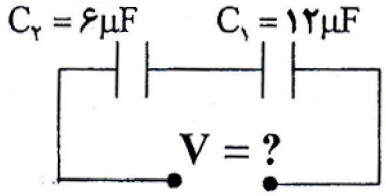
در مدار شکل روبه رو ، بار روی خازن C_1 برابر $480\ \mu C$ است .
اختلاف پتانسیل دو سر مدار را حساب کنید .



۸۷/۳/٤

پرسش ۹۶

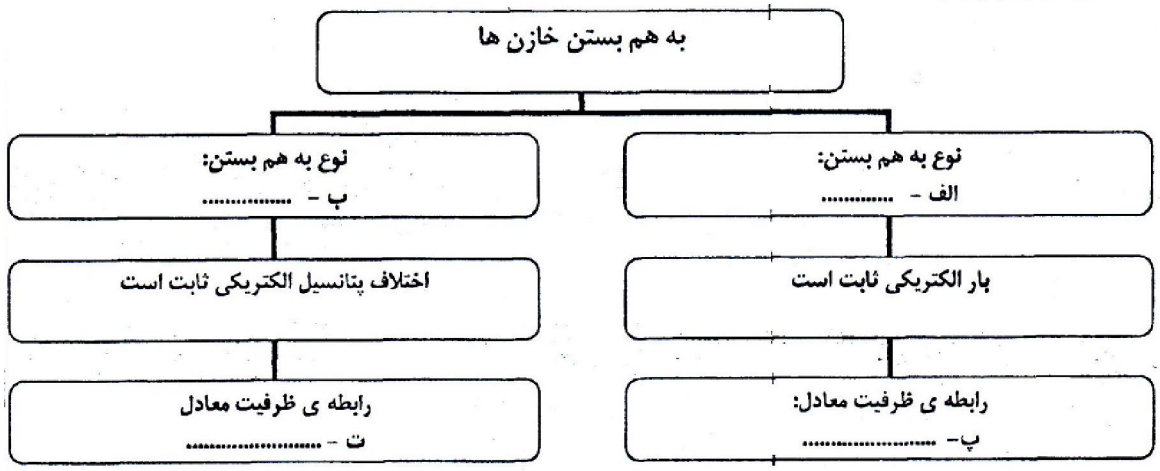
در مدار شکل روبه رو ، انرژی الکتریکی ذخیره شده در مجموعه ی خازن ها برابر $288\ \mu J$ است .
اختلاف پتانسیل دو سر مدار را حساب کنید .



۸۷/۶/۹

پرسش ۹۷

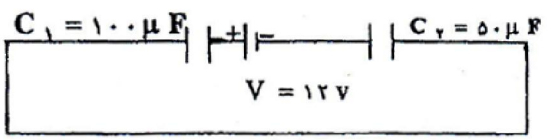
نقشه ی مفهومی زیر را کامل کنید:



۸۸/۳/۱۶

پرسش ۹۸

در شکل مقابل، بار ذخیره شده در خازن C_1 و انرژی ذخیره شده در خازن C_2 را حساب کنید.



۸۸/۶/۵

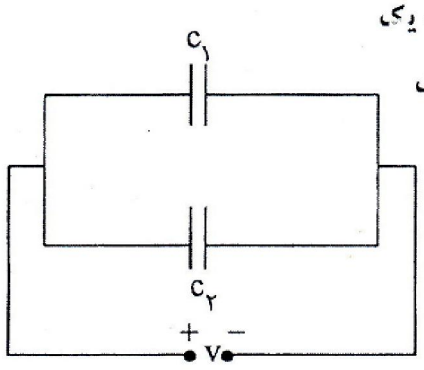
پرسش ۹۹

دو خازن $C_1 = 5\mu F$ و C_2 را به یک‌دیگر وصل می‌کنیم و ولتاژ ۲۰ ولت را به دوسر مجموعه‌ی آن‌ها می‌بندیم. اگر انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها برابر ۱۶۰۰ میکروژول شود، ظرفیت C_2 چند میکروفاراد است؟

۸۹/۶/۶

پرسش ۱۰۰

مطابق شکل دو خازن C_1 و C_2 $(C_1 > C_2)$ به صورت موازی به یک مولد متصل شده اند. کدام یک از جمله های زیر **درست** و کدام یک **نادرست** است؟



آ) ظرفیت معادل، از ظرفیت هر یک از خازن ها بیش تر است.

ب) اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از خازن‌ها یکسان است.

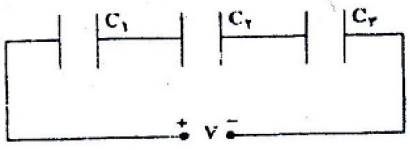
پ) بار ذخیره شده در خازن C_2 بیش تر است.

ت) انرژی ذخیره شده در خازن C_2 بیش تر از انرژی ذخیره شده در خازن C_1 است.

۸۹/۱۰/۱۴

پرسش ۱۰۱

در شکل زیر ، انرژی ذخیره شده در خازن C_3 چند برابر انرژی ذخیره شده در خازن C_1 است



$C_1 = ۱۲\mu F$

$C_2 = ۱۶\mu F$

$C_3 = ۴\mu F$

۹۰/۳/۱۶

پرسش ۱۰۲

سه خازن به ظرفیت‌های $C_1 = 6\mu F$ ، $C_2 = 4\mu F$ و $C_3 = 12\mu F$ به‌طور **متوالی** به یک‌دیگر وصل شده‌اند. به دوسر مجموعه، اختلاف پتانسیل ۶۰ ولت وصل می کنیم:

آ) **ظرفیت‌خازن‌معادل** چند میکرو فاراد است؟

ب) **بار الکتریکی** خازن C_1 چند کولن است ؟

۹۱/۵/۳۱

اتصالات ترکیبی اگر خازنها بصورت ترکیبی از اتصال موازی و متوالی باشند مدار ترکیبی می‌نامیم ، که در این صورت برای محاسبه ظرفیت معادل بایستی از داخلی ترین خازنها شروع کنیم .

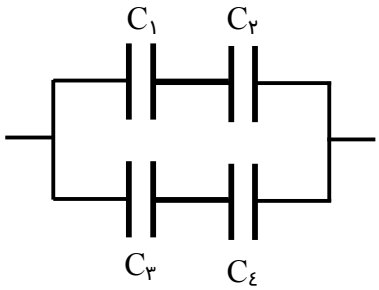
تألیفی

پرسش ۱۳

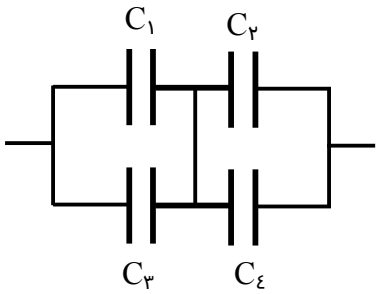
در شکلهای زیرظرفیت معادل را محاسبه کنید .

$C_1=4\mu F$ و $C_2=6\mu F$ و $C_3=8\mu F$ و $C_4=2\mu F$

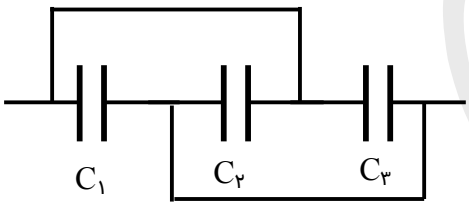
الف)



ب)



ج)



تألیفی

پرسش ۱۴

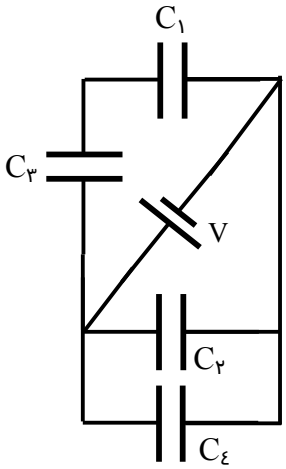
با توجه به شکل مقابل مطلوبست :

الف) C_T $\quad C_3=C_1=40\mu F$

ب) q_2 $\quad C_4=C_2=10\ \mu F$ و $V=10v$

ج) U_4

د) V_3



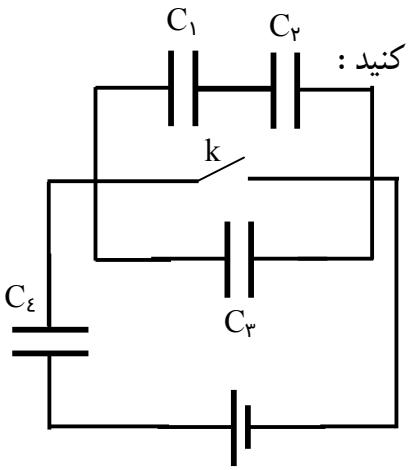
پرسش ۱۰۵

در مدار مقابل بار الکتریکی و انرژی ذخیره درمجموعه را محاسبه کنید :

الف) کلید k باز است . $C_1=3\mu F$ و $C_2=6\mu F$ و

ب) کلید k بسته است . $C_3=4\ \mu F$ و $C_4=6\mu F$

$V=12V$

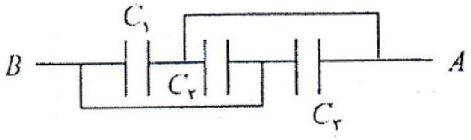


تألیفی

پرسش ۱۰۶

ظرفیت معادل خازن ها ، بین نقاط A و B برابر $30\mu F$ است .

اگر خازن ها ، مشابه باشند ، ظرفیت خازن C_1 ، چقدر است ؟

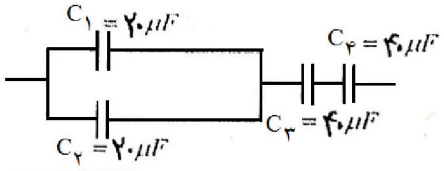


۸۱/۱۰/۱۵

پرسش ۱۰۷

الف - در مدار شکل روبه رو ، ظرفیت معادل خازنها را حساب کنید .

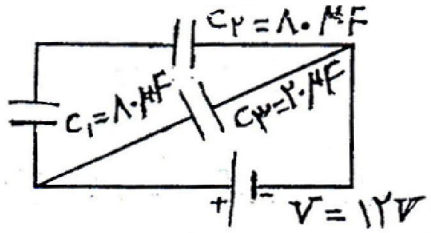
ب - اگر خازن C_4 را به اختلاف پتانسیل ۱۰ ولت وصل کنیم انرژی ذخیره شده در آن چند ژول خواهد شد ؟



۸۱/۵/۳۱

پرسش ۱۰۸

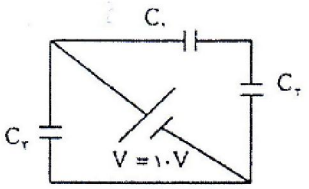
در شکل رو به رو:
الف – ظرفیت معادل خازن ها را حساب کنید .
ب – بار ذخیره شده در خازن C_3 ، چند میکرو کولن است ؟
پ – انرژی ذخیره شده در خازن C_3 ، چند میکرو ژول است ؟



۸۳/۶/۳

پرسش ۱۰۹

در شکل رو به رو ، بار هر کدام از خازن ها چند میکروکولن است ؟

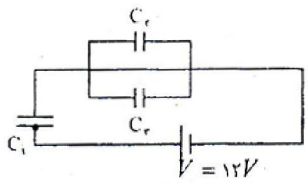


$C_1 = C_2 = C_3 = 20\mu F$

۸۳/۱۰/۲۷

پرسش ۱۱۰

در مدار شکل رو به رو ، مطلوب است محاسبه‌ی :
الف) ظرفیت معادل خازن ها .
ب) بار ذخیره شده در هر خازن .

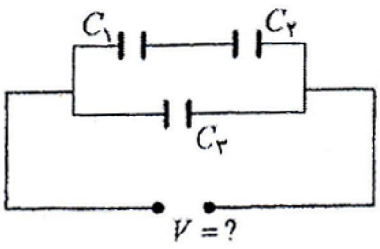


$C_1 = C_2 = C_3 = 60\mu F$

۸۴/۶/۷

پرسش ۱۱۱

در شکل مقابل ، $C_1 = C_2 = C_3 = 20\ \mu F$ و $q_3 = 120\ \mu C$ می باشد .
الف) ولتاژ دو سر مدار را حساب کنید .
ب) بار ذخیره شده در خازن C_1 چند میکروکولن است ؟
پ) انرژی ذخیره شده در خازن C_3 چند میکرو ژول است ؟

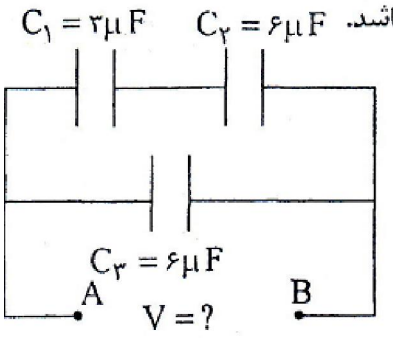


۸۵/۶/۷

پرسش ۱۱۱

در مدار شکل مقابل ، انرژی ذخیره شده در خازن C_1 برابر $150\ \mu J$ می باشد. $C_1 = 3\mu F$ $C_2 = 6\mu F$

اختلاف پتانسیل دو سر مدار (V_{AB}) چند ولت است ؟



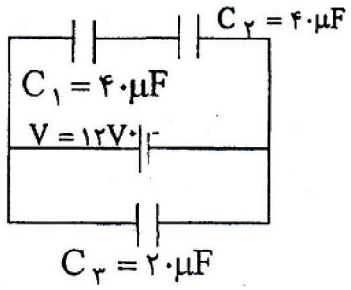
۸۷/۱۰/۲۱

پرسش ۱۱۲

در شکل روبه رو :

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

ب) انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن C_2 چند ژول است؟

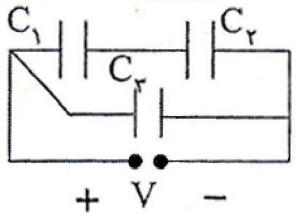


۸۸/۳/۱۶

پرسش ۱۱۳

در مدار شکل روبه رو، بار روی خازن C_1 برابر $480\mu C$ است.

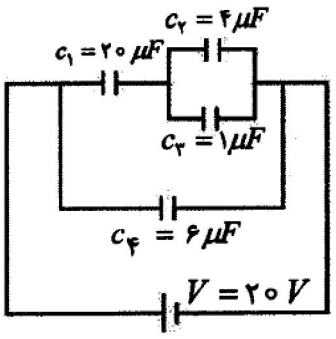
اختلاف پتانسیل دو سر مدار را حساب کنید. $C_1 = C_2 = 40\mu F$ $C_3 = 20\mu F$



۸۸/۱۰/۱۷

پرسش ۱۱۴

در مدار روبه رو :
الف) ظرفیت خازن معادل چند میکرو فاراد است؟
ب) انرژی ذخیره شده در خازن C_4 چند میکرو ژول است؟

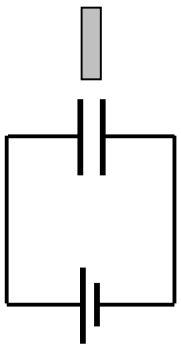


۹۱/۳/۶

نکته : تا زمانیکه خازن به مولد وصل است اختلاف پتانسیل آن (V)ثابت است و زمانیکه از مولد جدا می‌شود بار الکتریکی(q) ثابت می‌ماند .

پرسش ۱۱۵

درمدار مقابل اگر دی الکتریک به بین صفحات خازن وارد شود موارد زیر چگونه تغییر می‌کنند ؟ ظرفیت – اختلاف پتانسیل – بار ذخیره شده انرژی ذخیره شده



تألیفی

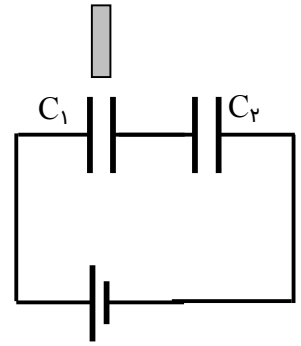
پرسش ۱۱۶

اگر در مثال قبل ابتدا مولد را جدا و سپس دی الکتریک به بین صفحات خازن وارد شود موارد خواسته شده چگونه تغییر می‌کنند ؟

تألیفی

پرسش ۱۱۷

درمدار مقابل اگر دی الکتریک به بین صفحات خازن C_1 وارد شود موارد زیردرخازن C_2 چگونه تغییر می‌کنند ؟
ظرفیت – اختلاف پتانسیل – بار ذخیره شده – انرژی ذخیره شده

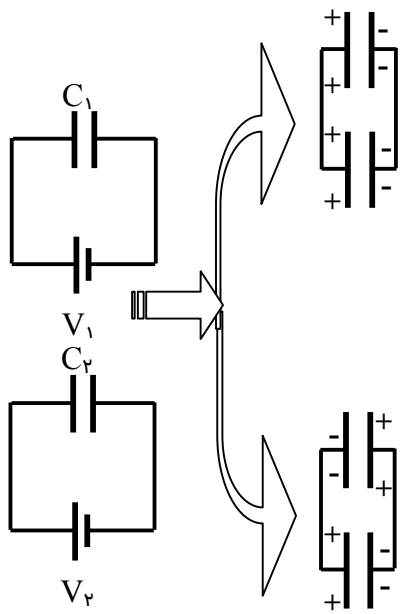


تألیفی

نکته : راهنمایی برای حل مسایل شبیه به مسئله ۱۳ آخر فصل

در اینگونه مسایل ابتدا دو خازن را بطور جداگانه با دو مولد شارژ کرده و سپس آنها از مولدها جدا کرده و صفحات خازنها را به یکدیگر اتصال میدهند (اتصال موازی) در نتیجه اختلاف پتانسیل و بار الکتریکی آنها تغییر می‌کند ، بنابراین در دودو حالت این مسئله را بررسی می‌کنیم :

الف) اتصال صفحات همنام



ب) ا تصال صفحات ناهمنام

تألیفی

مثال ۱۱۸

خازن $C_1 = 2\ \mu F$ را به مولد $30V$ و خازن $C_2 = 5\ \mu F$ را به مولد $40V$ متصل می‌کنیم پس از شارژ آنها را جدا ساخته و صفحات ناهمنام آنها را به یکدیگر متصل می‌کنیم :

الف) بار الکتریکی هرخازن بعد از اتصال چقدر است ؟

ب) انرژی خازنها را قبل و بعد از اتصال محاسبه کنید و دلیل اختلاف انرژی‌ها را بیان کنید .

۸۲/۳/۱۷

مثال ۱۱۹

خازنی به ظرفیت $2\mu F$ را با اختلاف پتانسیل $30V$ و خازن دیگری به ظرفیت $5\ \mu F$ را با اختلاف پتانسیل $40V$ پرکرده ایم . اگر هر یک از این خازن ها را از مدار اصلی جدا کنیم و صفحه های هم نام را به هم وصل کنیم ، اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه (بعد از اتصال) چند ولت است ؟

۹۰/۱۰/۱۷

پرسش ۱۲۰ خازنی به ظرفیت $C_1 = ۲\mu F$ با اختلاف پتانسیل ۴۰ ولت و خازنی به ظرفیت $C_2 = ۸\mu F$ با اختلاف پتانسیل ۲۰و لت پر شده‌اند. اگر این خازن‌های پر را از مدار اصلی آن‌ها جدا و صفحه‌های هم نام آن‌ها را به هم وصل کنیم اختلاف پتانسیل بین دو صفحه و بار ذخیره شده در هر خازن چه اندازه می‌شود؟

۹۰/۶/۱۴

پرسش ۱۲۱ در جاهای خالی عبارت مناسب بنویسید.

آ) بار الکتریکی در هر نقطه از فضای اطراف خود خاصیتی ایجاد می کند که به آن ..... می گویند.

ب) چگالی سطحی بار الکتریکی در تمام نقاط سطح کره ی رسانای باردار ..... است .

پ) هرگاه بار الکتریکی مثبت با سرعت ثابت در خلاف جهت میدان الکتریکی یکنواخت جابه جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن ..... می یابد.

ت) در به هم بستن خازن ها به روش متوالی ظرفیت معادل ..... از ظرفیت هر یک از خازن هاست.

ث) در پدیده فروشکست ، دی الکتریک بین دو صفحه ی خازن به طور موقت ..... می شود .

۸۶/۱۰/۱۲

پرسش ۱۲۲ در عبارت زیر جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

الف) نیروهای الکتریکی بین دو ذره‌ی باردار با ..... فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر نسبت ..... دارد.

ب) خطهای میدان را برای دوبار منفی و هم‌اندازه رسم کنید و جهت میدان را روی این خطها ، نشان دهید.

پ) آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد بار الکتریکی اضافی درنقاط نوک تیز سطح رسانا ، بیشتر تجمع می‌کنند.

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