اجزای هسته و بار الکتریکی :

هر اتم از هسته که شامل پروتون ها و نوترون ها است و الکترون هایی که در تراز هایی به دور هسته می چرخند تشکیل شده است . اجسام در حالت عادی بدون بار الکتریکی هستند زیرا تعداد الکترون‌ها و تعداد پروتون‌ها با هم برابر است ، نوترون درون هسته بدون بار الکتریکی است اما اندازه بار الکتریکی یک الکترون و یک پروتون با هم برابر است و برابر با $1/6 \times 10^{-19}c$ است که به این مقدار، بار پایه می‌گویند و آن را با نماد e نشان می دهیم. بار پروتون برابر با $+e$ و بار الکترون برابر با $-e$ است .

☑ بار الکتریکی یک کمیت فیزیکی است که ان را با حرف **q** نمایش می دهیم و یکای بار الکتریکی در **SI** ، کولن (**C**) است .

$$e = 1/60217653 \times 10^{-19}c \approx 1/6 \times 10^{-19}c$$

نکته : اگر دو جسم بار هم نام داشته باشند (+و +) و یا (- و -) یکدیگر را دفع می‌کنند و اگر بار ناهم نام داشته باشند و یا یکی از آن‌ها باردار باشد و دیگری خنثی، یکدیگر را جذب می‌کنند.

الف) وقتی دو میلهٔ شیشه‌ای را با پارچهٔ ابریشمی مالش دهیم، همدیگر را دفع می‌کنند.

ب) وقتی دو میلهٔ پلاستیکی را با پارچهٔ پشمی مالش دهیم، همدیگر را دفع می‌کنند.

پ) وقتی میلهٔ پلاستیکی مالش داده شده با پارچهٔ پشمی را به میلهٔ شیشه‌ای مالش داده شده با پارچهٔ ابریشمی نزدیک کنیم، همدیگر را جذب می‌کنند.

ذره	جرم (kg)	بار الکتریکی (C)
الکترون	$m_e = 9/11 \times 10^{-31}$	$q_e = -e = -1/6 \times 10^{-19}c$
پروتون	$m_p = 1/673 \times 10^{-27}$	$q_p = +e = +1/6 \times 10^{-19}c$
نوترون	$m_n = 1/675 \times 10^{-27}$	$q_n = 0$

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

اگر جسمی الکترون اضافی بگیرد، دارای بار منفی می‌شود و اگر جسمی الکترون از دست بدهد، دارای بار مثبت می‌شود

☑ **نکته** : در یک جسم تعداد پروتون ثابت است و با کم و زیاد کردن تعداد الکترون می توان بار مثبت و منفی ایجاد کرد .

اگر در یک جسم :

1) تعداد الکترون ها بیشتر از پروتون ها باشد بار جسم منفی است : $n_e > n_p \Rightarrow q < 0$

2) تعداد پروتون ها بیشتر از الکترون ها باشد بار جسم منفی است : $n_p > n_e \Rightarrow q > 0$

3) تعداد پروتون ها و الکترون ها یکسان باشد بار جسم صفر است و اصطلاحا جسم خنثی می باشد : $n_e = n_p \Rightarrow q = 0$

کوانتیدگی بار الکتریکی :

در فیزیک به کمیت هایی که مضرب صحیحی از یک مقدار پایه باشند، کمیت های کوانتومی می‌گویند و به آن مقدار پایه، کوانتوم می‌گویند. کمیت‌های کوانتیده (گسسته) کمیت‌هایی هستند که تنها می‌توانند مقادیر مشخص و مجزایی داشته باشند و نمی‌توانند مقداری مابین دو مقدار مجاز متوالی داشته باشند.

کمیت‌ها را می‌توان به دو دسته‌ی کمیت‌های کوانتیده (گسسته) و پیوسته تقسیم کرد. کمیت‌های پیوسته کمیت‌هایی هستند که می‌توانند هر مقدار دلخواهی داشته باشند.

بار الکتریکی یک کمیت کوانتیده است و بار جسم (q) مضرب درستی از بار بنیادی (e) است . اگر جسم خنثی ای n الکترون بگیرد، بار آن برابر است با $q=-ne$ و اگر n الکترون از دست بدهد، بار آن برابر با $q=+ne$ می‌شود.

$$q = \pm ne$$

$$e = 1/6 \times 10^{-19} c$$

$$n = 0\,,1\,,2\,,3\,,\ldots.$$

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

☑ **نکتک :** n اختلاف تعداد الکترون و پروتون است .(حواسمان باشد که n تعداد کل الکترون ها یا پروتون ها نیست بلکه اختلاف آن ها است .

☑ **نکتک :** اگر به جسمی ، مقداری بار الکتریکی داده شود یاباز ان گرفته شود مقدار بار منتقل شده از رابطه مقابل به دست می اید : $\Delta q = \pm \Delta n . e$

☑ **نکتک :** چون یک کولن ($1c$) بار بزرگی است، معمولاً مقدار بار الکتریکی را با میکروکولن (μc) نشان می‌دهند.

$$1\mu c = 10^{-6} c \ , 1nc = 10^{-9} c \, , 1pc = 10^{-12} c$$

تست 1) کدام گزینه می تواند بار الکتریکی یک جسم بر حسب کولن باشد ؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19} c)$

1) $\frac{1}{3}$ 2) $\sqrt{6}$ 3) $\frac{1}{4}$ 4) 10^{-20}

تست 2) چند الکترون باید از یک سکه خنثی خارج شود تا بار الکتریکی آن $+1\mu c$ شود؟ (ریاضی 95)

1) 1.6×10^{6} 2) 1.6×10^{12} 3) 6.25×10^{6} 4) 6.25×10^{12}

@azmn_mub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 3)در اثر مالش ، بار الکتریکی جسمی نارسانا $+2\mu c$ می شود . کدام گزینه درباره این جسم درست است ؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19} c)$

1)این جرم $12/5 \times 10^{12}$ پروتون دارد .

2)این جسم در اثر مالش 2×10^{6} پروتون دریافت کرده است .

3)تعداد پروتون های این جسم $12/5 \times 10^{12}$ تا بیشتر از الکترون های آن است .

4) این جسم در اثر مالش 2×10^{6} الکترون از دست داده است .

تست 4) دستگاهی با 1525 ذره (پروتون و یا الکترون) دارای بار کل $-5/456 \times 10^{-17}$ است . تعداد الکترون های ان کدام است ؟

1)933 2)592 3)855 4)1012

اتم خنثی : $(^{A}_{P}x)$ در این حالت تعداد پروتون و الکترون برابر است .
یون منفی : $(^{A}_{P}x^{C^-})$ در این حالت تعداد الکترون ها به اندازه C از تعداد پروتون ها بیشتر است .
یون مثبت : $(^{A}_{P}x^{C^+})$ در این حالت تعداد الکترون ها به اندازه C از تعداد پروتون ها کمتر است .

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

☑ نکتک : *اگر سوال بار اتم را بخواهد ، اختلاف الکترون و پروتون را در نظر بگیریم و اگر بار هسته را بخواهد تعداد پروتون مهم است*

تست 5) تمرین کتاب درسی : عدد اتمی اورانیوم 92 است . بار الکتریکی اتم اورانیوم چند کولن است ؟

$(e = 1/6 \times 10^{-19} c)$

1) $1/472 \times 10^{-17}$ 2) $5/75 \times 10^{19}$ 3) $-1/472 \times 10^{23}$ 4) صفر

تست 6) در مثال قبلی بار الکتریکی هسته چند کولن است ؟

1) $1/472 \times 10^{-17}$ 2) $5/75 \times 10^{19}$ 3) $-1/472 \times 10^{23}$ 4) صفر

تست 7) نسبت بار هسته به بار اتم ، در اتم $^{120}_{60}X^{4-}$ برابر با کدام گزینه است ؟

1) -60 2) -4 3) -15 4) -120

@azmn_nup

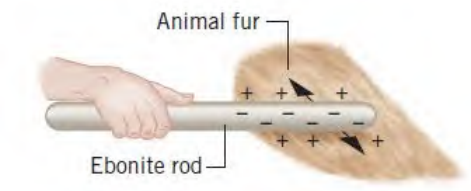
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

معرفی روش های بار دار کردن اجسام :

1) مالش 2) تماس 3) القای الکتریکی

انتقال بار الکتریکی به روش مالش :

یکی از روش های باردار کردن اجسام ، مالش ان دو جسم به یکدیگر است . زمانی که سطح دو جسم را به هم مالش می دهیم تعدادی الکترون که آمادگی جدا شدن از اتم را دارند (الکترون های لایه دورتر) از سطح یکی جدا شده و بر سطح جسم دیگر می نشینند .جسمی که الکترون از دست می دهد تعداد الکترون هایش کمتر از تعداد پروتون هایش می شود و بار مثبت پیدا می کند و همچنین تعداد الکترون های جسم دیگر بیشتر از تعداد پروتون هایش می شود و بار منفی پیدا می کند .



در این روش توجه به چند نکته اهمیت فراوانی دارد :

1) مالش بهترین روش برای باردار کردن اجسام نارسانا است

2) در این روش الکترونی تولید نمی شود و از بین هم نمی رود ، بلکه صرفا از جسمی به جسم دیگر منتقل می شود و این یعنی اصل پایستگی بار که بیان می کند 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.

@azmn_mup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

سری الکتریسیته مالشی

(سری تریبوالکتریک) :

برای اینکه متوجه شویم وقتی دو جسم نارسانا را به هم مالش می‌دهیم، کدام یک دارای بار مثبت و کدام یک دارای بار منفی می‌شود، باید به جدول تریبوالکتریک توجه کنیم.

براساس این جدول، هرچه به سمت پایین جدول برویم، الکترون‌خواهی بیشتر و هرچه به سمت بالای جدول برمی گردیم، الکترون‌دهی بیشتر می‌شود.

یعنی اگر دو جسم که در جدول یکی از آنها بالاتر و دیگری پایین‌تر باشد را به هم مالش دهیم، جسم بالایی بار مثبت و جسم پایینی بار منفی خواهد داشت. اما اگر میله شیشه‌ای را به پارچه کتان مالش دهیم، چون شیشه بالاتر است، شیشه الکترون از دست می‌دهد و کتان الکترون می‌گیرد. پس شیشه مثبت شده و پارچه کتان منفی می‌شود.

سری الکتریسته مالشی

(سری تریبوالکتریک)

انتهای مثبت سری

موی انسان
شیشه
نایلون
پشم
موی گربه
سُرب
ابریشم
آلومینیم
پوست انسان
کاغذ
چوب
پارچهٔ کتان
کهربا
برنج، نقره
پلاستیک، پلی‌اتیلن
لاستیک
تفلون

انتهای منفی سری

قانون پایستگی بار : قبل از مالش هر دو جسم خنثی هستند پس مجموع بار ان ها صفر است و بعد از مالش نیز مجموع بار صفر می شود و این بیانگر اصل پایستگی بار در مالش اجسام است

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 8)در شکل مقابل، جدول سری الکتریسیته مالشی نشان داده شده است. اگر جسم A را به جسم B و جسم C را به جسم D مالش دهیم، کدام یک از اظهار نظرهای زیر در رابطه با آن صحیح است؟

انتهای مثبت سری
A
B
C
D
انتهای منفی سری

1)دو جسم B و D یکدیگر را جذب می‌کنند

2) دو جسم A و D همدیگر را دفع می‌کنند

3) دو جسم A و C یکدیگر را دفع می‌کنند

4) دو جسم B و C یکدیگر را دفع می‌کنند

تست 9) وضعیت قرارگیری دو ماده A و B در سری مالشی به صورت زیر است. اگر ماده A را به ماده B مالش دهیم، بار الکتریکی B چند میکروکولن می‌تواند باشد؟ ($e=1/6\times10^{-19}c$)

انتهای مثبت سری
A
B
انتهای منفی سری

1) 4.8×10^{-13} 2) -4.8×10^{-13} 3) 3.6×10^{-13} 4) -3.6×10^{-13}

تست 10) جدول زیر ، قسمتی از جدول سری الکتریسته مالشی است . اگر میله ای خنثی از جنس چوب را ابتدا به یک پارچه پشمی خنثی و سپس به یک پارچه ابریشمی خنثی مالش دهیم ، کدام گزینه می تواند به ترتیب از راست به چپ بار الکتریکی میله چوبی ، پارچه پشمی و پارچه ابریشمی بر حسب نانو کولن باشد ؟

انتهای مثبت سری
پشم
ابریشم
چوب
انتهای منفی سری

1) $-6, +3, +4$ 2) $+6, -2, +8$

3) $-6, +4, +2$ 4) $+6, +2, -8$

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 11) دو جسم بدون بار A و B را جداگانه با جسم بدون بار C مالش می‌دهیم. پس از مالش A و B یکدیگر را دفع می‌کنند. اگر دو جسم بدون بار B و C را جداگانه با جسم بدون بار D مالش دهیم،پس از مالش B و C یکدیگر را جذب می‌کنند. کدام گزینه می‌تواند موقعیت این چهار جسم در سری مالشی به درستی نشان دهد؟ (قلم‌چی 98)

1)

انتهای مثبت سری
D
A
C
B
انتهای منفی سری

2)

انتهای مثبت سری
A
B
D
C
انتهای منفی سری

3)

انتهای مثبت سری
A
C
D
B
انتهای منفی سری

4)

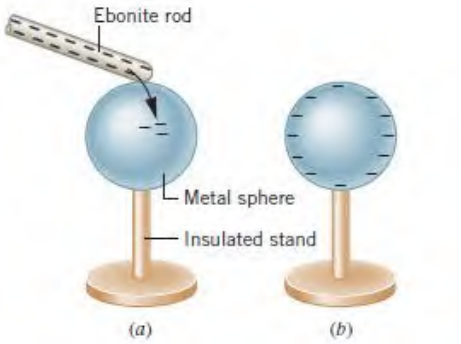
انتهای مثبت سری
C
B
A
D
انتهای منفی سری

@azmn_mub

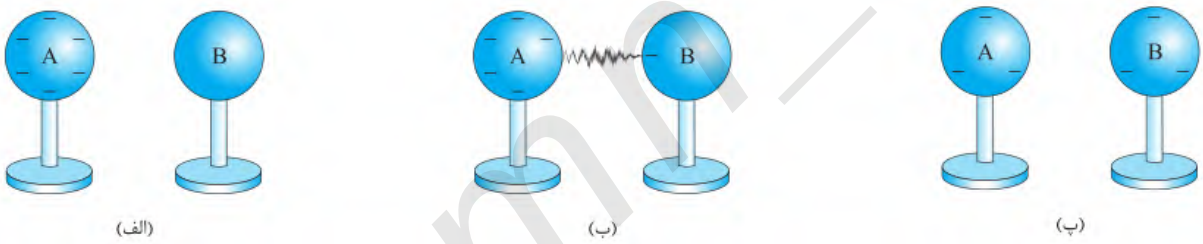
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

انتقال بار الکتریکی به روش تماس :

دو جسم عایق ، عملا در اثر تماس بار قابل توجهی را به هم منتقل نمی کنند در حالی که مطابق شکل مقابل برای انتقال بار الکتریکی در دو جسم رسانا. یک رسانای باردار در تماس با یک رسانای خنثی قسمتی از بار خود را به آن می دهد و به ترتیب جسم خنثی نیز باری هم‌نام با جسم باردار پیدا می‌کند و بار الکتریکی روی سطح دو جسم پخش خواهد شد پس دو جسم از لحاظ بار الکتریکی به تعادل می‌رسند.



☑ **توجه :** در شکل الف کره فلزی A دارای 6 الکترون و کره B خنثی است یعنی بار کره A برابر $-6e$ و بار کره B صفر است . حال اگر با توجه به شکل ب دو کره را با یک سیم به هم متصل کنیم تعدادی الکترون از کره A به طرف کره B می رود در نتیجه کره B نیز باردار می شود .



تماس دو جسم رسانا به یکدیگر راهی است برای انتقال بار بین دو جسم است. به طوری که اگر دو جسم رسانا مشابه یکدیگر باشند (هم‌اندازه و هم‌شکل)، بار به‌طور مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود .

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

⍟ در این روش توجه به چند نکته اهمیت فراوانی دارد :

1) طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، مجموع بار الکتریکی دو جسم قبل و بعد از تماس برابر است ، بنابراین اگر بار اولیه کره ها را با q_1 , q_2 و بار ان ها را پس از تماس با q_1' و q_2' نشان دهیم داریم:

$$q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$$

2) حال اگر دو کره فلزی مشابه را به هم تماس دهیم ، بار الکتریکی به مقدار مساوی بین دو کره تقسیم می شود و بار هر یک بعد از تماس برابر با میانگین بار دو جسم قبل از تماس است .

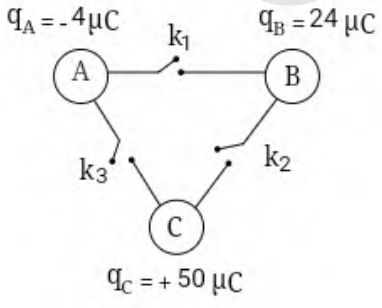
$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

✓ **نکتک :** اگر یک رسانای باردار با زمین تماس برقرار کند بار درون رسانا تخلیه می شود زیرا زمین یک خنثی کننده بزرگ است .

تست 12) دو کره فلزی مشابه که روی پایه های عایقی سوارند ، دارای بار های الکتریکی $q_1 = -2\mu c$ و $q_2 = +10\mu c$ هستند . اگر این دو کره را با هم تماس دهیم و سپس از هم جدا کنیم ، بار الکتریکی هر یک چند میکرو کولن می شود ؟

1) +6 2) −6 3) +4 4) −4

تست 13) در شکل روبرو، کره‌های رسانا مشابه و تمامی کلید ها در ابتدا باز هستند . ابتدا کلید k_1 را بسته و سپس باز می کنیم . بعد از ان کلید k_2 را بسته و سپس باز می کنیم و در آخر کلید k_3 را می بندیم . در این حالت بار خالص کره A چند برابر بار خالص اولیه کره B است ؟ (فرض کنید بار الکتریکی روی سیم های رابط قرار نمی گیرد)

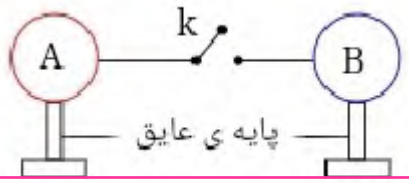


1) $\frac{1}{2}$ 2) $\frac{6}{5}$ 3) $\frac{5}{6}$ 4) 2

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 14) در شکل زیر ، بار اولیه کره های مشابه و رسانای A و B برابر با $q_A = 20\mu c$ و $q_B = 12\mu c$ است . اگر کلید K را ببندیم ، چند الکترون و در چه جهتی بین دو کره جابه جا می شود ؟ (فرض کنید هیچ بار الکتریکی بر روی سیم قرار نگیرد و $e = 1/6 \times 10^{-19} c$)



1) $2/5 \times 10^{13}$ و از A به B

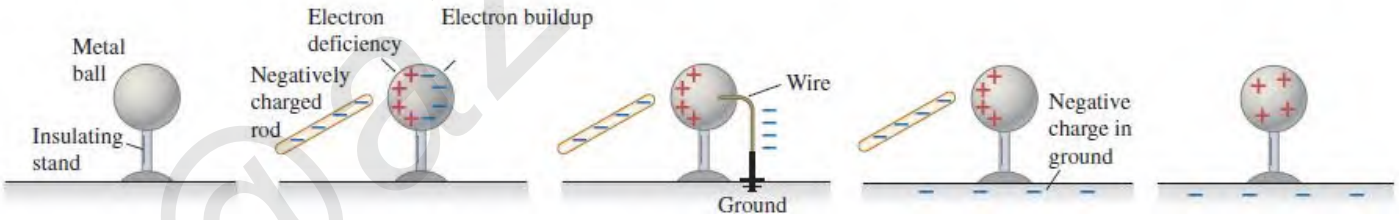
2) $2/5 \times 10^{13}$ و از B به A

3) $2/5 \times 10^{19}$ و از A به B

4) $2/5 \times 10^{19}$ و از B به A

انتقال بار الکتریکی به روش القای الکتریکی :

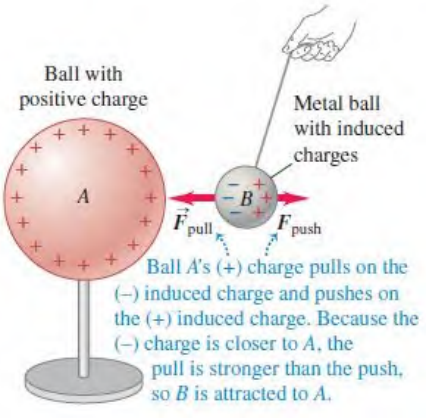
روش القاء : اینکه بار های هم نام یکدیگر را دفع و بار های ناهم نام یکدیگر را جذب می کنند اساس پدیده القای الکتریکی است . باردار کردن اجسام رسانا بدون تماس آن با یک جسم باردار و تنها با نزدیک کردن جسم باردار به آن‌ها را القا الکتریکی گویند. در واقع القای الکتریکی جابه جا شدن بار الکتریکی درون یک جسم در اثر نیروی جاذبه یا دافعه الکتریکی است . به طور مثال در شکل روبه رو وقتی یک میله شیشه ای با بار منفی را به یک کره بدون بار نزدیک می کنیم الکترون های موجود در کره از میله دور می شوند به همین دلیل است که بار یک طرف کره منفی و طرف دیگر مثبت می شود پس در درواقع به این اتفاق القای الکتریکی می گویند .



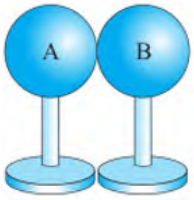
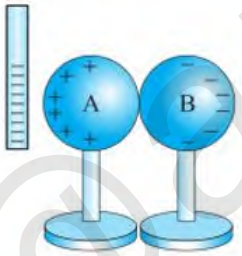
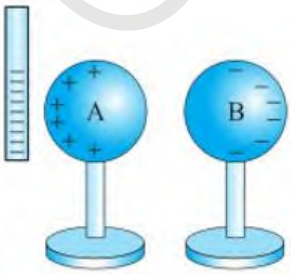
@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

باید به این نکته توجه کرد که در القای الکتریکی همیشه جسم القا کننده و جسم القا شونده همدیگر را جذب می کنند . در شکل روبه رو می بینید که درون کره کوچکتر بار های منفی به کره بزرگتر که بار ان مثبت است نزدیک تر هستند به همین دلیل نیروی جاذبه الکتریکی (F_1) از نیروی دافعه (F_2) قوی تر است بنابراین دو جسم یکدیگر را جذب می کنند .

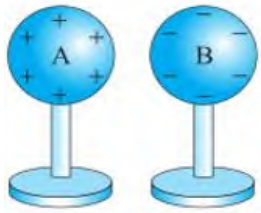


مراحل ایجاد بارهای الکتریکی غیرهم نام در دو کره رسانا به روش القاء الکتریکی:

الف) دو کره رسانا را که خنثی هستند را به هم تماس می دهیم.	
ب) میله پلاستیکی با بار منفی را به یکی از کره ها نزدیک می کنیم. درنتیجه بار مثبت به سمت میله جذب می‌شود و بار منفی توسط میله دفع می شود.	
پ)میله را از کره ها دور نمی کنیم و کره ها را از هم جدا می کنیم.	

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

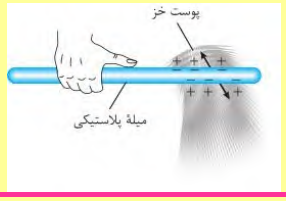
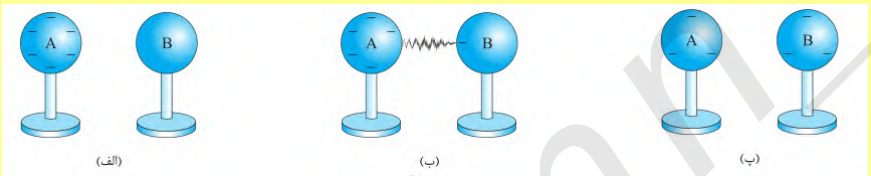
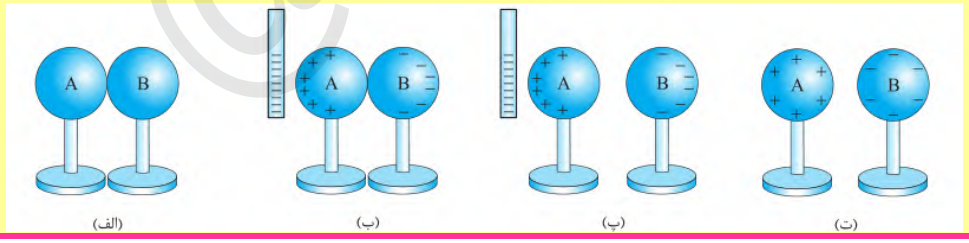
ت) حال میله را از کرده دور کرده و بارهای ناهم نام روی دو کره ایجاد می شود.	
ث) اگر در مرحله دوم ، ابتدا میله را دور کنیم و سپس کره‌ها را جدا کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟	

☑ نکتک : اگر در سؤالی گفته شود که دست خود را به کره می‌زنیم، دست نیز مانند سیم رابطی است که به زمین وصل می‌شود و می‌تواند الکترون را منتقل کند .

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

جمع بندی

	روش	رسانا یا نارسانا	توضیحات
روش های باردار کردن اجسام	مالش	مختص اجسام نارسانا	**نکته** : بار اجسام پلاستیکی معمولا منفی و و اجسام شیشه ای مثبت است . در سری تریبوالکتریک هر چه به سمت سری منفی و پایین جدول میرویم خاصیت الکترون دوستی نیز افزایش می یابد . 
	تماس	مختص اجسام رسانا	در این روش هنگامیکه **2** کره مشابه با پایه عایق و بار های غیر یکسان q_1 و q_2 توسط سیمی به هم متصل می کنیم به دلیل اختلاف پتانسیل ، بار بین دو کره شارش پیدا می کند تا جایی که بار در دو کره با شعاع های برابر، یکسان گردد . $q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2}$ 
	القا	مختص اجسام رسانا (اتم های اجسام نارسانا قطبیده می شوند اما جسم نارسانا در کل باردار نمی شود)	**نکته** : باردار کردن اجسام رسانا ، بدون تماس را القا گویند . **نکته** : در القا همواره بار القا کننده (میله) و القا شونده (کره) نا همنام است . در این روش ابتدا دو کره خنثی هستند ، میله ای با بار منفی را به کره ها نزدیک می کنیم . به دلیل جاذبه بین بار های ناهم نام بار مثبت به طرف میله جذب می شود . شکل (ب) . کره ها را جدا و سپس میله را برمیداریم . در نتیجه دو کره باردار به روش القا داریم . 

@azmnnup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

الکتروسکوپ :

یکی از دستگاه های آزمایشگاهی در الکتریسته ساکن الکتروسکوپ یا همان برق نما است . در کتاب پایه هشتم گفته شد که برای تشخیص باردار بودن یک جسم ، نوع بار ان و همچنین رسانا و نارسانا بودن ان می توان از برق نما استفاده کرد . با کمک این دستگاه میتوان ماهیت الکتریکی مواد را بررسی کرد .

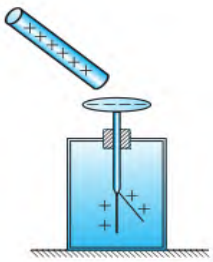
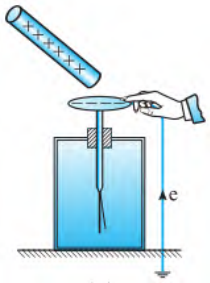
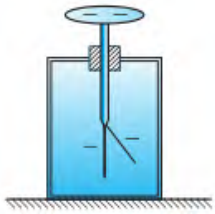
باردار کردن الکتروسکوپ : به طور کلی از دو روش می‌توان الکتروسکوپ را باردار کرد : روش تماسی و روش القا

روش تماسی : الکتروسکوپ را در تماس با یک میله باردار قرار دهیم ، در این صورت الکتروسکوپ بار هم نام میله را می گیرد . برای مثال یک میله با بار منفی را به کلاهک برق نما تماس می‌دهیم، درنتیجه برق‌نما دارای بار منفی می‌شود.

روش القا : میله ای با بار مثبت را به کلاهک نزدیک می‌کنیم، درنتیجه بار منفی در کلاهک و بار مثبت در ورقه‌ها القاء می‌شود. سپس برق‌نما را با سیم به زمین وصل می‌کنیم، درنتیجه الکترون‌ها به سمت برق‌نما می‌آیند. ابتدا سیم را قطع می‌کنیم و سپس میله را دور می‌کنیم. در نتیجه در برق‌نما بار منفی القاء می‌شود.

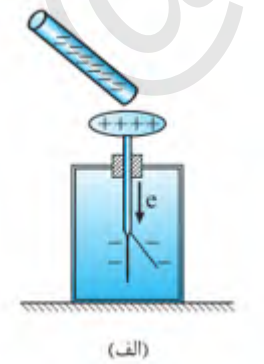
@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

الف) میله ای با بار مثبت را به کلاهک نزدیک می‌کنیم، درنتیجه بار منفی در کلاهک و بار مثبت در ورقه‌ها القاء می‌شود	
ب) سپس برق‌نما را با سیم به زمین وصل می‌کنیم، درنتیجه الکترون‌ها به سمت برق‌نما می‌آیند.	
ج) ابتدا سیم را قطع می‌کنیم و سپس میله را دور می‌کنیم. در نتیجه در برق‌نما بار منفی القاء می‌شود.	
نکته : در روش تماس بار میله و برق‌نما یکی است اما در روش القا، بار میله و برق‌نما مخالف یکدیگر می‌شود.	

تشخیص وجود بار در یک جسم به کمک الکتروسکوپ :

زمانی که بخواهیم مشخص کنیم یک جسم دارای بار است یا نه ، کافی است ان را به کلاهک الکتروسکوپ خنثی ای نزدیک کنیم . اگر با نزدیک کردن جسم، ورقه ها از هم فاصله نگرفتند، باری وجود ندارد و عملا جسم خنثی است اما اگر ورقه ها از هم دور شدند ، جسم دارای بار الکتریکی است. به این دلیل که در کلاهک بار مخالف و در ورقه‌ها بار موافق ایجاد شده است که باعث می‌شود ورقه‌ها از هم فاصله بگیرند، اما نوع بار مشخص نمی‌شود.



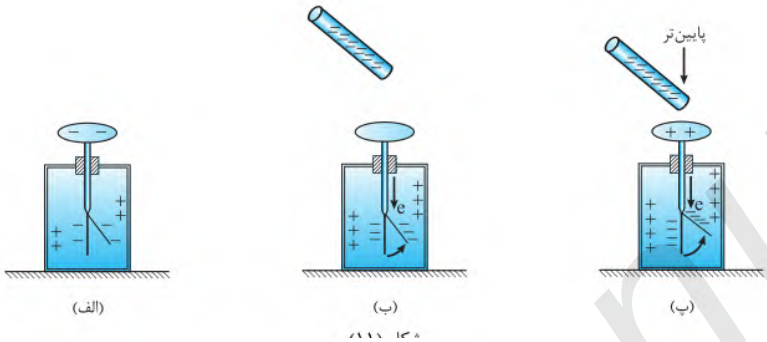
(الف)

@azmn_nup

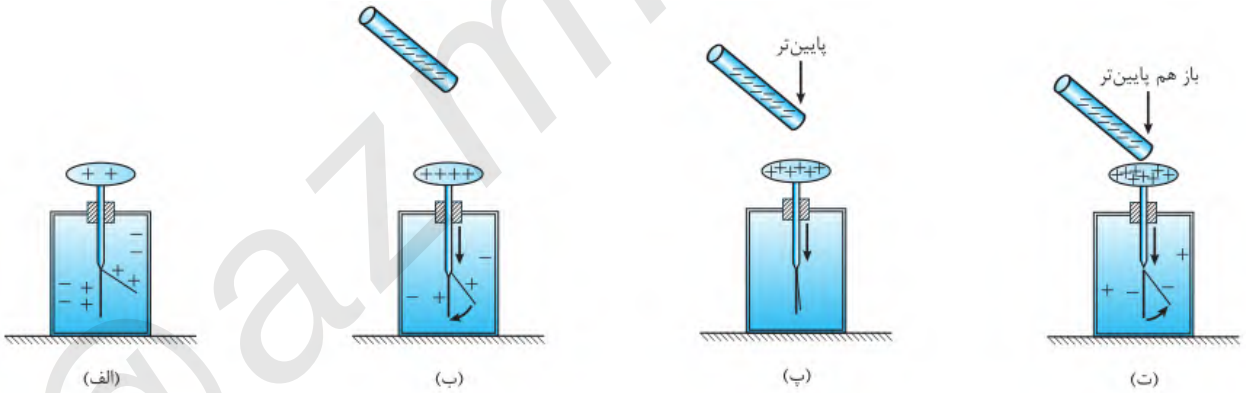
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تشخیص نوع بار جسم به کمک الکتروسکوپ :

اینکه یک جسم چه نوع باری دارد میتوان به کمک الکتروسکوپی که از قبل بار معینی به ان داده شده است مشخص کرد . برای این کار ابتدا جسم را به آرامی به الکتروسکوپ نزدیک می کنیم اگر بار موجود در جسم با بار الکتروسکوپ موافق باشد ، انحراف ورقه ها بیشتر از قبل می شود .



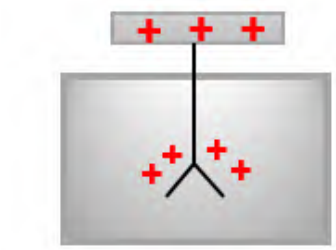
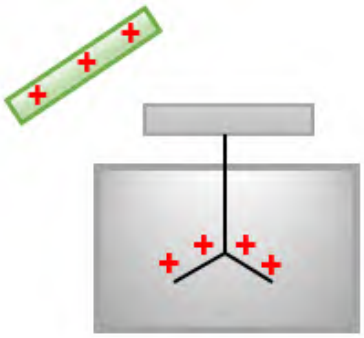
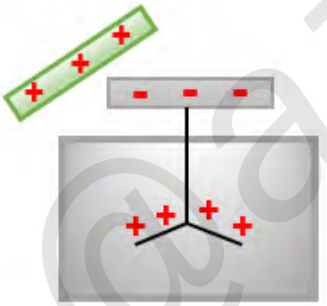
حال در مقابل حالت قبل اگر بار جسم و الکتروسکوپ مخالف هم باشند ، فاصله ورقه ها کم می شود و هر چه که اندازه بار القا شده در الکتروسکوپ بیشتر باشد ورقه ها به هم نزدیک تر می شوند تا جایی که ممکن است به هم بچسبند .



@azmn_mp

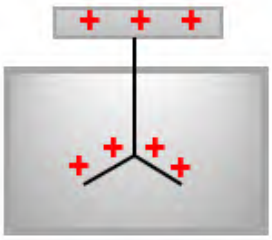
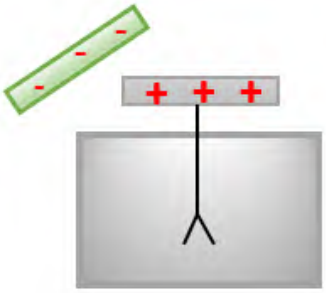
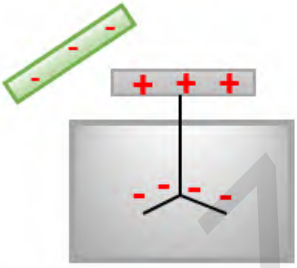
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

یک برق‌نما با بار معلوم در نظر می‌گیریم میله با بار مجهول را به آن نزدیک می‌کنیم. فرض شود که بار الکتروسکوپ بار مثبت است. در این صورت دو حالت پیش خواهد آمد :

اگر میله با بار مثبت را نزدیک کنیم ، به صورت زیر خواهد بود :	
بار برق‌نما ابتدا مثبت است .	
با نزدیک کردن میله با بار مثبت به کلاهک، بار مثبت در تیغه بیشتر شده و فاصله تیغه‌ها از هم بیشتر می‌شود .	
اگر میله را بیشتر به کلاهک نزدیک کنیم، الکترون بیشتری در کلاهک جمع می‌شود و بار مثبت بیشتری در تیغه‌ها، درنتیجه انحراف تیغه‌ها باز هم بیشتر می‌شود .	

@azmn_mub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

اگر میله با بار منفی را نزدیک کنیم ، به صورت زیر خواهد بود :	
کلاهک در ابتدا بار مثبت دارد .	
با نزدیک کردن میله، بار مثبت تیغه‌ها خنثی شده و بار مثبت در کلاهک بیشتر شده و تیغه‌ها بسته می‌شوند .	
حال اگر میله را بیشتر به کلاهک نزدیک کنیم، الکترون بیشتری به سمت تیغه ها می‌رود و باعث می‌شود بار منفی در تیغه‌ها ایجاد شود. به علت بار هم‌نام منفی در تیغه‌ها، آن ها منحرف می‌شوند .	

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

نیروی الکتریکی : نیروی الکتریکی نیرویی است که صرفا بین اجسام باردار ایجاد میشود . بسیاری از اجسام به هم نیروی گرانشی وارد می کنند ، اما اجسام باردار علاوه بر نیروی گرانشی به هم نیروی الکتریکی هم وارد می کنند .

تعریف قانون کولن : طبق این قانون اندازه نیروی الکتریکی(الکتروستاتیکی) بین دو ذره باردار q_1 و q_2 که در راستای خط واصل آنها اثر می کند، با حاصل ضرب بزرگی آنها متناسب است ($F \propto |q_1||q_2|$) و با مربع فاصله بین آنها نسبت وارون $\left(F \propto \frac{1}{r^2}\right)$ دارد. نیرویی که دو بار به یکدیگر وارد می کنند ممکن است از نوع ربایشی باشد (یعنی دو بار ناهم نام) یا رانشی (یعنی هم نام) باشند . در نتیجه اندازه این نیرو برابر است با :

نکته : اگر q_1 یا q_2 منفی بود مقدار آن را به صورت قدرمطلق جایگذاری می کنیم.

$$\begin{cases} F \propto \frac{1}{r^2} \\ F \propto q_1 q_2 \end{cases} \rightarrow F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

ثابت کولن : به مقدار ثابت K ثابت کولن یا ثابت الکتروستاتیکی می گوییم و یکای آن در SI ، نیوتن متر مربع بر مربع کولن $\left(\frac{N.m^2}{C^2}\right)$ است و مقدار تقریبی ان برابر 9×10^9 است .

ضریب گذردهی خلاء : بین ثابت کولن با ثابت دیگری به نام ضریب گذردهی الکتریکی خلاء یا همان (ε_0) رابطه زیر برقرار است :

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \, , \varepsilon_0 = 8/85 \times 10^{-12}\frac{c^2}{N.m^2}$$

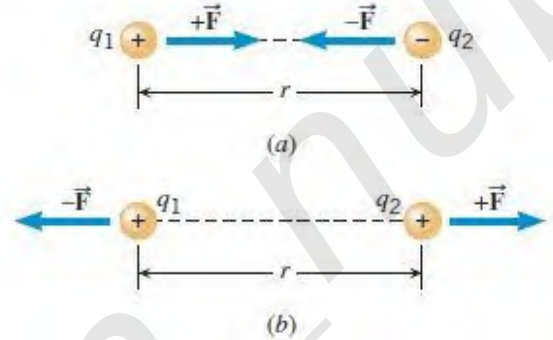
@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

رابطه نیرویی که بار ها به هم وارد می کنند : با توجه به شکل های زیر ، $\vec{F}_{12}$ نیرویی است که بار نقطه ای q_1 به بار نقطه ای q_2 و $\vec{F}_{21}$ نیرویی است که بار نقطه ای q_2 به بار نقطه ای q_1 وارد می کند . وقتی می نویسیم $\vec{F}_{12}$ به این صورت آن را می‌خوانیم : نیرویی که (1) به (2) وارد میکند و وقتی که می نویسیم $\vec{F}_{21}$ به این صورت

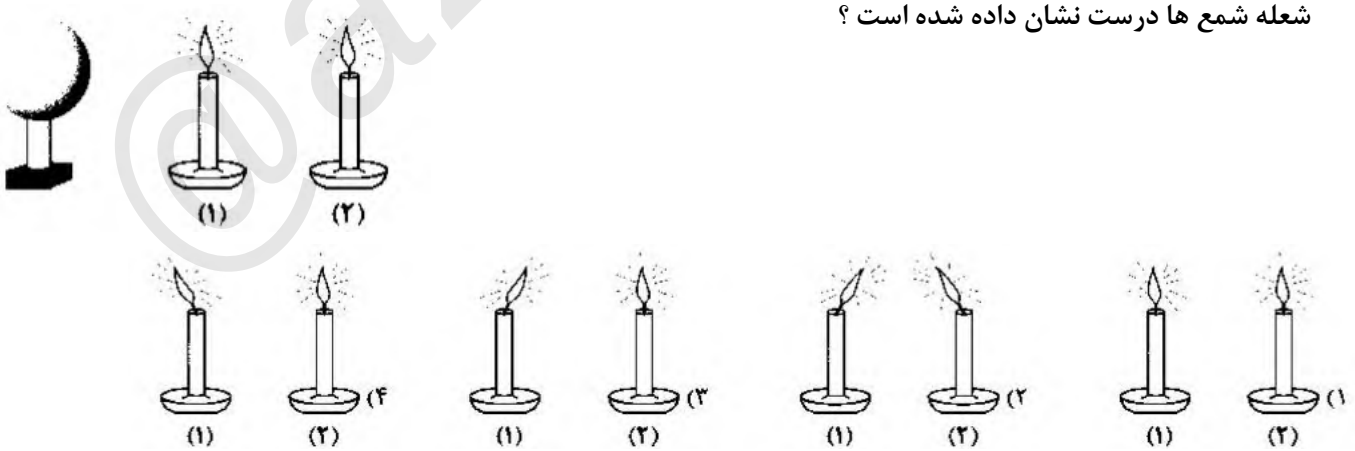
آن را می‌خوانیم : نیرویی که (2) به (1) وارد میکند در واقع این دو نیروی الکتریکی بر اساس قانون سوم نیوتن هم اندازه ،هم راستا ،و درخلاف جهت همدیگر هستند .

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$
$$F_{12} = F_{21} = F$$



جهت نیروی الکتریکی : نیرویی که دو ذره باردار به یکدیگر وارد می کنند ، در امتداد خطی است که آن دو را به هم وصل می کند به این صورت که اگر بار ها هم نام باشند ($q_1 q_2 > 0$) نیروی الکتریکی بین ان ها رانشی است و بلعکس اگر بار ها نا هم نام باشند ($q_1 q_2 < 0$) نیروی الکتریکی بین ان ها ربایشی است .

تست 15) مطابق شکل زیر ، یک شمع در فاصله نزدیک و شمع دیگری در فاصله دوری از یک مولد وان دو گراف قرار گرفته اند اگر کلاهک مولد وان دو گراف دارای بار الکتریکی مثبت شود ، در کدام گزینه چگونگی حالت قرار گرفتن شعله شمع ها درست نشان داده شده است ؟



@aznm_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تکنیک 90 حل تست : بسیاری از طراحان ، بار الکتریکی را بر حسب میکرو کولن و فاصله بین ذره های باردار را برحسب سانتی متر می دهند . حال در این حالت ها برای محاسبه نیرو می توان تبدیل واحد نکرد و مقدار K را $\frac{N.(cm)^2}{(\mu c)^2}$ **90** قرار داد .

$$K = 9\times10^9\frac{N.m^2}{C^2} = 9\times10^9\frac{N.(10^2cm)^2}{(10^6\mu c)^2} = 9\times10^9\times\frac{10^4N.(cm)^2}{10^{12}(\mu c)^2} = 90\ \frac{N.(cm)^2}{(\mu c)^2}$$

تست های مفاهیم اولیه نیروی الکتریکی :

تست 16) دو بار نقطه ای $q_1 = -4\mu c$ و $q_2 = 16\mu c$ در فاصله 4 سانتی متر از یکدیگر قرار دارند. این دو بار نیروی..... نیوتنی را به هم وارد می کنند و نوع این نیرو .... است. $k = 9\times10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}$

1) 180 ، رانشی 2) 180 ، ربایشی 3) 360 ، رانشی 4) 360 ، ربایشی

روش اول :

روش دوم: قانون 90

تست 17) دو ذره با بار های الکتریکی هم نام و برابر در فاصله 4 سانتی متری از یکدیگر قرار دارند و نیرویی برابر 90 نیوتن بر هم وارد می کنند . مقدار هر بار چند میکرو کولن است ؟ ($K = 9\times10^9\frac{N.m^2}{C^2}$)

1) 4 2) 8 3) 2 4) 6

@azmn_mub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 18) دو ذره با بار های الکتریکی $q_1 = 9\mu c$ و $q_2 = 18\mu c$ به ترتیب در نقاط $A(-1cm , 1cm)$ و $B(8\ cm , 4cm)$ ثابت شده اند . اندازه نیرویی که دو ذره به یکدیگر وارد می کنند ، چند نیوتن است ؟

$\left(K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}\right)$

1) 1/62 2) 4/86 3) 162 4) 486

تست 19) دو ذره باردار هم نام با بارهای مثبت در فاصله 30 سانتی متر از هم ثابت شده اند و نیروی الکتریکی $2/4\ N$ را به هم وارد می کنند. اگر مجموع بار دو ذره $10\mu c$ باشد. بار هر یک از این دو ذره چند میکروکولن است؟

$\left(K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}\right)$

1) 5 و 5 2) 2 و 8 3) 4 و 6 4) 3 و 7

تست 20) دو کره فلزی خیلی کوچکو مشابه دارای بار الکتریکی نا همنام $q_1 > 0$ و $|q_2| > q_1$ هستند و در فاصله 60 سانتی متری هم قرار دارند و بر هم نیروی الکتریکی $0/9N$ وارد می کنند . اگرکره ها را به هم تماس دهیم و دوباره به همان فاصله قبلی از هم دور کنیم ، نیروی الکتریکی $1/6$ نیوتون به هم وارد می کنند . q_1 چند میکرو کولن است ؟

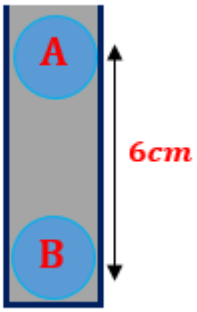
$(K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

1) 1 2) 2 3) 10 4) 20

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

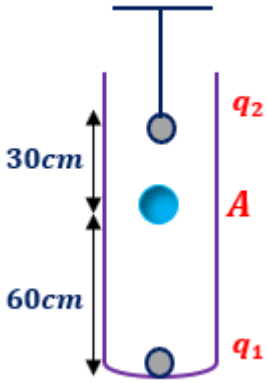
تست 21) مطابق شکل زیر ، درون یک لوله بدون اصطکاک دو گلوله کوچک ، نارسانا و مشابه A و B به جرم های 250 گرم و بار الکتریکی q، ($q > 0$) در فاصله 6cm هم قرار دارند ، به طوری که گلوله بالایی معلق مانده است . بار هر گلوله چند میکرو کولن است؟ ($K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$ ، $g = 10 \frac{N}{kg}$ و از تمامی نیرو های اصطکاک صرفه نظر کنید .)



1) 1 2) 4

3) 3 4) 6

تست 22) در شکل مقابل ، یک گوی کوچک به جرم $300gr$ و بار $-8\mu c$ در نقطه A بین دو ذره باردار q_1 و q_2 معلق است ، اگر بار $q_1 = -10\mu c$ و در جای خود ثابت باشد ، بار q_2 چند میکرو کولن است ؟



($K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$ ، $g = 10 \frac{N}{kg}$.)

1) $-6/25$ 2) $+6/25$

3) $-1/25$ 4) $+1/25$

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

☑ تاثیر تغییرات اندازه بار ها و فاصله بین دو بار بر نیروی کولنی :

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

نکته : در رابطه فوق هر کدام از کمیت ها که ثابت بماند و یا اینکه سوال حرفی در مورد آن ها نزند ساده می شود و در معادله قرار نمی‌گیرد.

اگر فاصله بین ذره ها ثابت باشد :	$\frac{F'}{F} = \frac{q_1'}{q_1} \times \frac{q_2'}{q_2}$
اگر بار یکی از ذره ها ثابت باشد:	$\frac{F'}{F} = \left(\frac{q_1'}{q_1}\right)\left(\frac{r}{r'}\right)^2$
اگر هر دو بار ثابت باشد :	$\frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2$

تست 23) دو بار q_2 و q_1 در فاصله r قرار دارند اگر اندازه یکی را نصف ، دیگری را سه برابر و فاصله بین آن ها را نصف کنیم نیرو وارد بر دو بار چند برابر می شود؟

1) 4 2) 6 3) $\frac{1}{4}$ 4) $\frac{1}{6}$

روش 1 :

روش 2 :

تست 24) دو بار q و q در فاصله r از یکدیگر قرار دارند .اگر 25٪ یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم و فاصله بین آ ن ها را نصف کنیم نیروی وارد بر آن ها چند برابر می شود ؟

1) $\frac{4}{5}$ 2) $\frac{15}{4}$ 3) $\frac{5}{4}$ 4) $\frac{4}{15}$

تست 25) دو بار q و $-q$ در فاصله r از یکدیگر قرار دارند .اگر 25٪ یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

@azmn_nup

و فاصله بین آن ها را نصف کنیم نیروی وارد بر آن ها چند برابر می شود ؟

1) $\frac{4}{9}$ 2) $\frac{16}{9}$ 3) $\frac{9}{4}$ 4) $\frac{9}{16}$

تست 26) دو بار مثبت q که در فاصله ی معین r قرار دارند نیروی F به یکدیگر وارد می کنند . چند درصد یکی را بر داشته و به دیگری اضافه کنیم تا در همان فاصله نیروی بین آنها 16درصد کاهش یابد؟

1) 20 درصد 2) 60 درصد 3) 40 درصد 4) 50 درصد

تست 27) تجربی خارج 97 : دو بار نقطه ای q در فاصله r نیروی F را به هم وارد می کنند . چند درصد از یکی از بار ها را برداریم و به دیگری اضافه کنیم ، تا وقتی فاصله دو بار 25 درصد افزایش یابد نیرویی که به هم وارد می کنند 52 درصد کاهش یابد ؟

1) 20 2) 30 3) 40 4) 50

تست 28) دو بار q و $-q$ در فاصله r از یکدیگر نیروی F را به هم وارد می کنند، چند درصد از یکی را برداشته و به

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

دیگری اضافه کنیم تا در صورتی که فاصله بین دو بار را نصف کنیم نیرویی که به یکدیگر وارد می کنند 125درصد افزایش یابد؟

1) 25 2) 50 3) 70 4) 40

☑ نکتک : *اگر جمع دو بار مقداری ثابت باشد ، نیروی بین دو بار زمانی* **max** *می شود که مقدار دو بار با یکدیگر برابر باشد .*

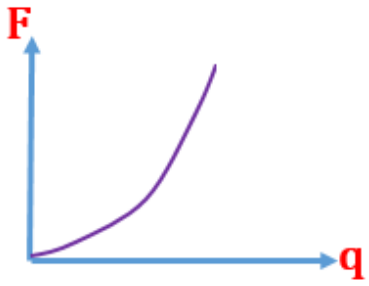
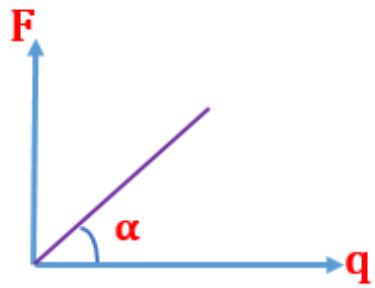
تست 29) دو بار نقطه ای $q_1 = q$ و $q_2 = 0/6\,q$ در فاصله ثابتی از هم قرار دارند . چند درصد از بار q_1 را برداشته و به بار q_2 اضافه کنیم تا نیروی الکتریکی بین ان ها بیشینه شود ؟

1) 10 2) 20 3) 40 4) 50

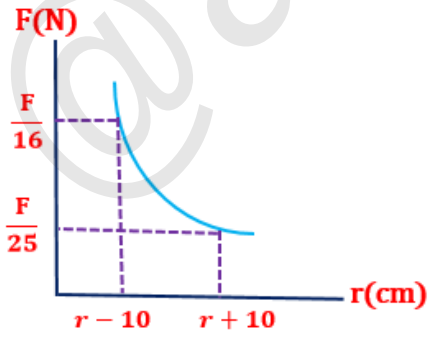
@azmn_mub

نمودار های قانون کولن :

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

	نمودار نیرو بر حسب بار q (دو بار متغیر و برابر q در فاصله ثابت)
 $\tan\alpha = k\frac{q_1}{r^2}$	نمودار نیرو بر حسب بار q (یک بار متغیر و یک بار ثابت در فاصله ثابت r)
	نمودار نیرو بر حسب فاصله r (دو بار ثابت در فاصله متغیر r)

تست 30) نمودار تغییرات اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی نقطه ای $q_1 = q_2 = 3\mu c$ بر حسب فاصله بین دو بار مطابق شکل زیر است . مقدار F در SI کدام است ؟ $K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$



1) 10 2) $\frac{81}{40}$

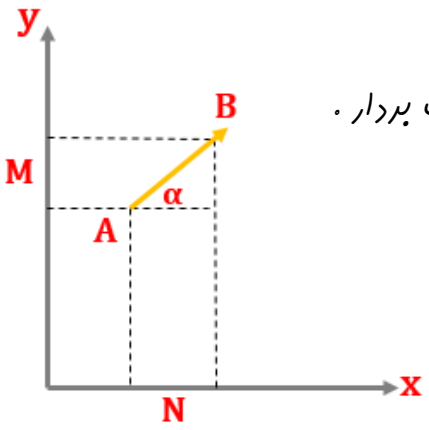
3) 1/0 4) $\frac{81}{4}$

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

آشنایی با بردار ها و نحوه برایندگیری آنها :

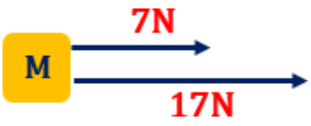
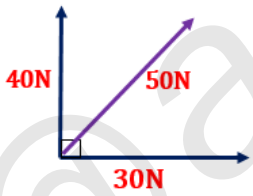
تجزیه بردار: تجزیه یک بردار یعنی مشخص کردن مولفه افقی و عمودی یک بردار .



$$\cos\alpha = \frac{N}{AB} \rightarrow N = (AB)\cos\alpha$$

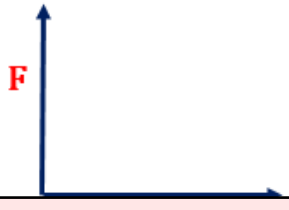
$$\sin\alpha = \frac{M}{AB} \rightarrow M = (AB)\sin\alpha$$

3 حالت برایند گیری :

توضیحات	نمونه
الف) اگر دو بردار هم جهت باشند ، بردار برایند جمع آن دو بردار خواهد بود .	 $\vec{R} = 17 + 7 = 24N$
ب) اگر دو بردار خلاف جهت یکدیگر باشند ، بردار برایند اختلاف آن دو خواهد بود .	$\vec{R} = 17 - 7 = 10N$
پ) اگردو بردار بر یکدیگر عمود باشند ، بردار برایند را از طریق قانون فیثاغورث به دست می آوریم	 $\vec{R} = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50N$

☑ **نکته :** برای برایند گیری دو بردار عمود بر هم میتوان از اعداد طلایی نیز استفاده کرد .

☑ **نکته :** اگر دو بردار عمود بر هم با یکدیگر برابر باشند برایند آن ها برابر $F\sqrt{2}$ می شود .



PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

اصل بر هم نهی نیرو های الکتروستاتیکی :

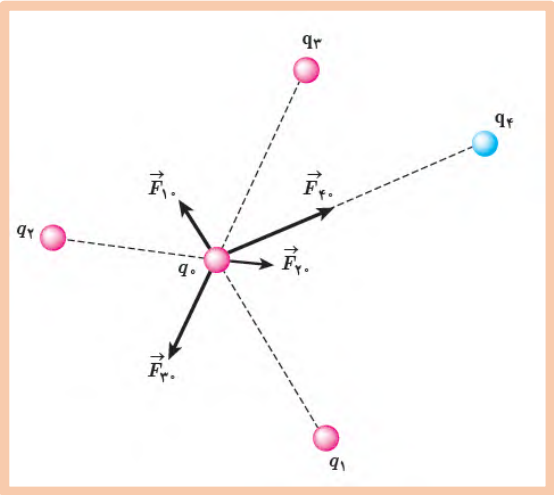
وقتی اطراف یک بار چند بار الکتریکی وجود دارد از طرف هر بار نیرو به ذره وارد می شود که تمامی این نیرو هارا با یک نیرو به نام نیروی برایند یا نیروی خالص (F_T) ، می توان جایگزین کرد

مراحل برایند گیری :

1)تعیین جهت نیرو ها

2)محاسبه نیرو ها

3)برایند گیری نیرو ها

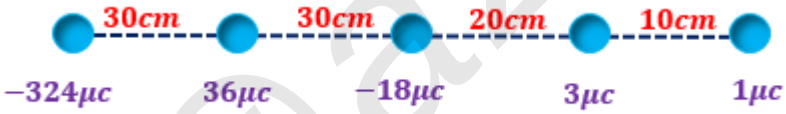


$$\vec{F}_T = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

محاسبه برآیند نیروی کولنی چند بار الکتریکی واقع در یک راستا:

در این حالت ، نیرو های الکتریکی وارد شده بر هر بار الکتریکی در یک راستا هستند و برای محاسبه اندازه برایند ، یا آن ها را با هم جمع و یا از هم کم می کنیم .

تست 31) در شکل زیر ، برایند نیرو های وارد بر بار $1\mu c$ چند نیوتن است ؟



1) 0/9　　2) 1/8

3) 2/7　　4) 3/6

روش اول :

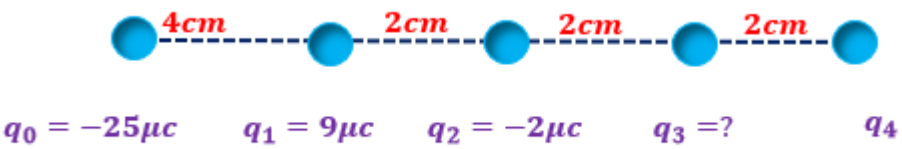
روش دوم : (روش انتقال)

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 32) در شکل زیر ، برایند نیرو های الکتریکی وارد بر q_4 برابر صفر است . بار q_3 چند میکرو کولن است ؟

1) 5 2) -5

3) 0/5 4) - 0/5



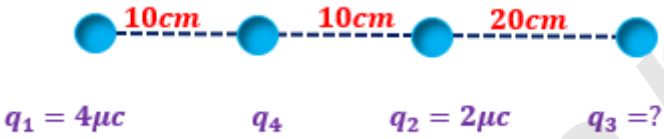
روش اول :

روش دوم :

تست 33) در شکل زیر ، برایند نیرو های الکتریکی وارد بر q_4 برابر صفر است . بار q_3 چند میکرو کولن است ؟

1) 18 2) 8

3) - 8 4) - 18



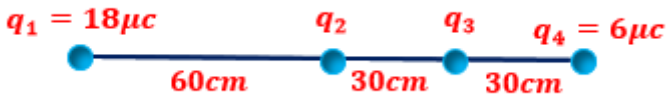
روش اول :

روش دوم :

تست 34) در شکل زیر ، اگر برایند نیرو های الکتریکی وارد بر بار q_3 برابر با صفر باشد ، بار q_2 چند میکرو کولن است ؟ $(K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

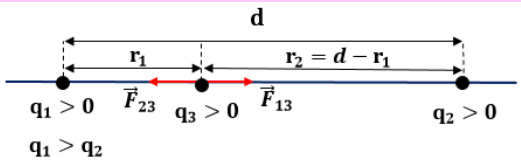
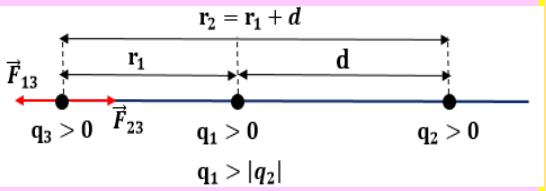
1) 4 2) -4

3) 8 4) -8



@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

هر گاه دو بار الکتریکی هم نام داشته باشیم ، بین دو بار و نزدیکتر به بار کوچکتر میتوان نقطه ای را یافت که اگر بار دیگری را آنجا قرار دهیم برایند نیرو های وارد بر ان صفر شود		$\vec{F}_{13} = \vec{F}_{23} \Rightarrow \frac{k\|q_1\|q_3}{(r_1)^2} = \frac{k\|q_2\|q_3}{(r_2)^2}$ $\Rightarrow \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left\|\frac{q_2}{q_1}\right\|$ r_1: فاصله q_3 از بار q_1 r_2: فاصله q_3 از بار q_2
هر گاه دو بار الکتریکی نا هم نام داشته باشیم ، خارج از دو بار و نزدیک به بار کوچکتر نقطه ای وجود دارد که اگر بار الکتریکی دیگری را در آن قرار		$\vec{F}_{13} = \vec{F}_{23} \Rightarrow \frac{k\|q_1\|q_3}{(r_1)^2} = \frac{k\|q_2\|q_3}{(r_2)^2}$ $\Rightarrow \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left\|\frac{q_2}{q_1}\right\|$ r_1: فاصله q_3 از بار q_1

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تلتل : اگر دو بار الکتریکی داشته باشیم ، و بخواهیم نقطه ای را پیدا کنیم که وقتی بار سومی را در آن نقطه قرار می دهیم فاصله q_3 از بار q_2: r_2 ان صفر می شود .
دهیم برایند نیرو های وارد بر نیروی به آن وارد نشود ، به صورت زیر عمل می کنیم :

تست 35) دو بار الکتریکی $1\mu c$ و $4\mu c$ در فاصله 30 سانتی متری از هم قرار دارند . در چه فاصله ای از بار $1\mu c$ بار الکتریکی $5\mu c$ را قرار دهیم تا نیروی وارد بر ان از طرف دو بار q_1 و q_2 صفر شود ؟

1) 10 2) 20 3) 15 4) 25

روش اول :

روش دوم : $\left(x\text{ ، بار}\sqrt{\ }\right)$

تست 36) اگر $q_1 = -1\mu c$ و $q_2 = 4\mu c$ و فاصله بین ن ها 30 سانتی متر باشد ، بار $q_3 = 20\mu c$ را در چه فاصله ای از بار q_1 قرار دهیم تا به حالت تعادل قرار بگیرد ؟

1) 10 2) 20 3) 30 4) 25

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

☑ نکتک : در روش x ، بار $\sqrt{}$ ، اگر بار های الکتریکی مجزور کامل نبودند ابتدا آن هارا ساده کرده تا مجزور کامل شوند و سپس از روش x ، بار $\sqrt{}$ استفاده می کنیم .

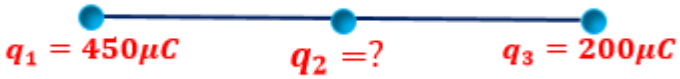
تست 37) در فاصله چند سانتی متری از بار $360\mu c$ بار الکتریکی $10\mu c$ را قرار دهیم تا نیرویی به ان وارد نشود ؟

1) 3 2) 6 3) 9 4) 12

☑ نکتک : همانطور که دیدیم ، مقدار بار سوم هیچ تاثیری در حل مساله ندارد .

بار در تعادل در یک راستا :

تست 38) در شکل زیر ، برایند نیرو های وارد بر هر یک از بار ها صفر است . بار q_2 چند میکرو کولن است ؟



1) 72 2) 48 3) -72 4) -48

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

@azmn_nup

تست 39)در شکل زیر ، برایند نیرو های وارد بر هر یک از بار ها صفر است . بار q_2 چند میکرو کولن است ؟(گاج 98)

1) $\frac{36}{5}$ 2) $-\frac{36}{5}$

3) $\frac{5}{36}$ 4) $-\frac{5}{36}$

تست 40) سه ذره باردار $q_1 = 12\mu c$ و $q_2 = 3\mu c$ و q_3 در صفحه x-y به ترتیب در مختصات $(x_3 ، y_3)$ ، $(x_2 = -8cm، y_2 = 12cm)$ ، $(x_1 = 4cm، y_1 = 3cm)$ قرار دارند . اگر برایند نیرو های الکتریکی وارد بر هر ذره صفر باشد ، q_3 چند میکرو کولن است ؟ (کنکور خارج 98)

1) $\frac{16}{3}$ 2) $\frac{4}{3}$ 3) $-\frac{4}{3}$ 4) $-\frac{16}{3}$

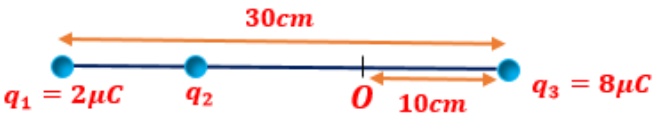
⍟ اگر 3 بار در تعادل باشند و بار الکتریکی دیگری را بین ان ها قرار دهیم تعادل به هم خورده و نیروی اعمال شده به ان بار را می توان محاسبه کرد .

تست 41) در شکل زیر ، برایند نیرو های الکتریکی وارد بر هر یک از بار ها صفر است . اگر بار $q_4 = 1\mu c$ در نقطه 0 قرار گیرد نیرو های الکتریکی وارد بر چند نیوتن می شود ؟(تجربی 97)($K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$.)

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

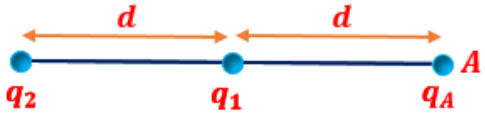
1) $1/25$　　2) $5/95$

3) $6/75$　　4) $7/55$



★سوالاتی که یکی از بار ها حذف می شود :

تست 42) در شکل زیر ، بار الکتریکی نقطه ای q_A واقع در نقطه A از طرف دو بار الکتریکی q_1 و q_2 نیروی الکتریکی برایند $\vec{F}$ وارد می شود . اگر بار q_3 حذف شود ، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_A در نقطه A برابر با $\frac{\vec{F}}{4}$ می شود ، حاصل $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است ؟



1) $\frac{1}{5}$　　2) $-\frac{4}{5}$　　3) $\frac{1}{12}$　　4) $-\frac{1}{20}$

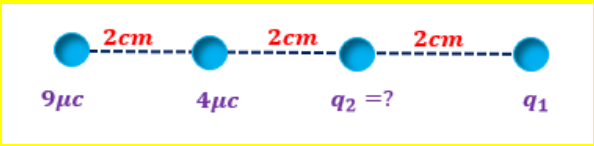
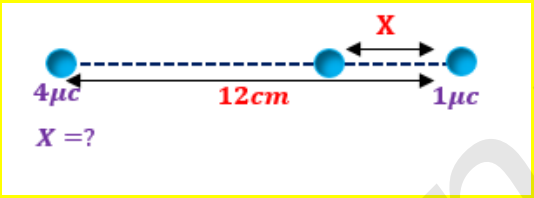
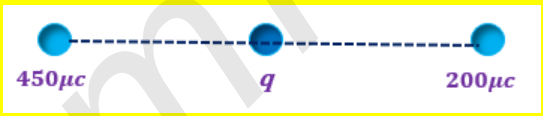
وقتی برایند نیرو های وارد بر یک بار الکتریکی را از ما می خواهند

روش 1 : تک تک نیرو هارا حساب می کنیم و سپس برایند گیری می کنیم

روش 2 : انتقال

@azmn_mub

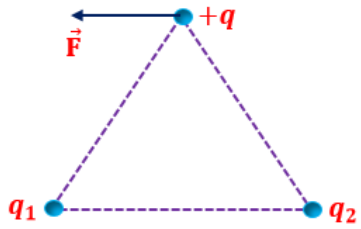
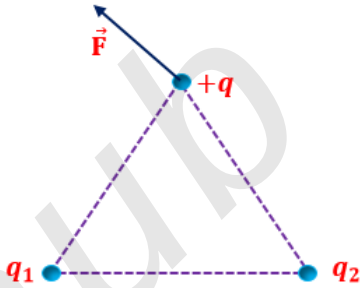
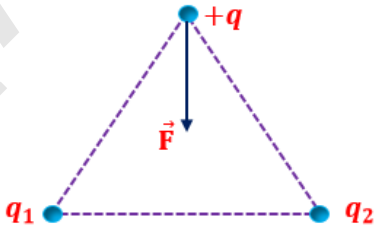
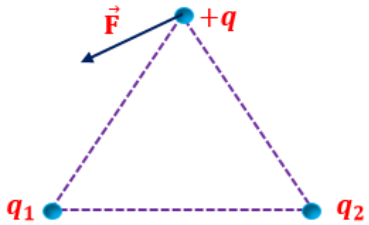
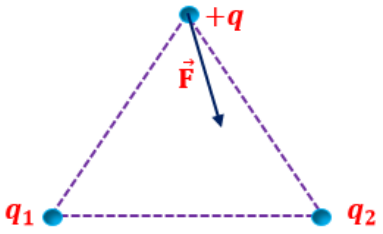
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

	برایند نیرو های وارد بر بار $1\mu c$ را از ما می خواهند	
وقتی برایند نیرو های وارد بر یکی از بارها صفر می باشد و یکی دیگر از بار ها مجهول است	 برایند نیرو های وارد بر q_1 صفر است ، مقدار q_2 چه قدر است؟	روش 1 : برایند نیرو ها را برابر صفر قرار داده و مقدار q_2 را به صورت قدر مطلق به دست می اوریم ، باید تشخیص دهیم q_2 مثبت است یا منفی روش 2 : انتقال
وقتی 2 بار الکتریکی وجود دارد و نقطه ای را میخواهیم بیابیم که در ان نقطه به بار الکتریکی سوم نیرو وارد نشود	 مقدار x چه قدر باشد تا بار q در تعادل قرار گیرد	اگر دو بار هم نام باشند و نزدیک بار کوچکتر و بین دو بار برایند نیرو ها صفر می شود و اگر دو بار ناهم نام باشند نزدیک به بار کوچکتر و خارج از دو بار برایند می تواند صفر شود . روش 1 : نقطه مورد نظر را مشخص می کنیم و نیرو های F_1 و F_2 وارد بر ان را در نظر می گیریم و $F_2 = F_1$ را می نویسیم و جواب به دست می اید روش 2 : $\sqrt{\text{بار}}\ x$
وقتی 3 بار الکتریکی در تعادل بوده و فاصله و همچنین یکی از بار های الکتریکی مجهول باشد	 مقدار q چه قدر باشد تا هر 3 بار در تعادل باشند	روش 1 : برایند نیرو ها را برای دو بار الکتریکی مختلف صفر قرار می دهیم روش 2 : ترکیب انتقال و $\sqrt{\text{بار}}\ x$

مساله 43) در شکل های زیر ، برایند نیرو های وارد بر بار $q+$ از طرف بار های q_1 و q_2 رسم شده است ، نوع بار q_1 و q_2 و بزرگی ها را با هم مقایسه کنید .

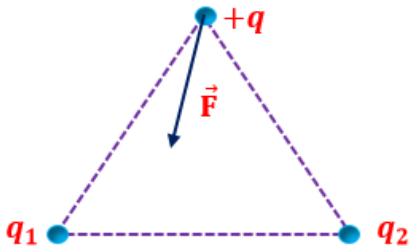
شکل ها	مقایسه بزرگی بارها	مشخص کردن نوع بار های q_1 و q_2

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

@azmn_nub

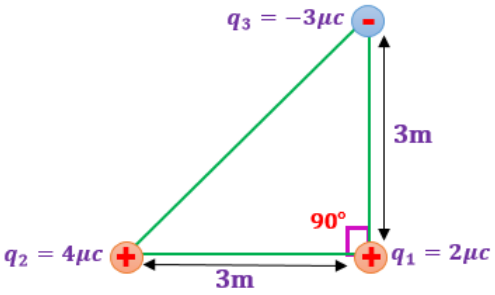
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark



⍟ بر هم نهی نیرو های الکتروستاتیکی غیر هم راستا (عمود بر هم):

تست 44) تمرین کتاب درسی : سه ذره باردار مطابق شکل روبه رو در سه رأس مثلث قائم الزاویه ای ثابت شده اند.

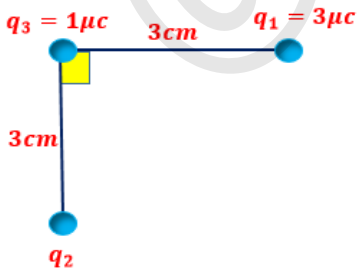
نیروی الکتریکی خالص وارد بر ذره واقع در رأس قائمه را به دست آورده و اندازه این نیرو را محاسبه کنید ؟



1) 10^{-2} 2) 2×10^{-2}

3) 3×10^{-2} 4) 4×10^{-2}

تست 45) اگر در شکل زیراندازه برایند نیرو های الکتریکی وارد شده به بار الکتریکی q_3 برابر $50N$ باشد . اندازه نیروی الکتریکی که بار q_1 به q_2 وارد می کند ، چند نیوتن است ؟ ($K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{c^2}$)

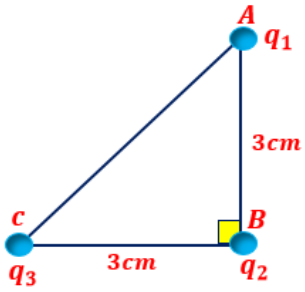


1) 60 2) 10

3) 40 4) 20

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

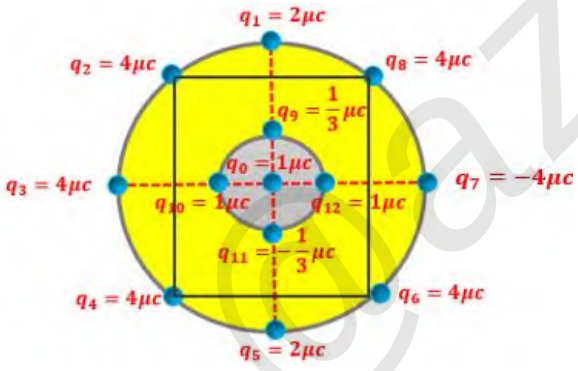
تست 46) در شکل زیر ، سه ذره با بار های الکتریکی $q_1 = -4\mu c$ ، $q_2 = 3\mu c$ و $q_3 = -3\mu c$ در سه راس یک مثلث قائم الزاویه ثابت شده اند . نیرو ی برایند وارد شده به بار q_2 با راستای AB چه زاویه ای می سازد ؟ ($\sin 37° = 0/6$ ، $\sin 30° = 0/5$)



1) $37°$ 2) $53°$

3) $30°$ 4) $45°$

تست 47) در شکل مقابل اگر مرکز دایره ها و مربع بر هم منطبق باشند و شعاع دایره بزرگ و کوچک به ترتیب 3 و 1 سانتی متر باشد ، نیروی برایند در نقطه O چند نیوتن است ؟ ($K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{c^2}$)

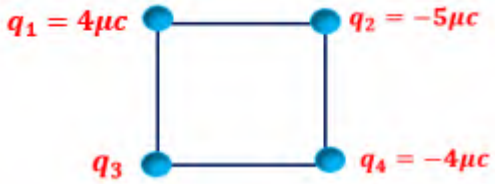


1) 10 2) 100

3) 20 4) 200

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 48) چهار ذره باردار در راس های یک مربع به ضلع 20 سانتی متر قرار دارند . اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر q_2 در SI به صورت $\vec{F} = -9\vec{i}$ باشد ، q_2 چند میکرو کولن است ؟(ریاضی 98) ($K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{c^2}$)

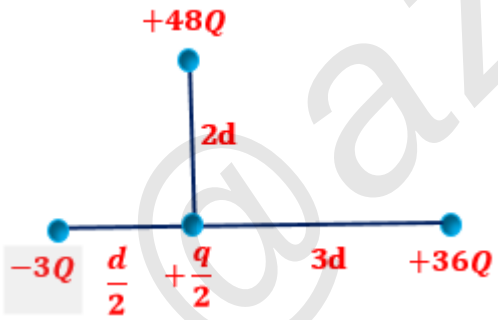


1) -4 2) 4

3) $-8\sqrt{2}$ 4) $8\sqrt{2}$

★ سوالاتی که نیروی F به صورت پارامتری مشخص شده و بقیه نیرو ها ضریبی از F هستند .

تست 49) اگر اندازه نیروی وارده از طرف بار Q به بار q که در فاصله d از هم قرار دارند برابر با F باشد ، اندازه برایند نیرو های وارد بر بار $+\frac{q}{2}$ در شکل زیر کدام است ؟



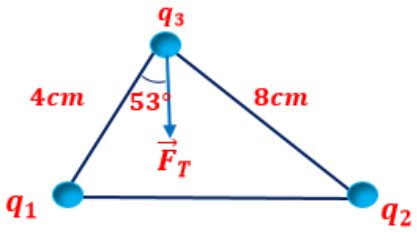
1) $5F$ 2) $10F$

3) $15F$ 4) $20F$

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

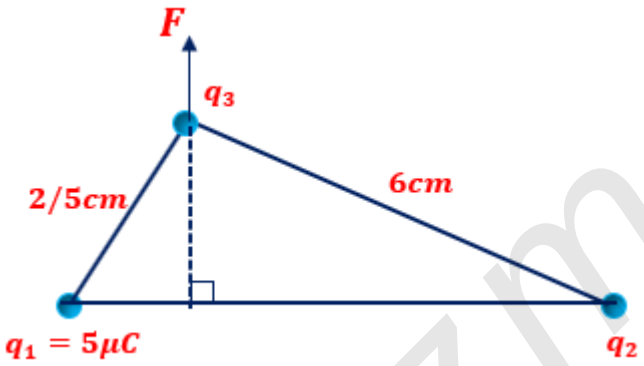
تست 50) مطابق شکل ، سه بار نقطه ای q_1 و q_2 و q_3 بر روی سه راس یک مثلث قائم الزاویه ثابت شده اند . اگر F_T برایند نیرو های وارد بر q_3 از طرف بار های q_1 و q_2 باشد ، $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است ؟ (مثلث در راس q_3 قائمه است و $\tan 53^\circ = \frac{4}{3}$)



1) $\frac{3}{4}$ 2) $-\frac{3}{4}$

3) $\frac{3}{16}$ 4) $-\frac{3}{16}$

تست 51) دو ذره باردار q_1 و q_2 مطابق شکل زیر قرار دارند . نیروی الکتریکی خالص (برایند) ناشی از دو ذره به ذره باردار q_3 برابر $\vec{F}$ است . q_2 چند میکرو کولن است ؟



1) 108 2) 24

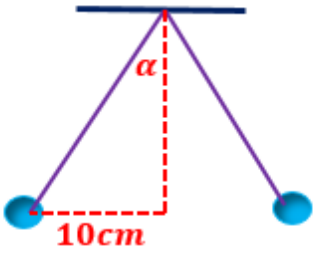
3) 12 4) 6

گلوله های باردار آونگ :

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 52) در شکل مقابل ، دو گلوله مشابه با بار یکسان ، هر یک به جرم 24 گرم توسط نخ هایی سبک به طول 26 سانتیمتر آویزان شده اند و در حالت تعادل قرار دارند . بار هر گلوله چند میکرو کولن است ؟



1) $\frac{1}{9}$ 2) $\frac{2}{3}$

3) 3 4) 9

میدان الکتریکی :

تعریف کیفی میدان الکتریکی : دو بار الکتریکی q_1 و q_2 که در فاصله معینی از یکدیگر قرار دارند ، بر هم نیروی الکتریکی وارد می کنند . اما چگونه زمانی که این دو بار در تماس با یکدیگر نیستند می توانند به هم نیرو وارد کنند . درعلم فیزیک پاسخ اینگونه است که بار q_1 خاصیتی در فضای اطراف خود ایجاد می کند که به ان میدان الکتریکی می گویند . حال زمانی که بار q_2 در نقطه ای از فضای اطراف بار q_1 قرار می گیرد در واقع تحت تاثیر میدانی است که بار q_1 ایجاد کرده است .

بنابراین بار q_1 نه از طریق تماس بلکه به وسیله میدان الکتریکی خودش به بار q_2 نیرو وارد کرده است .

یکای میدان الکتریکی در SI ، (نیوتن بر کولن ($\frac{N}{C}$)) است .

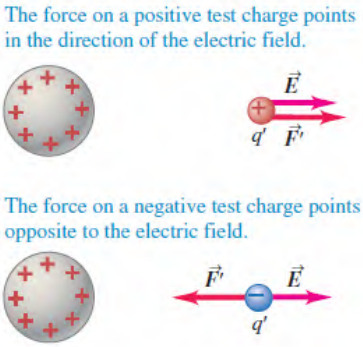
@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تعریف کمی میدان الکتریکی : میدان الکتریکی در هر نقطه از فضای اطراف یک جسم باردار الکتریکی به شکل زیر تعیین می گردد : در ابتدا بار کوچک و مثبت q_0 معروف به ((بار آزمون)) را در ان نقطه قرار می دهیم و بعد نیروی الکتریکی $\vec{F}$ وارد بر ان را اندازه می گیریم و در نهایت میدان الکتریکی $\vec{E}$ ناشی از جسم باردار در ان نقطه به صورت رابطه زیر به دست می اید

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

نکتک : بار آزمون در رابطه مقابل در واقع باری است که در داخل میدان $\vec{E}$ قرار گرفته و خودش میدان $\vec{E}$ را ایجاد نکرده است .



جهت میدان الکتریکی : میدان الکتریکی یک کمیت برداری است که از ضرب یک کمیت نرده ای ($\frac{1}{q_0}$) در یک کمیت برداری ($\vec{F}$) به دست می اید . حال برای تعیین جهت بردار الکتریکی در یک نقطه بایستی بار آزمون را در ان نقطه قرار دهیم . نکته اول اینکه $\vec{E}$ همواره هم راستا با $\vec{F}$ است و اگر بار آزمون مثبت باشد $\vec{E}$ با $\vec{F}$ هم جهت و اگر منفی باشد $\vec{E}$ با $\vec{F}$ در خلاف جهت هم هستند .

خطوط میدان الکتریکی :

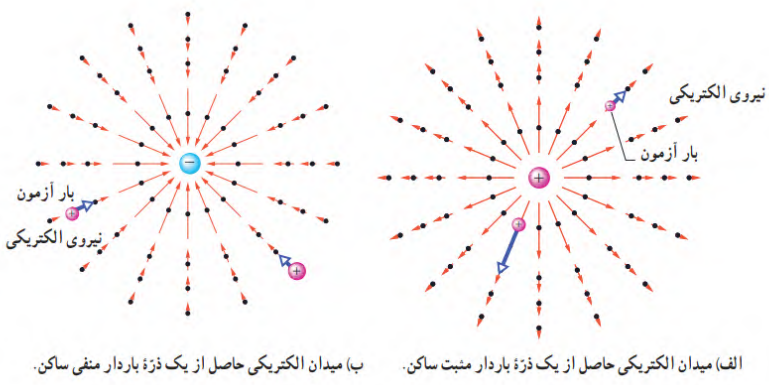
مقدمه : در بحث میدان به این نکته اشاره کردیم که بار الکتریکی در فضای اطراف خود میدان الکتریکی ایجاد می کند . مایکل فاراده نخستین کسی بود که در اواسط قرن 19 میلادی به روشی دست یافت که بتوان بردار میدان الکتریکی را در نقاط اطراف یک ذره باردار مثبت یا منفی تجسم کرد . حال برای نشان دادن میدان الکتریکی در فضای اطراف اجسام باردار از خط های فرضی جهت داری ، معروف به خطوط میدان الکتریکی استفاده می شود .

@azmn_ghb

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

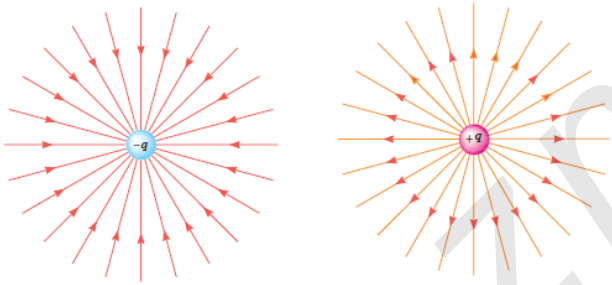
نکات مهم در رسم خطوط میدان الکتریکی :

اگر یک بار آزمون را در نزدیکی یک ذره باردار مثبت یا منفی قرار دهیم ، بسته به نوع بار ، نیروی الکتریکی وارد به بار مثبت آزمون در جهت دور شدن ذره و یا در جهت نزدیک شدن به ان است .

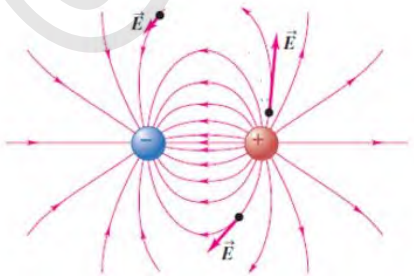


الف) میدان الکتریکی حاصل از یک ذرهٔ باردار مثبت ساکن. ب) میدان الکتریکی حاصل از یک ذرهٔ باردار منفی ساکن.

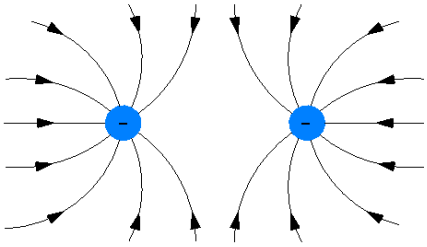
این یعنی خطوط میدان اطراف یک بار مثبت نقطه ای به صورت شعاعی از آن خارج می شود زیرا اگر یک بار آزمون q_0 که مثبت است را در نزدیکی آن قرار دهیم همان طور که قبلا گفتیم میدان الکتریکی در جهت نیرویی است که به بار مثبت q_0 وارد می شود. پس چون دو بار مثبت یکدیگر را دفع می‌کنند پس میدان الکتریکی باید از بار مثبت خارج شود. بار دیگر بار آزمون را درنزدیکی بار منفی q قرار می دهیم،



می دانیم که خطوط میدان در جهت نیرویی است که به بار مثبت آزمون q_0 وارد می شود چون دوبار هم نام دیگر را جذب می‌کنند . پس خطوط میدان نیز باید به یک بار منفی وارد شود .

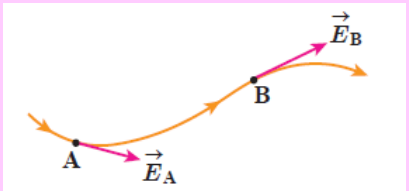
خطوط میدان الکتریکی اطراف یک دوقطبی :	
خطوط میدان اطراف دو بار مثبت هم اندازه :	

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

خطوط میدان اطراف دو بارمنفی هم اندازه :	

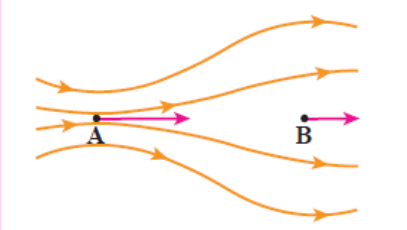
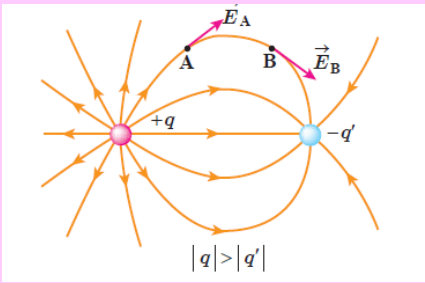
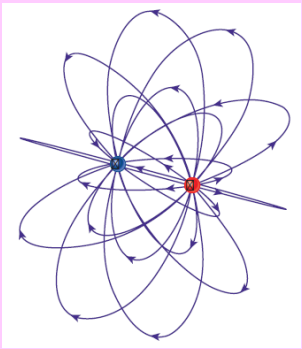
نکتک : تعداد خطوط میدان یک بار الکتریکی متناسب است با اندازه آن بار.

قاعده های رسم خطوط میدان الکتریکی :

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

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

میزان تراکم خطوط میدان در هر ناحیه از فضا نشان دهنده اندازه میدان در آن ناحیه است؛ هرجا خطوط میدان متراکم تر باشد، اندازه میدان بیشتر است نکته : خطوط میدان یکدیگر را قطع نمی کنند	
خطوط میدان برایند هرگز یکدیگر را قطع نمی کنند یعنی از هر نقطه فضا فقط یک خط میدان الکتریکی می گذرد.	
تجسم واقعی خطوط میدان، در فضاست، و بنابراین طرحی سه بعدی دارد	

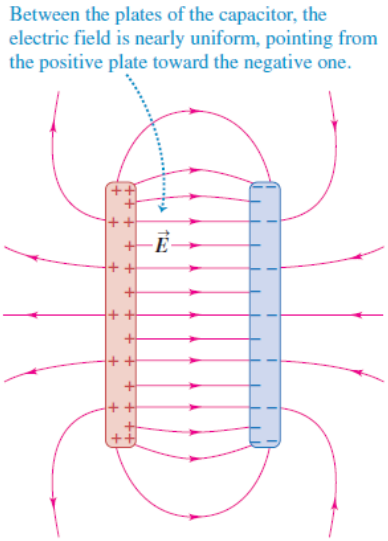
میدان الکتریکی یکنواخت :

خطوط این میدان در فضای بین دو صفحه و دور از لبه های صفحات مستقیم ، موازی و هم فاصله اند یعنی بردار میدان

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

در تمام نقاط بین دو صفحه هم اندازه و هم جهت است که به چنین میدانی ، میدان الکتریکی یکنواخت گفته می شود . همچنین به عنوان مثال هرگاه دو صفحه رسانا با بارهای ناهم نام داشته باشیم بین دو صفحه میدان یکنواخت ایجاد می‌شود . مانند میدان درون خازن .



خطوط میدان دور از دو انتهای دو صفحه رسانا با بار ناهم نام یکنواخت و از صفحه مثبت به صفحه منفی است.

نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی :

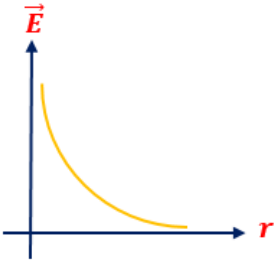
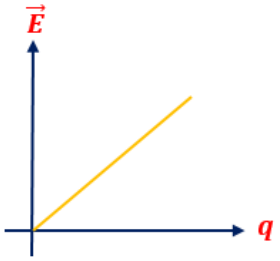
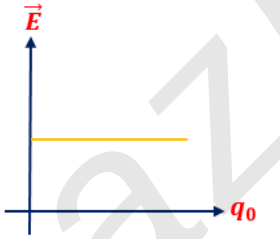
برای تعریف میدان الکتریکی یک جسم باردار از بار آزمون مثبت استفاده کردیم اما وجود این میدان مستقل از بار آزمون است . بنابراین ،حال اگر بار الکتریکی $\mathbf{q}$ در میدان الکتریکی $\vec{E}$ ناشی از اجسام باردار دیگری قرار گیرد این میدان بر ان ذره نیروی $\vec{F} = q\vec{E}$ را وارد می کند به طوری که بزرگی این نیرو اگر ذره مثبت باشد در جهت $\vec{E}$ و اگر منفی باشد در خلاف جهت $\vec{E}$ است .

میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار : میخواهیم میدان الکتریکی ناشی از ذره ای با بار $\mathbf{q}$ را در نقطه $\mathbf{A}$ که به فاصله $\mathbf{r}$ از بار $\mathbf{q}$ قرار دارد را محاسبه کنیم . وحال اگر بار آزمون q_0 را در نقطه $\mathbf{A}$ قرار دهیم چون بار $\mathbf{q}$ در اطراف میدان الکتریکی دارد، به بار q_0 نیروی $\vec{F}$ وارد می‌کند ، پس بزرگی میدان الکتریکی بار $\mathbf{q}$ در نقطه $\mathbf{A}$ از روابط زیر به دست می اید

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

$$F = \frac{kq.q_0}{r^2} \longrightarrow E = \frac{F}{q_0} \longrightarrow E = k\frac{q}{r^2}$$

نکتک : براساس رابطه فوق، مقدار میدان فقط با بار **q** نسبت مستقیم دارد که تولید کننده میدان است، و هیچ ارتباطی به بار آزمون (q_0) ندارد.

میدان الکتریکی با مجذور فاصله از ذره نسبت عکس دارد و غیر یکنواخت است. $E = \frac{kq}{r^2} \longrightarrow E \propto \frac{1}{r^2}$	
میدان الکتریکی با اندازه بار الکتریکی تولید کننده میدان رابطه مستقیم دارد. $E = \frac{kq}{r^2} \longrightarrow E \propto q$	
میدان الکتریکی مستقل از بار آزمون است.	

تست 53) در یک میدان الکتریکی یکنواخت، به بار الکتریکی $q = 2\mu c$ نیروی الکتریکی $F = 10.8\vec{i} - 14.4\vec{j}$ وارد می‌شود. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن است؟

1) 36×10^6 2) 18×10^6 3) 9×10^6 4) $4/5 \times 10^6$

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 54) میدان الکتریکی حاصل از بار q در نقطه A که در فاصله 30 سانتی متری آن قرار دارد، برابر $10^5 \frac{N}{C}$ است.اگر بار q' در نقطه A قرار گیرد .نیرویی برابر $0/02\ N$ از طرف میدان به آن وارد می شود. q و q' به ترتیب از راست به چپ چند میکروکولن اند ؟ (تجربی 97) ($k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$)

1) 0/2 ، 1 2) 0/2 ، 10 3) 0/5 ، 1 4) 0/5 ، 10

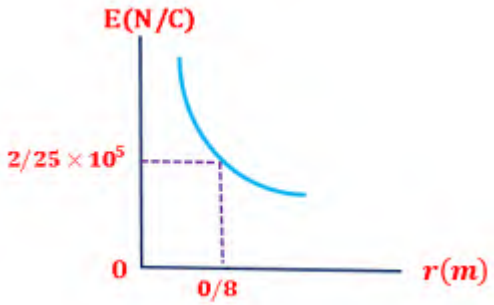
تست 55)در شکل زیر ، میدان الکتریکی حاصل از بار q_1 در محل بار q_2 ، $\vec{E}_1$ است و میدان الکتریکی حاصل از بار q_2 در محل بار q_1 ، $\vec{E}_2$ است . کدام رابطه بین $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ برقرار است ؟

1) $\vec{E}_2 = \vec{E}_1$ 2) $\vec{E}_2 = 4\vec{E}_1$

3) $\vec{E}_2 = -\vec{E}_1$ 4) $\vec{E}_2 = -4\vec{E}_1$

تست 56) نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی q بر حسب فاصله از ان به صورت شکل زیر است .

اگر بار الکتریکی $q' = -9\mu c$ را در فاصله 90 سانتی متری بار q قرار دهیم . نیرویی که دو ذره باردار بر یکدیگر وارد می کنند چند نیوتن است ؟ (کنکور 98 خارج از کشور)

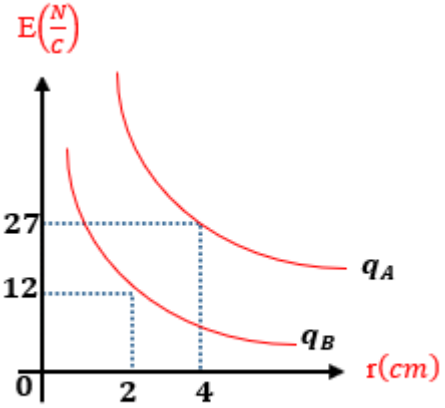


1) 0/16 2) 0/32

3) 1/6 4) 3/2

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 57)در شکل مقابل ، نمودار تغییرات بزرگی میدان الکتریکی بر حسب فاصله ، برای دو بار الکتریکی ناهم نام q_A و q_B نشان داده شده است . اگر دو بار q_A و q_B را در فاصله $30cm$ از یکدیگر قرار دهیم ، میدان الکتریکی خالص این در فاصله چند سانتی متری از بار q_A صفر می شود ؟



1) 15 2) 45

3) 75 4) 22/5

اصل بر هم نهی میدان الکتریکی :

در بخش بر هم نهی نیرو های کولنی دیدیم وقتی چندین بار نقطه ای داشته باشیم نیروی الکتریکی برایند این بار ها بر بار آزمون از رابطه ($\vec{F}_T = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \cdots$) به دست می اید ، حال میخواهیم میدان الکتریکی را در محل بار آزمون بیابیم پس با استفاده از تعریف میدان الکتریکی ($\vec{E} =$

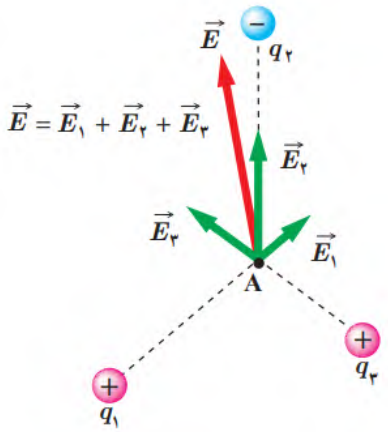
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \cdots$$

@azmn_mup

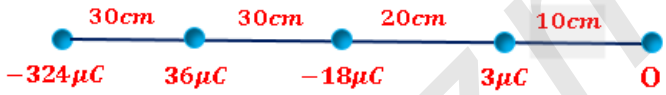
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

$\frac{\vec{F}}{q_0}$) دو طرف معادله بر نهی نیرو های کولنی را بر q_0 تقسیم می کنیم و در اخر به رابطه اصل بر نهی میدان های الکتریکی خواهی رسید :

بر اساس این اصل میدان الکتریکی ناشی از چند بار الکتریکی برابر مجموع میدان هایی است که هر بار در غیاب بقیه بار ها ایجاد می کند ، به بیانی دیگر برای یافتن میدان الکتریکی خالص حاصل از چند ذره باردار در نقطه ای از فضا، ابتدا باید میدان الکتریکی ناشی از هر ذره را در ان نقطه به دست اوریم سپس به صورت برداری این میدان ها را به یکدیگر جمع کنیم



تست 58) میدان الکتریکی برایند در نقطه O چند $\frac{N}{C}$ است ؟



1) $0/8 \times 10^6$
2) $1/8 \times 10^6$
3) $0/9 \times 10^6$
4) 18×10^6

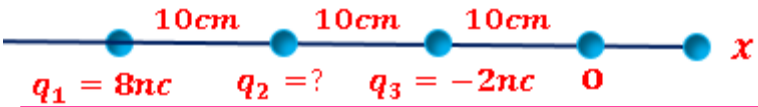
تست 59) مطابق شکل زیر ، سه بار الکتریکی نقطه ای در مکان خود ثابت شده اند . اگر میدان الکتریکی خالص ناشی از سه بار در نقطه O برابر با $\vec{E} = 100\vec{i}\left(\frac{N}{C}\right)$ باشد ، بار q_2 چند نانو کولن است ؟ $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}\right)$

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

1) 4 2) -4

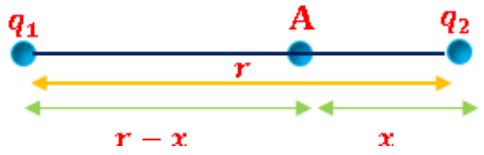
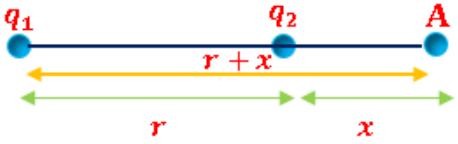
3) $\frac{44}{9}$ 4) $-\frac{44}{9}$



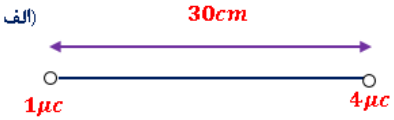
@azmn_nup

صفر شدن برایند میدان الکتریکی دو ذره باردار :

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

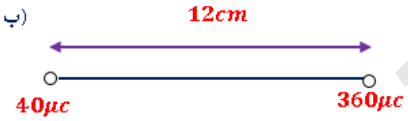
در صورت داشتن دوبار هم نام برآیند میدان الکتریکی بین دو بار و نزدیک تر به بار کوچکتر، نقطه ای وجود دارد که برآیند میدان الکتریکی صفر است	 $\lvert q_1\rvert > \lvert q_2\rvert$	$\frac{kq_1}{(r-x)^2} = \frac{kq_2}{x^2}$ $E_1 = E_2$
در صورت داشتن دو بار ناهمنام در خارج از دو بار و نزدیک به بار کوچکتر نقطه ای وجود دارد که برایند میدان الکتریکی صفر می شود.	 $\lvert q_1\rvert > \lvert q_2\rvert$	$\frac{kq_1}{(r+x)^2} = \frac{kq_2}{x^2}$ $E_1 = E_2$

تست 60) در هر کدام از شکل های الف و ب به ترتیب فاصله بار کوچکتر تا نقطه ای که میدان برایند صفر شود چند سانتی متر است ؟



1) 10 و 3　　2) 3 و 10

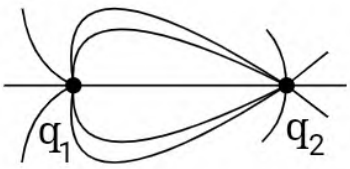
3) 20 و 9　　4) 9 و 20



روش اول :

روش دوم : $\left(\sqrt{\text{بار}}\,،\, x\right)$

تست 61) دو بار الکتریکی نقطه ای q_1 و q_2 در فاصله 12 سانتی متری از یکدیگر قرار دارند و خطوط میدان الکتریکی ان ها رسم شده است . اگر اندازه یکی از بار ها 9 برابر اندازه بار دیگری باشد ، در چه فاصله ای از بار q_2 بر حسب سانتی متر برایند میدان های الکتریکی حاصل از دو بار صفر است ؟



PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

3(1 6(2

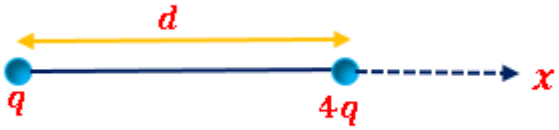
9(3 18(4

تست 62) دو بار الکتریکی نقطه ای همنام و نامساوی در اختیار داریم . اگر روی خط واصل بین دو بار ، از بار کوچکتر به سمت بار بزرگتر حرکت کنیم ، مقدار میدان الکتریکی برایند .....

1)ابتدا زیاد و سپس کم می شود 2)ابتدا کم و سپس زیاد می شود

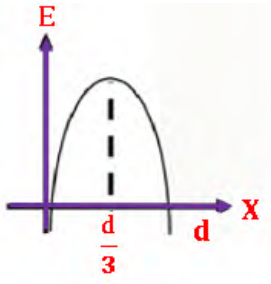
3)ثابت می ماند 4)همواره زیاد می شود

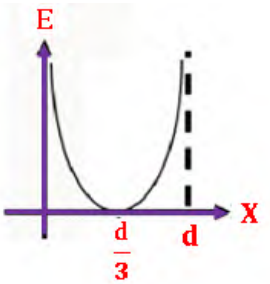
تست 63) در شکل رو به رو نمودار مقدار میدان بر حسب فاصله از q کدام گزینه است ؟

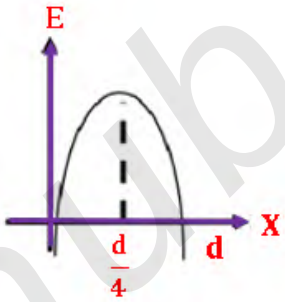


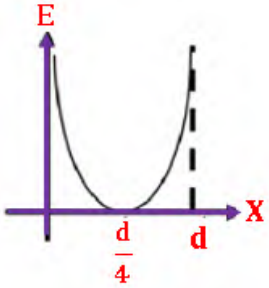
@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

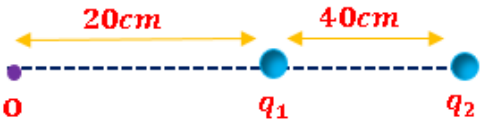
1) 

2) 

3) 

4) 

تست 64) در شکل زیر، شدت میدان حاصل از دو بار q_1 و q_2 در نقطه O برابر $\vec{E}$ است. اگر بار q_2 را خنثی کنیم، شدت میدان در نقطه O، $-4\vec{E}$ می‌شود. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ چند است؟

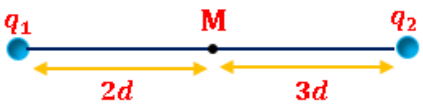


1) $\frac{4}{45}$
2) $-\frac{4}{45}$
3) $\frac{7}{45}$
4) $-\frac{7}{45}$

@azmn_nab
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

★سوالاتی که یکی از بار ها تغییرمی کند .

تست 65) در شکل زیر ، میدان الکتریکی برایند ناشی از بار های الکتریکی نقطه ای q_1 و q_2 در نقطه M برابر با $\vec{E}$ است . اگر q_1 را دو برابر کنیم و q_2 را در امتداد خط واصل بار ها به اندازه 2d به سمت چپ ببریم ، میدان الکتریکی برایند ناشی از بار ها در نقطه M برابر با $6\vec{E}$ می شود . حاصل $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است ؟



1) $-\frac{1}{3}$ 2) $\frac{1}{3}$

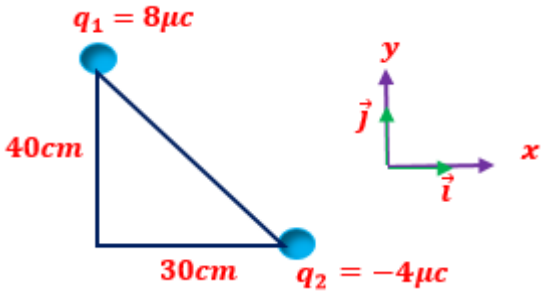
3) $-\frac{27}{16}$ 4) $\frac{27}{16}$

★برایند گیری میدان ها عمود بر هم :

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 66) در شکل زیر میدان الکتریکی خالص در نقطه A در دستگاه SI کدام است ؟ $\left(K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}\right)$



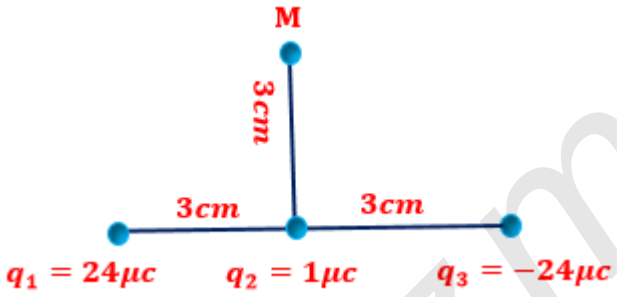
1) $(4\vec{i} - 5/4\vec{j}) \times 10^5$

2) $(-3\vec{i} + 5/4\vec{j}) \times 10^5$

3) $(4\vec{i} - 4/5\vec{j}) \times 10^5$

4) $(3\vec{i} - 4/5\vec{j}) \times 10^5$

تست 67) سه بار نقطه‌ای مطابق شکل قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در نقطه M چند نیوتون بر کولن و در کدام جهت است؟



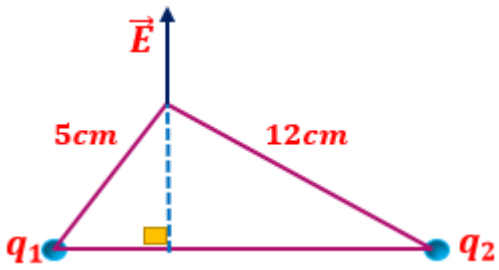
1) 17×10^7 ،↗

2) 17×10^7 ،↖

3) $12\sqrt{2} \times 10^7$ ،↗

4) $12\sqrt{2} \times 10^7$ ،↖

تست 68) دو ذره باردار مطابق شکل زیر ، در دو راس یک مثلث قرار دارند.میدان الکتریکی خالص این دو ذره در راس دیگر مطابق شکل است.$\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟(ریاضی 97)



1) $\frac{25}{144}$ 2) $\frac{5}{12}$

3) $\frac{12}{5}$ 4) $\frac{144}{25}$

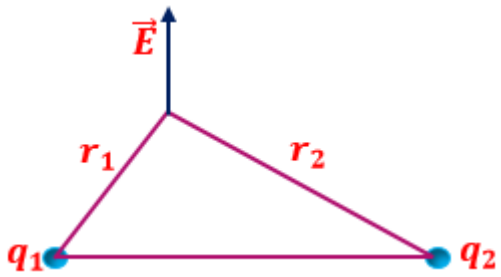
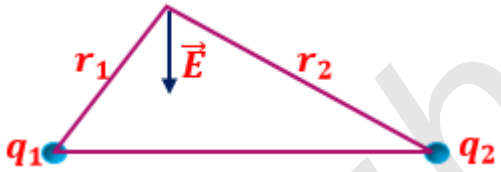
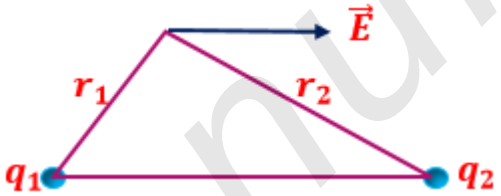
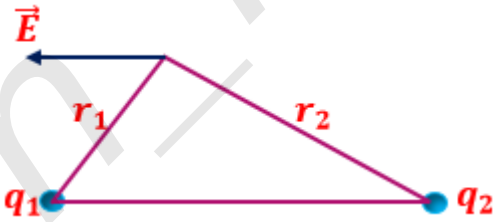
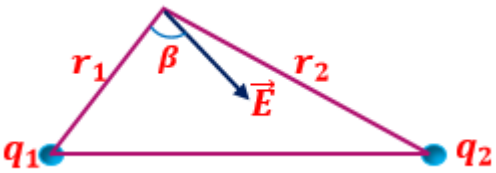
@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

@azmn_nub

اشکال	نسبت های پر اهمیت

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

@azmn_hub

انرژی پتانسیل الکتریکی

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

مقدمه : بچه های عزیز این بخش یکی از مفهومی ترین قسمت های فیزیک یازدهم شماست ، پس دوستانه بهتون توصیه می کنم قبل از ان نکات زیر را که مربوط به فصل کار و انرژی است را مرور کنید ، برای اینکه خیالتون راحت بشه چند نکته مهم را برایتون یاداوری می کنم .

1. اگر به جسمی نیرو وارد کنیم ان جسم جابه جا می شود یعنی ان نیرو وارد شده بر روی جسم ما کار انجام داده است ومقدار این کار از رابطه $w = Fd\cos\theta$ به دست می اید .

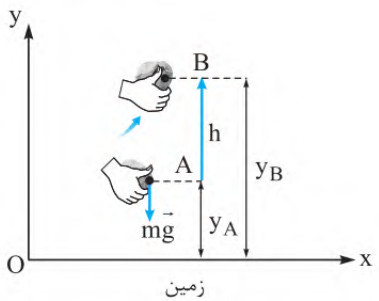
2. تغییرات انرژی مکانیکی برابر است مجموع تغییرات انرزی جنبشی و تغییرات انرژی پتانسیل :

$$\Delta E = \Delta K + \Delta U$$

3. و قانون پایستگی انرژی مکانیکی میگه اگر به جسمی فقط نیرو هایی مثل گرانش ، کشسانی فنر و یا نیروی الکتریکی اثر کند ، انرژی مکانیکی ان جسم پایسته می ماند .

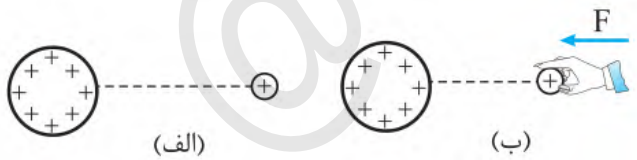
$$\Delta E = 0 \Rightarrow \Delta K + \Delta U = 0 \Rightarrow \Delta U = -\Delta K$$

4. رابطه تغییر انرژی پتانسیل گرانشی و کار نیروی گرانشی $\Delta U_{\text{گرانش}} = -W_{mg}$: این را میدانیم که نیروی وزن وارد بر یک جسم به سمت پایین است ،حال اگر جسم خلاف جهت نیروی وزن به سمت بالا حرکت کند انرژی پتانسیل گرانشی ان زیاد می شود و حال تغییر انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم با رابطه $\Delta U_g = -W_{mg}$ توصیف می شود



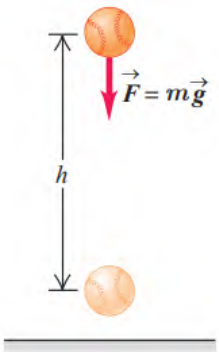
دلیل :

5. اگر دو بار هم نام را بر خلاف میل طبیعی شان به هم نزدیک کنیم ، انرژی پتانسیل الکتریکی دو بار زیاد می شود که طبق رابطه ی $\Delta U_E = -W_E$ توصیف می شود .



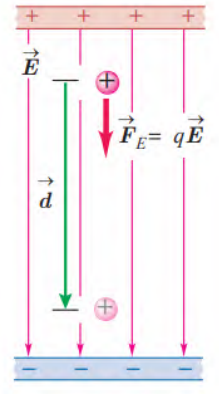
انرژی پتانسیل الکتریکی :

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark



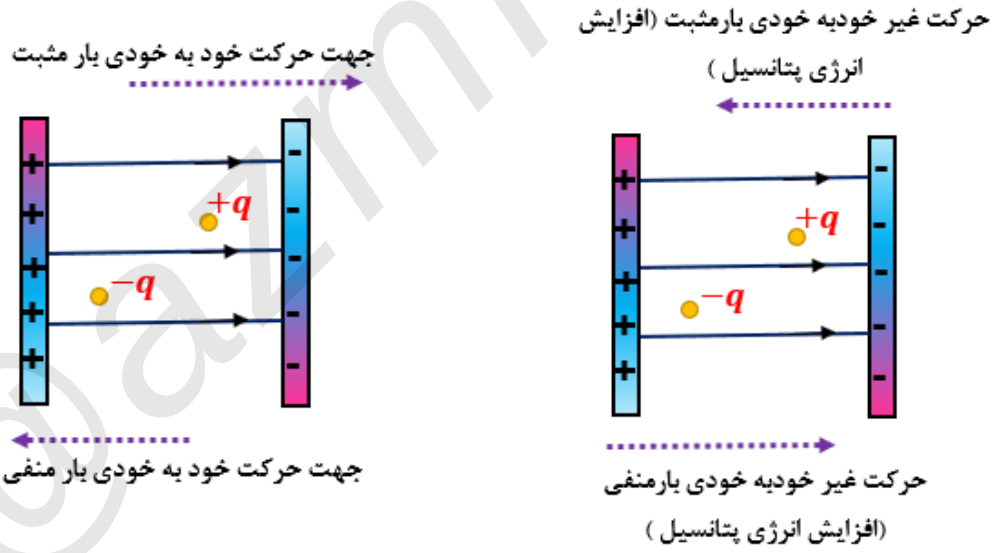
همانطور که در بحث کار و انرژی دیدیم هر گاه ذره ای در جهت حرکت خود به خودی اش حرکت کند، انرژی پتانسیل آن کاهش می یابد. مانند ذره ای که سقوط می کند در جهت خود به خودی حرکت میکند و انرژی پتانسیل آن کاهش می یابد.

حال اگر یک ذره باردار را در یک میدان الکتریکی قرار دهیم ذره در جهت خود به خودی خود حرکت خواهد کرد و انرژی پتانسیل آن کاهش خواهد یافت.



اگر بار مثبت را در میدان الکتریکی رها کنیم تمایل در جهت میدان الکتریکی و به سمت صفحه منفی حرکت کند پس اگر در جهت میدان جابجا شود انرژی پتانسیل آن کاهش می یابد و اگر آن را در خلاف جهت میدان جابجا کنیم، انرژی پتانسیل ذخیره شده در آن افزایش می یابد.(مثل حالتی که یک گوی را به سمت بالا ببریم و ارتفاع آن را زیاد کنیم پتانسیل آن زیاد میشود.)

به همین ترتیب بار منفی تمایل دارد در خلاف جهت میدان حرکت کند و به سمت صفحه مثبت برود. پس اگر در خلاف جهت میدان جابجا شود انرژی پتانسیل ذخیره شده در آن کاهش می یابد و اگر آن را در جهت میدان جابجا کنیم انرژی پتانسیل ذخیره شده در آن را افزایش میدهیم .



همانطور که در نکات بالا برای مبحث کار و انرژی اشاره کردیم در این مبحث نیز کار نیروی الکتریکی وارد بر یک ذره باردار در میدان الکتریکی یکنواخت در یک جابه جایی مشخص برابر است با منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در همان جابه جایی یعنی : $W_E = -\Delta U_E$

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

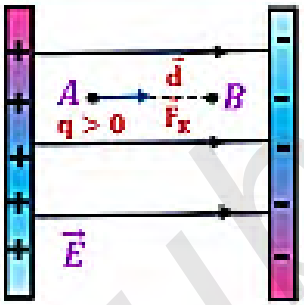
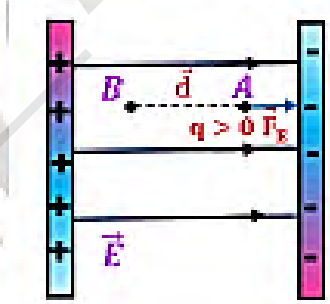
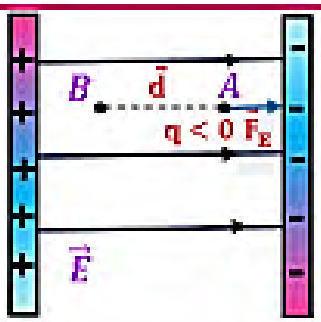
😍 نکتک: رابطه $W_E = -\Delta U_E$ در حالت کلی برای هر میدان الکتریکی برقرار است .

اما زمانی که که ذره ای را در میدان الکتریکی یکنواخت با جابه جایی d داشته باشیم .تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره برابر با $\Delta U_E = -W_E = -E|q|d\cos\theta$ خواهد بود که طبق رابطه θ زاویه بین نیروی $\vec{F}_E$ و جابه جایی d است . ΔU_E تغییرات انرژی پتانسیل بار q است ، $-E$ بزرگی میدان الکتریکی بر حسب $\left(\frac{N}{C}\right)$ و $|q|$ بار الکتریکی بر حسب کولن می باشد .

😍 نکتک: رابطه $\Delta U_E = -W_E = -|q|Ed\cos\theta$ هم برای ذره ای با بار مثبت و هم منفی برقرار است .

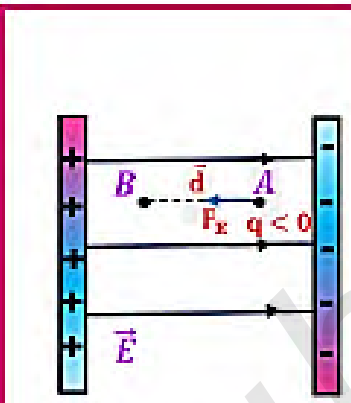
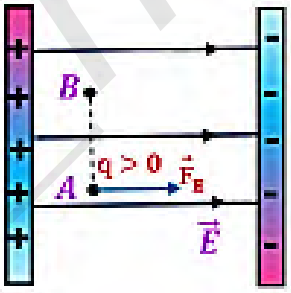
@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

حالت ها	شکل	$\vec{F}_E$	W_E	$W_{\text{نیروی خارجی}}$	ΔU_E
الف) جابه جایی بار مثبت در جهت خطوط میدان		هم جهت با خطوط میدان و در جهت جابه جایی $(\theta = 0)$	$W_E > 0$	$W_{\text{نیروی خارجی}} < 0$	$\Delta U_E < 0$
ب) جابه جایی بار مثبت درخلاف جهت خطوط میدان		هم جهت با خطوط میدان و درخلاف جهت جابه جایی $(\theta = 180°)$	$W_E < 0$	$W_{\text{نیروی خارجی}} > 0$	$\Delta U_E > 0$
ج) جابه جایی بار منفی در جهت خطوط میدان		در خلاف جهت خطوط میدان و در خلاف جهت جابه جایی $(\theta = 180°)$	$W_E < 0$	$W_{\text{نیروی خارجی}} > 0$	$\Delta U_E > 0$

@aznmp

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

د) جابه جایی بار منفی درخلاف جهت خطوط میدان		در خلاف جهت خطوط میدان و در جهت جابه جایی $(\theta = 0)$	$w_E > 0$	$w_{نیرو} < 0$	$\Delta U_E < 0$
ه) جابه جایی بار مثبت یا منفی عمود بر خطوط میدان		در جهت یا خلاف جهت خطوط میدان و عمود بر جابه جایی $(\theta = 90^\circ)$	$w_E = 0$	$w_{نیرو} = 0$	$\Delta U_E = 0$

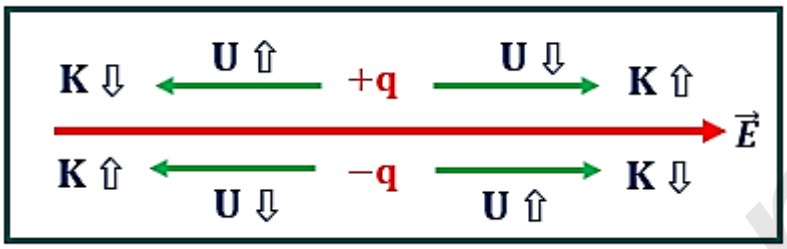
⍟ تعیین علامت ΔU :

علامت	صفحه مثبت	صفحه منفی
بار مثبت	+	−
بار منفی	−	+

@azmirnur
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

نکته تستی برای تشخیص علامت انرژی پتانسیل الکتریکی :

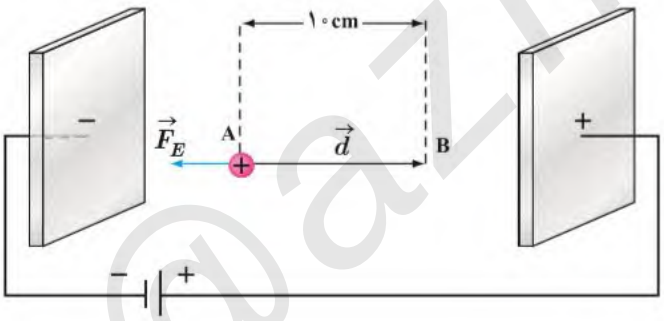
بار مثبت	سمت مثبت ها را قله می بیند	پس سمت قله برود انرژی پتانسیل آن افزایش می یابد
	سمت منفی ها را دره می بیند	پس سمت دره برود انرژی پتانسیل آن کاهش می یابد
بار منفی	سمت منفی ها را قله می بیند	پس سمت قله برود انرژی پتانسیل آن افزایش می یابد
	سمت مثبت ها را دره می بیند	پس سمت دره برود انرژی پتانسیل آن کاهش می یابد



$\Delta U + \Delta K = 0$

به شرطی که نیروی خارجی وجود نداشته باشد .

تست 69) در یک میدان الکتریکی یکنواخت $E = 2 \times 10^3 \frac{N}{C}$ ، پروتونی از نقطه A با سرعت $\vec{v}_0$ در خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب شده است . پروتون سرانجام در نقطه B متوقف می شود . بار پروتون $1/6 \times 10^{-19} C$ و جرم ان $1/6 \times 10^{-27} kg$ است . تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی پروتون و تندی پرتاب پروتون به ترتیب چند ژول و چند متر بر ثانیه است ؟



1) $3/2 \times 10^{-17},\ 4 \times 10^{-5}$

2) $6/4 \times 10^{-17},\ 2 \times 10^{5}$

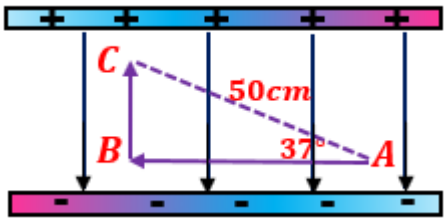
3) $3/2 \times 10^{-17},\ 2 \times 10^{5}$

4) $2/3 \times 10^{-17},\ 4 \times 10^{-5}$

@azmn_nub

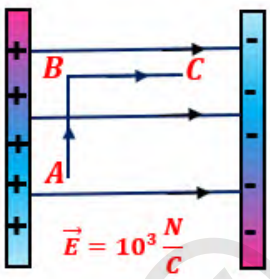
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 70) مطابق شکل روبرو بار $q = 200nc$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $1 \times 10^7 \frac{N}{C}$ ، ابتدا از A تا B و سپس از B تا C جابجا می کنیم. انرژی پتانسیل بار q از A تا C چگونه تغییر می کند؟



1) 0/6J افزایش
2) 3J افزایش
3) 0/6J کاهش
4) 3J کاهش

تست 71) مطابق شکل زیر بار الکتریکی q از مسیر نشان داده شده از نقطه A تا نقطه C در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ جابه جا می شود . اگر تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه جایی $-60\mu j$ باشد ، q چند میکرو کولن است ؟ $(BC = 2AB = 20cm)$

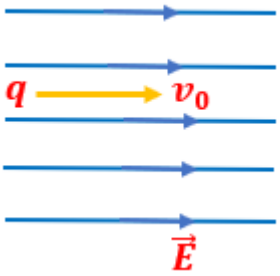


1) $0/3$
2) $-0/3$
3) $0/1$
4) $-0/1$

@azmn_nup

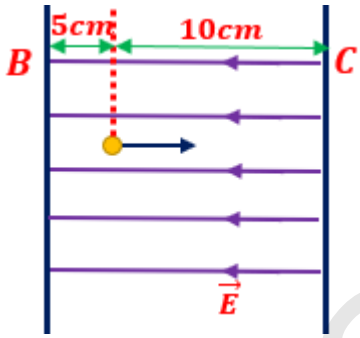
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 72) در شکل مقابل میدان الکتریکی برابر $\vec{E} = 10^3 \frac{N}{C}$ است . اگر ذره ای با بار $-20nc$ و جرم $0/4$ گرم با سرعت اولیه $8 \frac{m}{s}$ مطابق شکل پرتاب می شود . پس از چند متر جهت حرکت ان تغییر می کند ؟ (نیروی وزن را نادیده بگیرید)



1) $3/2$ 2) $0/8$ 3) $1/6$ 4) $6/4$

تست 73) مطابق شکل پروتونی به جرم $1/6 \times 10^{-27}$ با تندی $10 \frac{km}{s}$ از نقطه A در جهت مشخص شده پرتاب می شود . اگر میدان یکنواخت $E = 50 \frac{N}{C}$ باشد ، کدام گزینه درست است ؟ $e = 1/6 \times 10^{-19} C$



1) با سرعت $100 \frac{km}{s}$ به صفحه C می رسد .

2) با سرعت $10 \frac{km}{s}$ به صفحه C می رسد .

3) پس از طی مسافت $7cm$ به صفحه B می رسد .

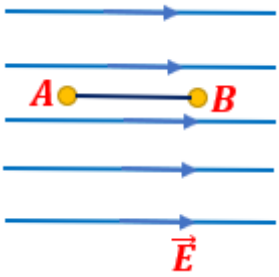
4) پس از طی مسافت $12cm$ به صفحه B می رسد .

☑ نکته : اگر در حرکت ذره باردار نیروی اصطکاک وجود داشته باشد ، بهتر است از قضیه کار و انرژی استفاده شود .

@azmn_nub

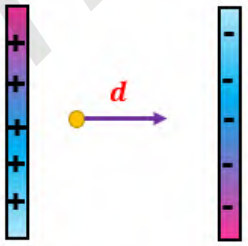
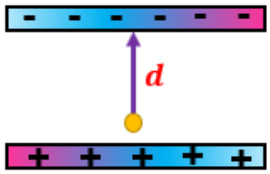
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 74)در شکل مقابل شدت میدان الکتریکی یکنواخت $E = 5000\frac{N}{C}$ و طول $AB = 40cm$ است . بار الکتریکی $q = 5\mu c$ را بدون سرعت اولیه در نقطه A رها می کنیم . اگر انرژی جنبشی این ذره باردار در انتقال به نقطه B برابر 6 میلی ژول است . چند میلی ژول انرژی صرف غلبه بر نیروهای مقاوم در مسیر شده است ؟ (از اثر گرانش صرفه نظر شده است)



1(1 2(2

3(3 4(4

چه طوری حرکت کنه ؟	شکل	چه رابطه ای ؟
افقی در راستای خطوط میدان		چون $W_{mg} = 0 \Rightarrow \Delta U = -\Delta K$
قائم در راستای خطوط میدان		چون $W_{mg} \neq 0 \Rightarrow W_T = \Delta K$

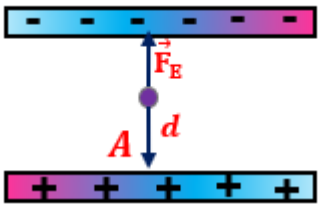
@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 75) قلم چی 98 : مطابق شکل زیر ، ذره ی بارداری به جرم 20 گرم و بار الکتریکی 0/6 میکرو کولن را در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $5 \times 10^5 \frac{N}{C}$ که در راستای ان قائم است ، با تندی 1 متر بر ثانیه به سمت پایین پرتاب می کنیم . اگر جهت حرکت بار در نقطه A تغییر کند ، فاصله d چند سانتی متر است ؟ (از مقاومت هوا صرفه نظر کنید)

1) 5 2) 10

3) 15 4) 20



☑ **نکتک** : همانطور که در دو سوال قبلی دیدیم به طور کلی اگر نیروی اصطکاک و یا نیروی گرانش وجود داشته باشد دیگر نمی توانیم از رابطه $\Delta U = -\Delta K$ استفاده کنیم و باید از قضیه کار و انرژی ($W_T = \Delta K$) استفاده کنیم .

هر گاه یک کره فلزی رسانای خنثی در میدان الکتریکی یکنواخت خارجی قرار دهیم در اثر پدیده القا ، بار های درون رسانا جابه جا می شوند و در اثر همین جابه جایی بار ، شکل خطوط میدان تغییر می کند به طوری که می گوییم در حالت تعادل میدان الکتریکی درون جسم رسانا صفر است . حال آنکه چه طور این اتفاق می افتد در جدول زیر توضیح داده !!

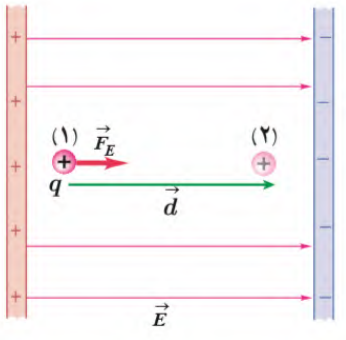
@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

اختلاف پتانسیل الکتریکی :

مقدمه : در بخش های قبلی این نکته را فهمیدیم که وقتی انرژی پتانسیل الکتریکی ذره ی بارداری تغییر کند این تغییرات به نوع و مقدار بار الکتریکی که در میدان جابه جا می شود بستگی دارد و حالا می خواهیم کمیتی را معرفی کنیم که مستقل از باری است که در میدان قرار داده می شود که ان را اختلاف پتانسیل الکتریکی می نامیم و با نماد (ΔV) نمایش می دهیم .

پس به طور کلی میتوان گفت ((اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه برابر است با تغییرات انرژی پتانسیل بار به بار الکتریکی))



$$\Delta V = V_2 - V_1 = \frac{\Delta U_E}{q}$$

در این رابطه V یک کمیت نرده ای است به نام پتانسیل الکتریکی که مقدار ان در نقطه 1 برابر V_1 و در نقطه 2 برابر V_2 است ، همچنین واحد اختلاف پتانسیل الکتریکی ژول بر کولن $\left(J/C\right)$ یا ولت (V) است . نکته قابل ذکر این است که این رابطه هم برای میدان های الکتریکی یکنواخت و هم غیر یکنواخت بر قرار است . وحتما بایستی در این رابطه علامت q لحاظ شود .

در تشابه با انرژی پتانسیل گرانشی ، در این جا نیز می توانیم برای انرژی پتانسیل الکتریکی ، مرجعی اختیار کنیم که در ان انرژی پتانسیل الکتریکی ذره و پتانسیل الکتریکی صفر باشد ، بنابراین پتانسیل الکتریکی در هر نقطه از میدان با رابطه زیر بیان می شود :

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

@azmn_hub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

موارد زیررا اثبات کنید :

1. *با حرکت در سوی خطوط میدان بدون توجه به نوع بار ، پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد*

2. *با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان بدون توجه به نوع بار ، پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد*

3. *در یک میدان الکتریکی یکنواخت با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان پتانسیل تغییر نمی کند*

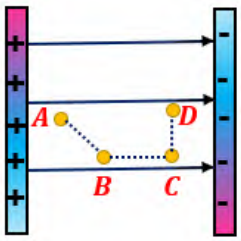
@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

نکات مهم اختلاف پتانسیل الکتریکی :

1. در رابطه $\Delta U = q\Delta V$ ، q را به صورت جبری جایگذاری می کنیم و این حالت جز معدود حالت هایی است که به صورت جبری نوشته می شود .

2 . هرچه به صفحه مثبت نزدیک شویم ، پتانسیل الکتریکی بیشتر خواهد بود و هرچه به صفحه منفی نزدیک تر شویم پتانسیل الکتریکی کمتر خواهد بود .



$$V_A > V_B > V_C = V_D$$

3 . پتانسیل نقاط که روی راستای عمود بر خطوط میدان با هم برابرند .

4 . برای محاسبه ΔV میتوان از روابط مقابل استفاده کرد : $\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-W_E}{q} = \frac{W_{\text{شفص}}}{q} = -\frac{\Delta K}{q}$

5 . اگر از نقطه A به نقطه B برویم اختلاف پتانسیل الکتریکی را به صورت $V_B - V_A$ می نویسیم .

6 . نکته بسیار مهمی که باید حتما به ان توجه کنید این است که اندازه بار جابه جا شده بین دو نقطه ارتباطی به اختلاف پتانسیل بین ان دو نقطه ندارد . برای مثال دو بار q و $2q$ بین نقاط A و B جابه جا می شوند در این حالت $\Delta V_1 = \Delta V_2$ اما به علت اینکه بار دومی دو برابر اولی است ، ΔU_E برای ان نیز دو برابر خواهد بود

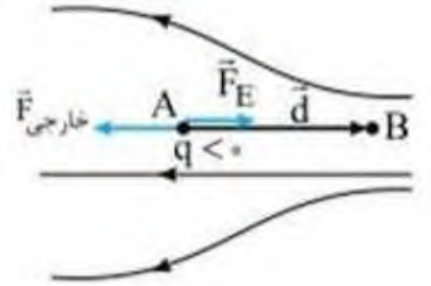
$$\Delta V = \frac{\Delta U \rightarrow (\text{2برابر})}{q \rightarrow (\text{2برابر})} \rightarrow (\text{ثابت})$$

7 . باتری ها ولتاژهای متفاوتی دارند و معمولا ان ها را با اختلاف پتانسیل (ولتاژ) ان ها می شناسیم . هر باتری دارای دو پایانه مثبت $(+)$ و منفی $(-)$ است . طبق رابطه $\Delta V = (V_+) - (V_-)$ اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک باتری برابر است با پتانسیل پایانه مثبت (V_+) منهای پتانسیل پایانه منفی (V_-) . این نکته را هم باید بدانیم که همیشه پتانسیل الکتریکی پایانه مثبت از پایانه منفی بیشتر است . وقتی باتری ماشینی 12 ولت است این یعنی پتانسیل پایانه مثبت 12 ولت از پایانه منفی ان بیشتر است . مثلا اگر پتانسیل پایانه منفی را برابر با $-4V$ فرض کنیم ، پتانسیل پایانه مثبت برابر $+8V$ خواهد شد . می توان پایانه منفی را مرجع پتانسیل در نظر گرفت در این صورت پتانسیل پایانه مثبت برابر $+12V$ می شود . معمولا پتانسیل زمین یا نقطه ای از مدار را برابر صفر می گیرند و به ان نقطه اصطلاحا نقطه زمین می گویند و پتانسیل نقطه های دیگر را نسبت به ان می سنجند . نقطه زمین را در مدار های الکتریکی با نماد نشان دهند . اگر پایانه مثبت یک باتری 12 ولتی را مرجع پتانسیل در نظر بگیریم ، پتانسیل پایانه منفی ان -12 ولت خواهد بود .

@azmi_nub

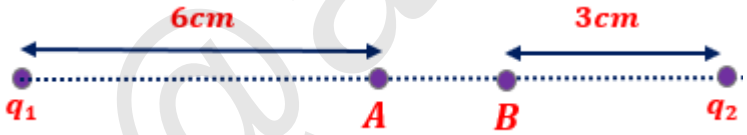
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

در شکل رو به رو ، ذره ای با بار $q < 0$ را از نقطه A تا نقطه B جابه جا می کنیم . در جدول زیر هر کمیتی را که می شود بررسی کرد ، آورده ایم :



کدام کمیت ؟	وضعی دارد ؟	چرا ؟
اندازه میدان الکتریکی (E)	زیاد می شود	چون تراکم خط های میدان از A تا B افزایش یافته است .
اندازه نیروی الکتریکی (F_E)	زیاد می شود	طبق رابطه $F_E = Eq$ وقتی E زیاد شود ، F_E هم زیاد می شود .
کار میدان الکتریکی (W_E)	مثبت است	زیرا نیروی میدان $\vec{F}_E$ وارد بر بار منفی در خلاف جهت خط های میدان اثر می کند و در اینجا با $\vec{F}_E$ جابه جایی $\vec{d}$ هم سو است
انرژی پتانسیل الکتریکی بار q	کم می شود	طبق رابطه $W_E = -\Delta U_E$ چون کار میدان مثبت است ، ΔU_E منفی می شود .
پتانسیل الکتریکی	زیاد می شود	پتانسیل الکتریکی همیشه در جهت خط های میدان کاهش و در خلاف جهت خط های میدان افزایش می یابد و هیچ ربطی به نوع بار q ندارد .

تست 76) دو بار الکتریکی نقطه ای $q_1 = 8\mu C$ و $q_2 = 2\mu C$ در دو نقطه و به فاصله 12cm از یکدیگر ثابت شده اند . یک بار نقطه ای منفی را بین دو بار مطابق شکل زیر از نقطه A تا نقطه B با سرعت ثابت جابه جا می کنیم . انرژی پتانسیل الکتریکی بار در این جابه جایی چگونه تغییر می کند ؟



1)افزایش می یابد

2)ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد

3) کاهش می یابد

4)ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد

@azm_nub

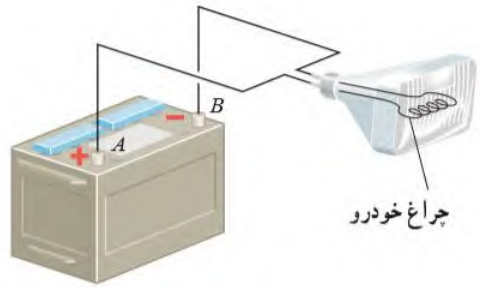
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 77) اختلاف پتانسیل الکتریکی پایانه های باتری خودرویی نشان داده شده در شکل برابر $12V$ است . اگر بار الکتریکی $-50C$ از پایانه منفی به پایانه مثبت باتری جابه جا شود ، انرژی پتانسیل الکتریکی ان چه قدر تغییر می کند ؟

(برگرفته از کتاب درسی)

1) $+600$ 2) -600

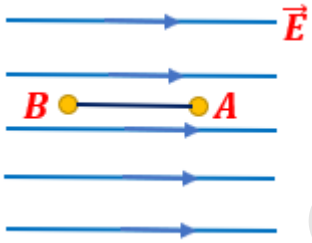
3) $+300$ 4) -300



تست 78) بار الکتریکی $q = -4\mu c$ مطابق شکل در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^5 \frac{V}{m}$ رها می شود .
در جابه جایی بار q از A تا B انرژی جنبشی بار 8 میلی ژول افزایش می یابد . $V_B - V_A$ چند کیلو ولت است ؟

1) 2 2) -2

3) 200 4) -200



@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 79) در شکل مقابل کره ای مثبت روی پایه عایقی قرار دارد . شخصی در میدان الکتریکی حاصل از این کره ، ذره باردار مثبت را با سرعت ثابت در راستای افقی از نقطه A تا B جابه جا می کند . اگرکار شخص در این میدان W و کار نیروی حاصل از میدان W' و اختلاف پتانسیل الکتریکی $V_A - V_B$ باشد ، کدام رابطه درست است ؟ (ریاضی خارج 96)

1) $\Delta V < 0 , W' < 0 , W > 0$

2) $\Delta V < 0 , W' > 0 , W < 0$

3) $\Delta V > 0 , W' < 0 , W > 0$

4) $\Delta V < 0 , W' < 0 , W > 0$

تست 80) در یک میدان الکتریکی یکنواخت ،ذره بارداری به جرم 0/1 گرم از نقطه ای با پتانسیل 100 ولت از حالت سکون به حرکت درمی اید و با سرعت 10 متر برثانیه به نقطه دیگری با پتانسیل -100 ولت می رسد . اگر در این مسیر نیروی موثر فقط حاصل از میدان الکتریکی باشد ، بار الکتریکی ذره چند میکرو کولن است ؟ (ریاضی خارج 95)

1) 2/5 2) 4 3) 25 4) 40

تست 81) در شکل زیر ، دو بار الکتریکی منفی در نقاط A و B ثابت شده اند . با حرکت از نقطه A تا نقطه B پتانسیل الکتریکی چگونه تغییر می کند ؟

1) کاهش می یابد

2) افزایش می یابد

3) ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد

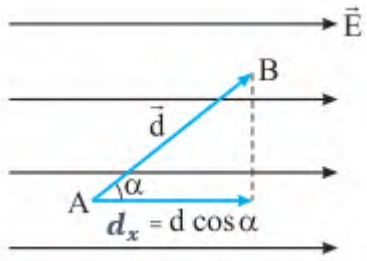
4) ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

رابطه اختلاف پتانسیل الکتریکی و میدان الکتریکی :

اختلاف پتانسیل دو نقطه که به فاصله d از یکدیگر قرار دارند و خط واصل ان ها هم راستا با میدان الکتریکی است طبق رابطه $|\Delta V| = Ed\cos\alpha$ بر قرار است ، در این رابطه ΔV بر حسب ولت ، $\vec{E}$ بر حسب نیوتن بر کولن و d بر حسب متر است .



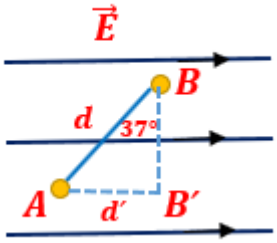
اثبات :

$$\begin{cases}\Delta u = q\Delta v \\ \Delta u = qEd\cos\alpha\end{cases} \Rightarrow \Delta V = Ed\cos\alpha$$

در واقع فقط جابه جایی افقی اهمیت دارد .

$$\Delta V = Ed_x$$

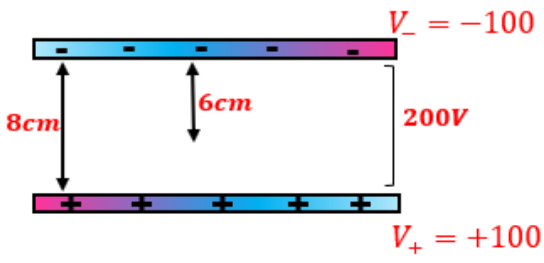
تست 82) بزرگی میدان یکنواخت شکل مقابل $4\times10^4\ {}^{N}/_{C}$ و فاصله نقاط A و B از هم 25 سانتی متر است . $V_A - V_B$ چند ولت است ؟ $(\sin 37^\circ = 0/6)$



1) -6000 2) 6000

3) -8000 4) 8000

تست 83) در شکل روبه رو ، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو صفحه رسانای موازی 200 ولت است ، پتانسیل الکتریکی نقطه A چند ولت است ؟



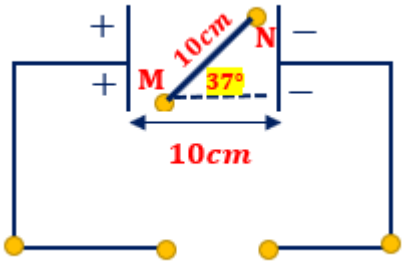
1) 150 2) -150

3) 50 4) -50

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

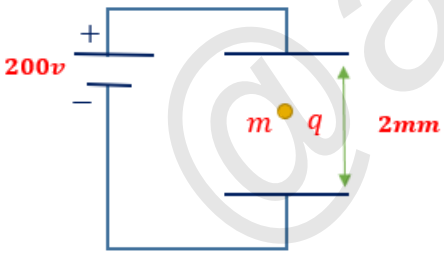
تست 84) در شکل روبه رو ، N و M دو نقطه در فضای بین دو صفحه رسانای موازی است که در ان فضا میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد شده است . اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقاط M و N چند ولت است ؟



1) 48 2) 60

3) 64 4) 80

تست 85) قطره روغنی به جرم $8 \times 10^{-12} gr$ ، مطابق شکل مقابل در فضای بین دو صفحه رسانا که به فاصله $2mm$ از یکدیگر واقع اند ، به صورت تعادل قرار دارد . اگر اختلاف پتانسیل دو سر صفحه 200 ولت باشد ، کدام گزینه درست است ؟ $\left(g = 10 \frac{N}{Kg} \ , \ e = 1/6 \times 10^{-19} c\right)$



1) قطره روغن تعداد 50 الکترون از دست می دهد .

2) قطره روغن تعداد 50 الکترون دریافت می کند .

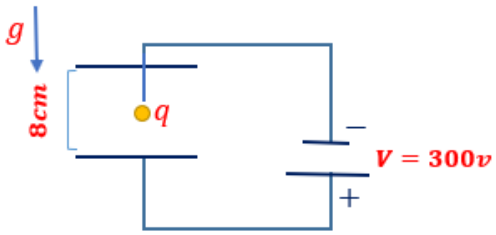
3) قطره روغن تعداد 5 الکترون از دست می دهد .

4) قطره روغن تعداد 5 الکترون دریافت می کند .

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 86) ذره ای به جرم 5 گرم و بار q در فضای بین دو صفحه رسانا توسط یک نخ آویخته شده است . اگرنیروی کشش نخ $0/02N$ باشد و ذره در تعادل باشد ،بار q چند میکرو کولن است ؟ ($g = 10\frac{N}{Kg}$)



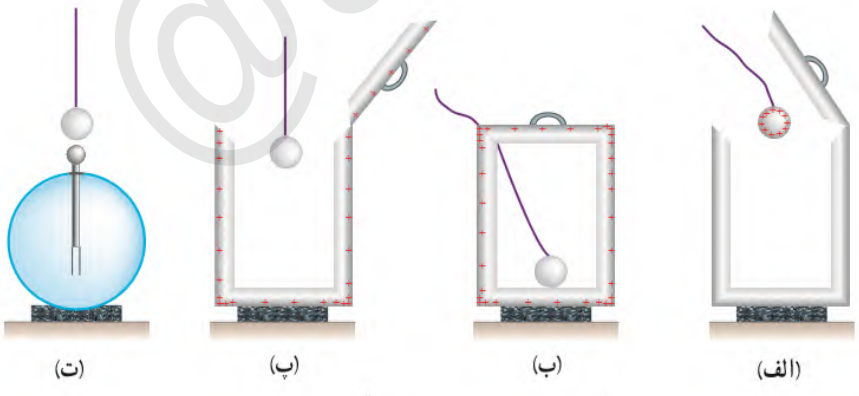
1) 4 2) -4

3) -8 4) 8

میدان الکتریکی در داخل رسانا : *توزیع بار الکتریکی در یک جسم رسانا :*

مقدمه : برای اولین بار فرانکلین آمریکایی در سال 1755 برای پی بردن به اینکه بارالکتریکی داده شده به یک رسانای خنثی چگونه در ان توزیع می شود آزمایش را انجام داد . با این حال 80 سال بعد ازمایش او توسط مایکل فاراده انگلیسی به طور کامل تری تکرار شد . حال به این ازمایش و نتایج ان می پردازیم :

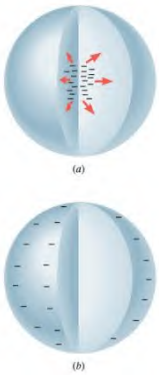
یک محفظه رسانا با درپوش فلزی را در نظر بگیرید که بر روی یک پایه نارسانا قرار دارد و روی در پوش آن دسته ای عایق نصب شده است . در ابتدای ازمایش محفظه کاملا بدون بار است . سپس یک گوی باردار را که به نخ عایقی متصل است به درون محفظه وارد می کنیم (الف) . با وارد شدن گوی ان را به کف محفظه تماس می دهیم و در پوش ان را نیز می بندیم (ب) . بعد درپوش فلزی را با دسته عایقش بر می داریم (پ) . هنگامی که گوی فلزی را از محفظه خارج کردیم ان را به کلاهک یک الکتروسکوپ نزدیک می کنیم و می بینیم که عقربه های الکتروسکوپ حرکت نمی کنند (ت) . با این حال اگر ظرف را به الکتروسکوپ نزدیک کنیم مشاهده می شود که عقربه های الکتروسکوپ حرکت می کنند و از هم دور می شوند



@azmn_nup

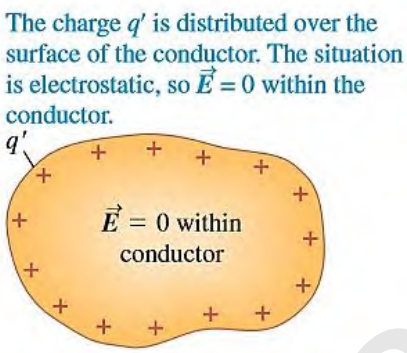
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

نتیجه می گیریم که بار اضافی داده شده به یک رسانا بعد از مدت ، زمانی کمتر از $(10^{-9}s)$ روی سطح خارجی ان توزیع می شود ، به طوریکه میدان الکتریکی در داخل رسانا صفر می شود . حال اگر به یک جسم نارسانا بارالکتریکی دهیم، به علت عدم وجود الکترون آزاد، بارالکتریکی، در یک نقطه باقی می‌ماند و جابه‌جا نمی‌شود؛ اما اگر به یک جسم رسانا بارالکتریکی بدهیم، به‌علت این‌که بارهای همنام یکدیگر را می‌رانند، در بیشترین فاصله از یکدیگر قرار می‌گیرند؛ به همین دلیل بارهای الکتریکی روی سطح خارجی جسم رسانا قرار می‌گیرند.

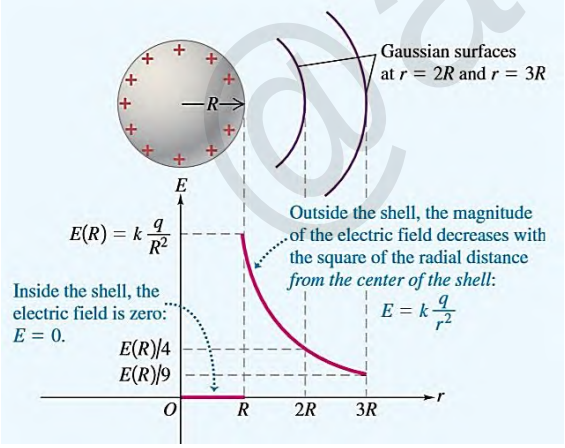


نکته : زمانی که به یک جسم رسانایی که در حال تعادل است بار اضافی داده می شود میدان در داخل ان صفر شده که اگر صفر نشود میدان بر الکترون های ازاد درون رسانا نیرو وارد می کند و ان هارا مجبور به حرکت می کند ولی در باطن اصلا چنین جریانی در داخل رسانا نیست پس باید بگوییم که :

((میدان در داخل یک رسانای باردار که در تعادل الکتروستاتیکی نیز هست صفر می باشد))



میدان الکتریکی بر حسب فاصله از مرکز رسانا :



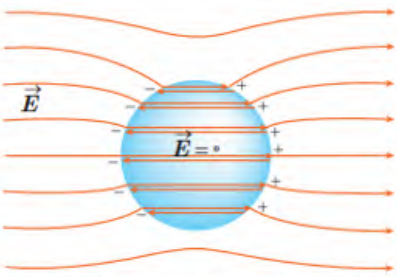
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

رسانای خنثی در میدان الکتریکی :

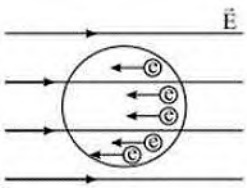
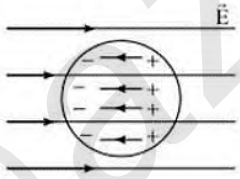
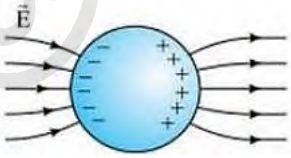
زمانی که یک رسانای خنثی را مطابق شکل در میدان الکتریکی خارجی قرار می دهیم الکترون های آزاد تحت تأثیر میدان الکتریکی خارجی، طوری روی سطح – خارجی توزیع می شوند که میدان الکتریکی ناشی از آنها اثر میدان خارجی را درون رسانا خنثی کند و بدین ترتیب میدان الکتریکی خالص درون رسانا صفر شود . چون میدان الکتریکی درون رسانایی که در تعادل الکتروستاتیکی است برابر با صفر است، نیروی باردار در داخل رسانا نیز صفر می شود. بنابراین، کار نیروی الکتریکی در هر جابه جایی دلخواهی در داخل رسانا صفر می شود. در نتیجه همه نقاط رسانا پتانسیل یکسانی دارند ، به عبارت دیگر:

$$F_E = 0 \Rightarrow \Delta U_E = -W_E = 0$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} = 0 \Rightarrow V_2 - V_1 = 0 \Rightarrow V_1 = V_2$$



یک گوی رسانای خنثی در میدان الکتریکی خارجی . میدان الکتریکی خارجی باعث جداشدن بار های مثبت و منفی در دو وجه رسانا شده است به طوری که میدان حاصل از این بار ها ،میدان خارجی در داخل رسانا را خنثی می کند. (توجه کنید که دو خط هر جفت خطوط میدان نشان داده شده در داخل رسانا منطبق بر هم اند و برای انکه دیده شوند ، با فاصله اندکی از هم رسم شده اند)

کره فلزی را در داخل میدان الکتریکی قرار می دهیم ، و الکترون ها در خلاف جهت خطوط میدان حرکت می کنند .	
یک میدانی الکتریکی در داخل کره در خلاف جهت میدان بیرونی شکل می گیرد و بار ها تا جایی جابه جایی می شوند که این دو میدان هم اندازه و بر هم نهی ان ها در داخل کره صفر شود .	
و در آخر میدان الکتریکی درون جسم رسانا صفر و خطوط میدان الکتریکی در بیرون از رسانا به شکل مقابل است .	

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

** میدان الکتریکی همیشه بر سطح یک رسانای باردار که در تعادل الکتروستاتیکی است ، عمود است ، زیر اگر عمود نباشد مولفه ای مماس بر سطح رسانا خواهد داشت که الکترون ها را از سطح رسانا واداربه حرکت میکند و تعادل الکتروستاتیکی را بر هم می زند .

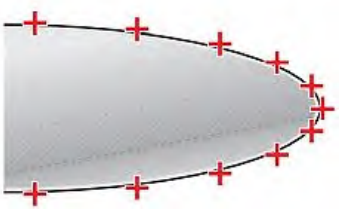
شکل مقابل، نوعی از قفس فاراده است ، در مورد نوع کار این قفس توضیح دهید ؟ ؟ ؟

چرا معمولا شخصی که در داخل اتومبیل ی هواپیما است از خط آذرخش در امان می ماند ؟

**پاسخ : در هنگام برخورد آذرخش با اتومبیل یا هواپیما بدنه فلزی ان به صورت یک قفس فاراده (مانند رسانای خنثای منزوی را در یک میدان الکتریکی خارجی قرار دهیم . الکترون های آزاد رسانا طوری روی سطح خارجی آن توزیع می شوند که اثر میدان خارجی درون رسانا را خنثی و میدان خالص درون رسانا را صفر کنند) عمل می کند و مانع رسیدن امواج الکتریکی به سرنشینان درون اتومبیل یا مسافران هواپیما می شوند .

نکته : اگر به یک رسانای نوک تیز بار الکتریکی برهیم ، تجمع با رها در قسمت نوک تیز رسانا بیشتر است .

نیروی دافعه ای که بار ها بر روی سطح نسبتا صاف بر یکدیگر وارد می کنند تقریبا موازی سطح است و باعث می شود بار ها تا حد ممکن از هم دور شوند . در سطوح خمیده و نوک تیز نیرویی که بار ها بر یکدیگر وارد می کنند تقریبا عمود بر سطح جسم است (هر چه خمیدگی سطح بیشتر باشد ، مولفه موازی با سطح نیروی الکتریکی کمتر خواهد بود !!) و نیروی عمود بر سطح نمی تواند بار ها را بر سطح جسم پخش کند (این کار بر عهده نیروی موازی با سطح است) لذا بار های هم نام ، در یک فاصله معین از یکدیگر در نقاط نوک تیز تعادل بیشتری دارند تا مناطق صاف . این خود توضیحی است بر دلیل تراکم بیشتر بار در نواحی خمیده



@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

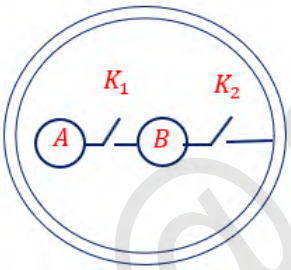
تست 87) گلوله ای فلزی با بار $+Q$ را از درون ، به یک استوانه فلزی توخالی خنثی که روی میز عایقی قرار دارد ، تماس می دهیم . بار توزیع شده در درون و بیرون استوانه به ترتیب از راست به چپ برابرند با :

1) $+Q$ و $+Q$ 2) $+Q$ و صفر

3) $\frac{+Q}{2}$ و $\frac{+Q}{2}$ 4) صفر و $+Q$

سوال 88) در مثال قبل اگر گلوله را وارد استوانه کنیم اما به بدنه ان تماس ندهیم کدام گزینه درست خواهد بود ؟

تست 89) مطابق شکل زیر ، دو کره رسانای مشابه که دارای با رهای $q_A = -4nc$ و $q_B = 12nc$ هستند ، درون یک پوسته رسانای خنثی قرار دارند . ابتدا کلید K_1 را بسته و باز می کنیم . سپس کلید K_2 را بسته و باز می کنیم .به ترتیب از راست به چپ بار خالص نهایی پوسته ، کره A و کره B بر حسب نانو کولن برابر با کدام گزینه می شود ؟



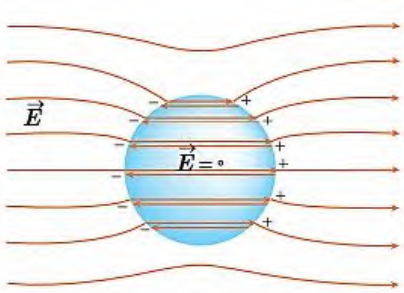
1) 8 و صفر و صفر 2) صفر و 4 و 4

3) 4 و 4 و صفر 4) 4 و صفر و 4

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

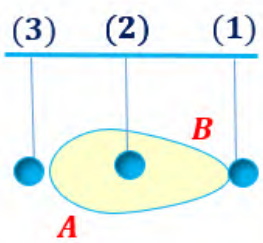
تست 90) شکل زیر ، کره ای را نشان می دهد که درون میدان الکتریکی قرار دارد . این کره ..... است و درون ان از چپ به راست ، پتانسیل الکتریکی ....



1)رسانا – ثابت می ماند 2)رسانا – کاهش می یابد

3) نا رسانا – کاهش می یابد 4) نا رسانا – افزایش می یابد

تست 91) مطابق شکل زیر ، در مقابل یک جسم رسانای دوکی شکل که دارای بار الکتریکی مثبت است ، سه آونگ مشابه با بار های الکتریکی مثبت و یکسان آویزان شده است . در این آزمایش ،آونگ ..... نسبت به سایر آونگ ها بیشتر منحرف می شود و پتانسیل الکتریکی نقطه A ..... پتانسیل الکتریکی نقطه B است .



1)(1) – برابر 2)(3)-برابر

3)(2) – کمتر از 4)(3) – کمتر از

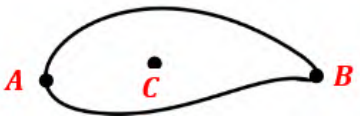
@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 92) میله ای با بار منفی را به نقطه A از جسم دوکی شکل مقابل که بدون بار است اتصال می دهیم پس از دور کردن میله ، تراکم بار الکتریکی در کدام نقطه از جسم بیشتر خواهد بود ؟ (جسم دوکی شکل توپر و C نقطه ای داخل ان است)

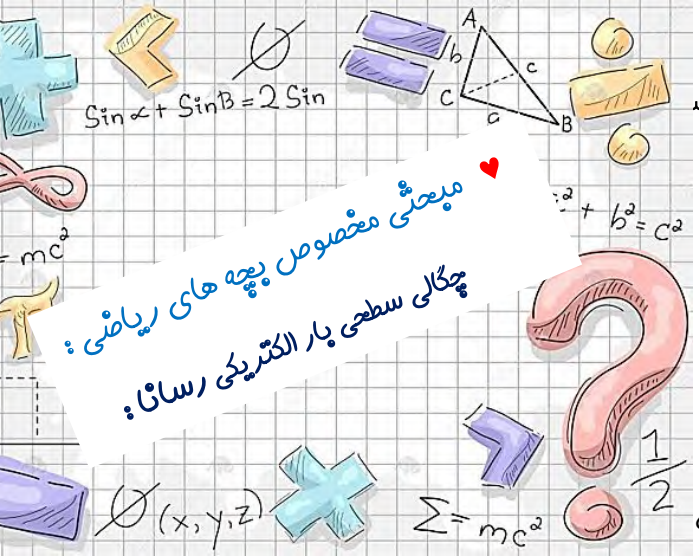
1) A 2) B

3) C 4) بسته به نوع جنس دوک هر یک از گزینه های 1 و 2 می توانند درست باشند



@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark



بچه ها دقت کنید زمانی که بخواهیم تراکم بار در قسمت ها مختلفی از سطح یک جسم را بررسی کنیم و با هم مقایسه کنیم از کمیتی به نام چگالی سطحی بار استفاده می کنیم . حال اگر مساحت سطحی که بار روی ان پخش شده است را با **A** و بار الکتریکی موجود در ان سطح را با **Q** نمایش دهیم .

چگالی سطحی بار که با نماد **σ** نشان داده می شود از رابطه زیر به دست می اید :

$$\sigma = \frac{Q}{A}$$

در **SI** که مساحت بر حسب متر مربع و بار الکتریکی با یکای کولن سنجیده می شوند ، بنابراین یکای چگالی سطحی بار می شود کولن بر متر مربع $(\frac{C}{m^2})$.

حال برویم سراغ چگالی سطحی بار و نحوه توزیع بار در رسانا : در کل قبلا دیدیم که بار الکتریکی روی سطح خارجی جسم رسانا پخش می شود ، ما از تعریف چگالی سطحی بار استفاده می کنیم تا بفهمیم بار الکتریکی که به یک رسانا می دهیم چه طوری روی سطح خارجی ان توزیع می شود . حال با طراحی یک آزمایش این موضوع را توضیح می دهیم :

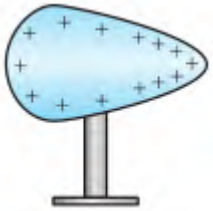
یک جسم رسانای دوکی شکل را که روی پایه عایقی قرار دارد با تماس با کلاهک مولد وان دو گراف بار دار می کنیم . یک گلوله فلزی را که به یک دسته ی عایق متصل است را به قسمت پهن دوک تماس می دهیم و بعد از ان گلوله را به سر الکتروسکوپ تماس می دهیم . همین ازمایش را بعد از خنثی کردن الکتروسکوپ و گوی فلزی با تماس دادن به دستتان با نوک تیز دوک هم انجام دهید در اخر می بینید که انحراف صفحه های الکتروسکوپ با نوک تیز دوک بیشتر از انحراف صفحه ها با قسمت پهن ان است .

@azmn_nub

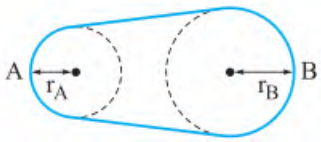
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

چند نکته را در نظر داشته باشید :

1. بار الکتریکی بر سطح جسم های متقارن مثل کره به شکل یکنواختی پخش می شود به طوری که می گوییم چگالی سطحی بار در تمامی نقاط کره رسانا یکسان است
2. در جسم های نا متقارن پخش بار الکتریکی بر سطح جسم رسانا به شکل یکنواخت نیست بلکه مطابق شکل تراکم بار درنقاط نوک تیز بیشتر است



3. خطوط میدان الکتریکی در نقاط نوک تیز متراکم تر و در نتیجه میدان در همسایگی این نقاط ، قوی تر است .
4. در اجسام رسانایی که نامتقارن هستند ، چگالی سطحی بار در قسمت هایی که شعاع انحنای کمتری دارند ، بیشتر است مثال در شکل زیر ، شعاع **A** کمتر از **B** است حال در صورتی که جسم باردار شود مقدار **σ** در قسمت **A** بیشتر از **B** است .



تست 93) یک کره رسانا به شعاع 10 سانتی متر روی پایه عایق قرار دارد . چگالی سطحی بار کره $160\frac{\mu C}{m^2}$ است . اگر کره را با یک سیم به زمین (چشمه خنثی بار الکتریکی) اتصال دهیم ، چند الکترون از زمین به کره منتقل می شود؟

(سراسری تجربی 92) ($e = 1/6 \times 10^{-19} C, \pi \cong 3$)

1) $1/2 \times 10^{13}$ 2) $1/2 \times 10^{14}$ 3) $1/2 \times 10^{17}$ 4) $1/2 \times 10^{19}$

@azmn_mub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 94) دو کره رسانای A و B به شعاع های r_A و $r_B = 2r_A$ و چگالی سطحی بار σ_A و $\sigma_B = 2\sigma_A$ دارای بار الکتریکی مثبت اند . چند درصد از بار کره ی بزرگتر به کره کوچکتر منتقل شود تا نسبت بار کره ها برابر نسبت شعاع ان ها شود ؟

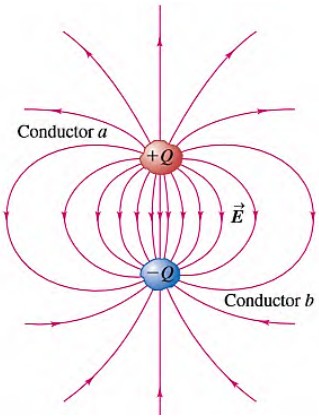
1) 15 2) 25 3) 50 4) 75

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

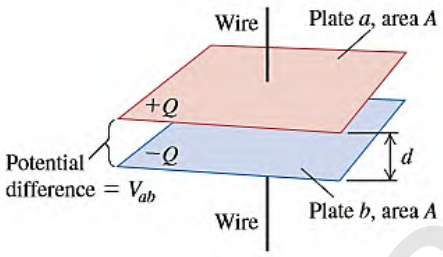
خازن :

خازن یک نوع وسیله ی الکتریکی است که این قابلیت را دارد که بار و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند و در مواقع لزوم سریعا در مدار تخلیه کند به عنوان مثال در یک دوربین باتری با باردار کردن خازن انرژی را در خازن فلاش دوربین ذخیره می کند پس وقتی خازن به این شکل باردار شد می تواند با آهنگ بسیار زیادی برای فلاش زدن عمل کند . حال اینکه تفاوت باتری با خازن در این نکته است که باتری انرژی اش را در یک زمان طولانی به مدار می دهد.اما خازن باردار انرژی‌اش را به صورت ناگهانی در مدار تخلیه می‌کنید.



اجزای اصلی یک خازن معمولی باردار همانطور که در شکل مقابل می بینید شامل دو رسانا با هر نوع شکلی است این رسانا هارا صفحه های خازن می نامیم .

در این فصل ما بیشتر خازن تخت را ، که ساده ترین نوع خازن است مورد بررسی قرار می دهیم . این نوع خازن شامل دو صفحه رسانای موازی با اندازه سطح مقطع **A** که به فاصله **d** از هم قرار گرفته اند است که توسط یک نارسانا مانند هوا یا هر نارسانای دیگری از هم جدا شده اند . به عایقی که بین دو صفحه خازن را پر می‌کند ، دی الکتریک می گوییم .



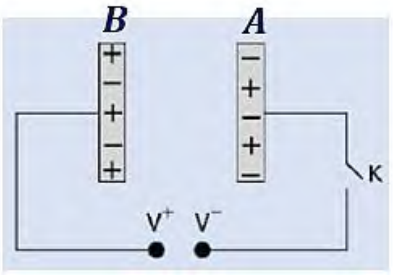
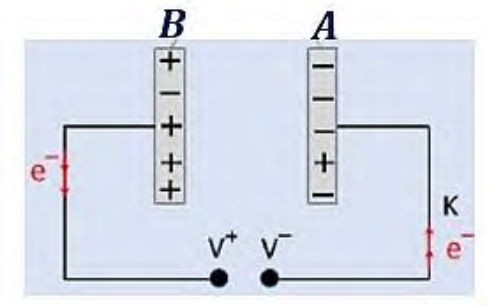
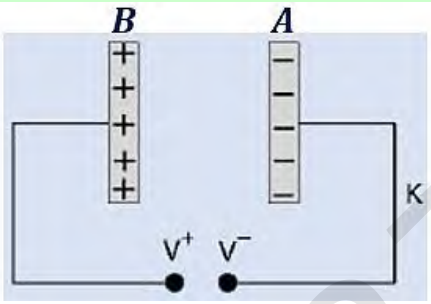
خازن را با نماد های ⊣⊢ که مبتنی بر شکل یک خازن است نمایش می دهیم ، ولی از ان برای نشان دادن خازن ها با هر شکلی استفاده می شود . خازن ها به طور گسترده ای در وسایل الکتریکی که ما روزمره با ان ها سر کار داریم به کاررفته اند مثل رایانه ، گوشی همراه ، تلویزیون و .... .

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

باردار کردن خازن :

یک روش ساده برای باردار کردن خازن قرار دادن ان در مدار الکتریکی ساده ای است که فقط یک باتری دارد .
در جدول زیر مراحل شارژ یک خازن گفته شده است .

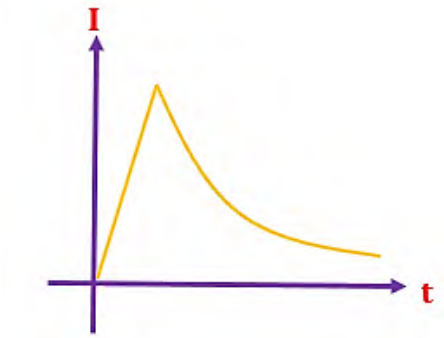
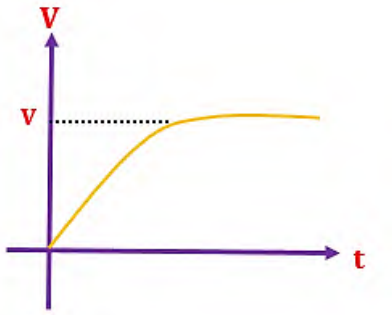
مطابق شکل مقابل در ابتدا کلید S باز است ، خازن خالی می ماند. به این معنی که بار خالص روی هر صفحه خازن صفر است ، چون تعداد بارهای مثبت و منفی روی هر صفحه خازن با هم برابر است.	
با بستن کلید S بین صفحه A و قطب منفی اختلاف پتانسیل ایجاد می شود و یک میدان الکتریکی در سیم ایجاد می شود که به الکترون ها نیرو وارد کرده و باعث می‌شود الکترون ها از قطب منفی به سمت صفحه منفی بروند.	
به تدریج بار صفحه‌ی A منفی می‌شود و همچنین الکترون ها از صفحه ی B به سمت قطب مثبت باتری شارش پیدا می‌کنند که باعث می شود صفحه B مثبت شود.	
این روند انتقال الکترون پس از مدتی متوقف می شود. زیرا پتانسیل صفحه A با قطب منفی برابر می‌شود و پتانسیل صفحه B با قطب مثبت برابر می‌شود. پس شارش الکترون قطع می‌شود و در این حالت دیگر خازن پر شده است .(می توان گفت چون ظرفیت صفحه A برای گرفتن الکترون بیشتر پر شده است پس الکترون دیگر منتقل نمی شود.)	

نکتک : وقتی خازن پر شود آنگاه اختلاف پتانسیل دو سر خازن برابر خواهد شد با اختلاف پتانسیل دو سر باتری.

$$\begin{cases} V_A = V_- \\ V_B = V_+ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_B - V_A = V_+ - V_- \\ \Delta V_{\text{باتری}} = \Delta V_{\text{خازن}} \end{cases}$$

@azmn_mub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

در لحظه وصل کلید S خازن مانند یک سیم راست عمل می کند و تمام جریان را از خود عبور می دهد . پس در لحظه وصل کلید مقدار جریان از صفر به یک مقدار max می رسد . اما پس از مدتی که خازن پر شد انتقال الکترون ها متوقف می شود و جریان به صفر می رسد .	
قبل از وصل کلید S اختلاف پتانسیل دو سر خازن صفر است اما پس از وصل کلید اختلاف پتانسیل ان برابر با اختلاف پتانسیل دو سر باتری می شود .	

ظرفیت خازن :

برای اولین بار عبارت ظرفیت الکتریکی را دانشمند ایتالیایی آلساندرو ولتا که مخترع باتری های نسل امروز است به کار برد . برای بیان توضیح ظرفیت الکتریکی باید بگوییم که اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازن (Δv) را تغییر و یا افزایش دهیم ، بارذخیره شده در خازن (q) نیز به همان اندازه تغییر می کند و افزایش می یابد . این تغییرات به گونه ای است که نسبت این دو کمیت ($\frac{q}{\Delta v}$) در خازن همواره مقداری ثابت است که به این نسبت ثابت ظرفیت خازن می گوییم و با نماد (C) نمایش می دهیم .

اگر قدر مطلق اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن را به اختصار با v نشان دهیم ، ظرفیت خازن برابر است با :

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

@aznn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

در این رابطه یکای بار الکتریکی کولن (C) ، یکای اختلاف پتانسیل ولت (v) و بنابراین یکای ظرفیت کولن بر ولت ($\frac{C}{v}$) می شود که به پاس زحمات فیزیکدان انگلیسی ، مایکل فارادی ، فاراد (F) نامیده شده است . باید به این نکته توجه کنید که فاراد یکای بسیار بزرگی است و عملا اکثر خازن ها در محدوده ی پیکو فاراد ($10^{-12}F$) تا میلی فاراد ($10^{-3}F$) هستند

نکتک: $1F = 1\frac{C}{v}$

نکتک : اگر ولتاژ دو سر خازن 4 برابر شود ، طبق رابطه ی زیر بار ان 4 برابر شده اما ظرفیت خازن تغییری نمی کند. $q = cv$

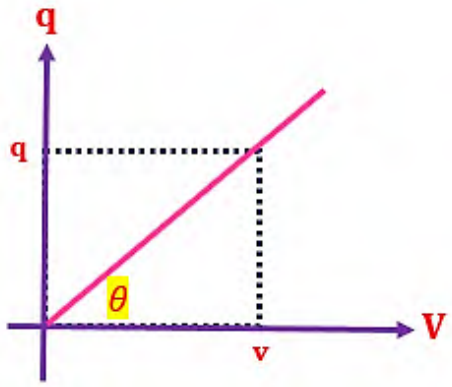
تست95) اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک خازن که به دو سر یک منبع برق وصل است دو برابر شود بار الکتریکی و ظرفیت ان به ترتیب چند برابر می شود ؟

1) 1 و $\frac{1}{2}$ 2) 2 و 1 3) 2 و 2 4) 4 و 2

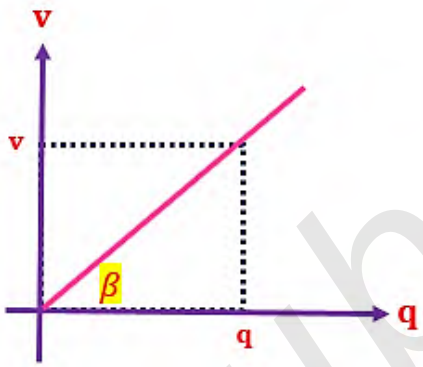
@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

نمودار q بر حسب v :

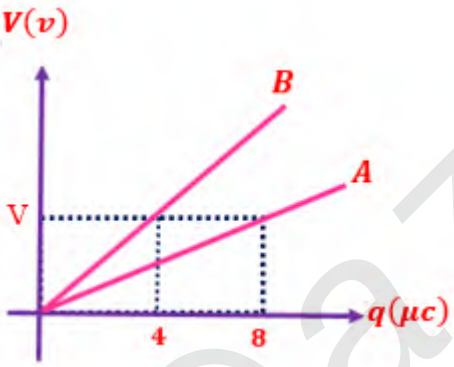


$$\tan\theta = \frac{q}{v} = c$$



$$\tan\beta = \frac{v}{q} = \frac{1}{c}$$

تست96)نمودار بار ذخیره شده در دو خازن A و B بر حسب ولتاژ دو سر ان ها مطابق شکل روبه رو است .ظرفیت خازن A چند برابر ظرفیت خازن B است ؟



1) 2
2) $\frac{1}{2}$
3) 4
4) $\frac{1}{4}$

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

ظرفیت خازن و عوامل موثر بر ان

محاسبات نشان می دهد که ظرفیت یک خازن تخت که مساحت صفحه های ان **A** و فاصله صفحه های ان از همدیگر **d** است از رابطه مقابل به دست می اید : $C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$

در این رابطه به ε_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلا می گوییم و مقدار ان را با $\varepsilon_0 = 8/85 \times 10^{-12}\ {}^{F}/_{m}$ (نمایش می دهیم . ${}^{c^2}/_{N.m^2}$)

در قسمت قبل این موضوع را توضیح دادیم که به عایقی که بین دو صفحه خازن را پر می‌کند ، دی الکتریک می گوییم .

حال این سوال پیش می اید که دی الکتریک چه نقشی در ظرفیت خازن دارد ؟؟

برای اولین بار فاراده انگلیسی در سال **1837** میلادی با استفاده از وسایل آزمایشگاهی دریافت که ظرفیت خازن با ضریبی که به ثابت دی لکتریک ماده عایق (**κ**) معروف است ، افزایش می یابد این یعنی اگر ظرفیت خازن بدون دی الکتریک را با C_0 نمایش دهیم ، ظرفیت خازن با دی الکتریکی برابر می شود با : $C = \kappa C_0$

نکته: ثابت دی الکتریک به جنس ماده عایق بین صفحات بستگی دارد . برای خلا برابر **1** و برای سایر مواد نارسانا $1<$ می باشد . ثابت دی الکتریک برای گاز ها بسیار نزدیک به **1** است بنابراین با تقریب مناسبی برای هوا این مقدار را **1** در نظر می گیریم .

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

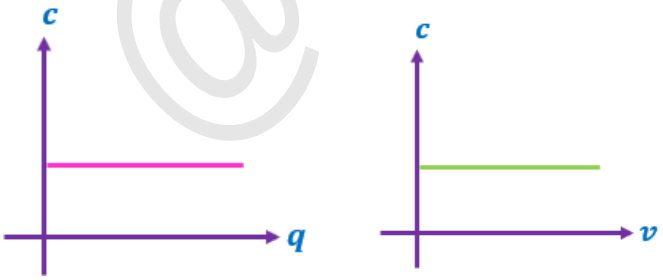
فروریزش الکتریکی (فرو شکست خازن):

اثر دیگر حضور دی الکتریک ها در خازن ، افزایش حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن است . اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه یک خازن را به اندازه کافی زیاد کنیم ، تعدادی از الکترون های اتم های ماده دی الکتریک ، توسط میدان الکتریکی ایجاد شده بین دو صفحه ، کنده می شوند و مسیر هایی رسانا درون دی الکتریک ایجاد می شود که سبب تخلیه خازن می گردد . به این پدیده فروریزش الکتریکی ماده دی الکتریک می گویند .

☑ نکتک : اگر دی الکتریک به کار رفته در فضای بین صفحات هوا یا روغن باشد پدیده فرو ریزش کوتاه مدت است و پس از جرقه، بار روی صفحات کاهش می یابد ولی خازن نمی سوزد ، اما اگر دی الکتریک‌های جامد باشد در اکثر مواقع همین جرقه کوچک باعث ذوب شدن بخشی از دی الکتریک جامد می شود و خازن می سوزد .

نکات لازم برای حل تست های این قسمت :

باید توجه داشت همانطور که از نمودار های زیر پیداست ، ظرفیت خازن ربطی به مشخصات مدار خازن (یعنی اختلاف پتانسیل دو سر خازن و باری که روی صفحه های ان ذخیره می شود) ندارد و فقط تابعی از ویژگی های ساختمانی ان است .



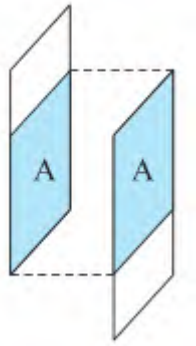
ظرفیت خازن با فاصله بین دو صفحه رابطه عکس دارد. $C \propto \frac{1}{d}$

@azmn_mp

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

ظرفیت خازن با مساحت موثر دو صفحه رابطه مستقیم دارد. $C \propto A$

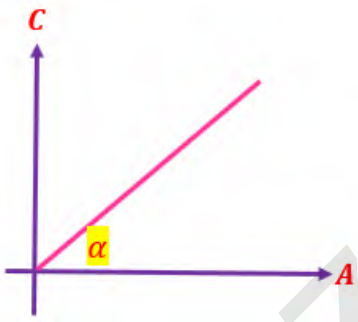
منظور از A در رابطه $C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$ مساحت سطح مشترک و رو به روی صفحه های خازن است.



ظرفیت خازن با ضریب دی الکتریک که مربوط به ماده نارسانا بین دو صفحه است رابطه مستقیم دارد. ضریب دی الکتریک واحد ندارد. $C \propto K$

از رابطه $C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$ این نکته مشخص است که ظرفیت خازن اصلا به جنس صفحات رسانا بستگی ندارد.

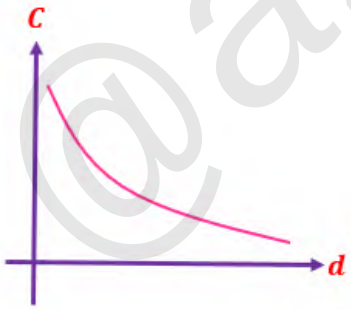
نمودار Cبر حسب A :



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

$$\tan\alpha = \frac{k\varepsilon_0}{d}$$

نمودار C بر حسب d :

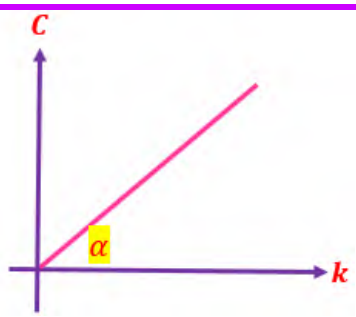


$$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

@azmn_mub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

نمودار C بر حسب k :



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

$$\tan\alpha = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

تست97) فاصله بین صفحات خازنی $5mm$ و مساحت هر یک از صفحات ان 40 سانتی متر مربع و بین صفحات ان هوا است . اگر فاصله بین صفحات خازنی $4mm$ کاهش یابد ، ظرفیت خازن چند پیکو فاراد افزایش می یابد ؟

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

1) 7/5 2) 24 3) 28/8 4) 36

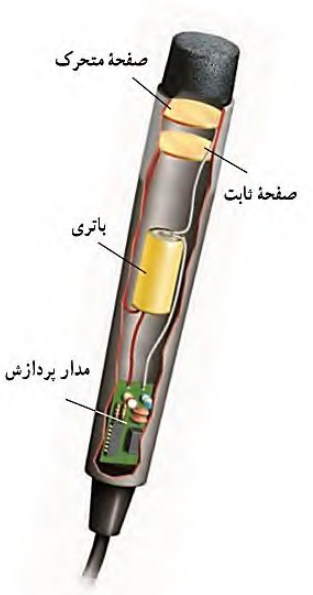
تست98) در خازن مسطحی که عایق ان هوا و فاصله صفحات ان d است ، تیغه عایقی به ثابت دی الکتریک 4 ، ضخامت $\frac{d}{2}$ و یک تیغه فلزی به ضخامت $\frac{d}{2}$ را طوری قرار می دهیم که فاصله بین صفحات خازن را کاملا پر کند ، در این صورت ظرفیت خازن چند برابر می شود ؟

1) 2 2) 4 3) 8 4) 16

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

میکرو فون خازنی : در این نوع از میکروفون ها یک خازن تعبیه شده است که یکی از صفحات ان ثابت و صفحه دیگر متحرک است . به صفحه متحرک ان اصطلاحا دیافراگم میکرو فون می گوییم . این صفحه به این شکل عمل می کند که با دریافت یک موج صوتی ، مرتعش می شود و در نتیجه فاصله صفحات و همچنین ظرفیت خازن تغییر می کند . و در نهایت قسمت پردازشگر میکروفون این تغییر ظرفیت خازن را به صورت سیگنال الکتریکی دریافت می کند .



♥ **بررسی کمی میدان الکتریکی در بین صفحات یک خازن :**

میدان الکتریکی بین صفحات خازن تخت یکنواخت است و رابطه $V = Ed$ در مورد ان صدق میکند پس می توان نوشت :

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

حال اگر بین صفحات یک خازن خلا باشد ($\kappa = 1$) ، اندازه میدان در فضای بین صفحات برابر می شود با :

$$E_0 = \frac{q}{\varepsilon_0 A}$$

پس نتیجه می گیریم که می توان ثابت دی الکتریک یک ماده را به صورت تقسیم اندازه میدان بین دو صفحه خازن در نبود دی الکتریک به اندازه میدان بین دو صحه خازن در حضور دی الکتریک تعریف کنیم :

$$E = \frac{E_0}{\kappa} \Rightarrow \kappa = \frac{E_0}{E}$$

طبق رابطه اخر هر چه ثابت دی الکتریک بزرگتر باشد ، میدان الکتریکی در فضای بین صفحات خازن کوچکتر می شود .

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

انرژی ذخیره شده در خازن :

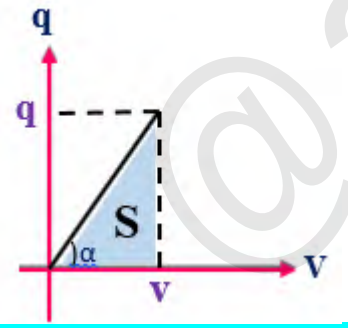
زمانی که یک خازن به یک باتری متصل می شود بار Q صفحات خازن دارای بار الکتریکی می شوند و در خازن انرژی ذخیره می گردد . برای ذخیره بار الکتریکی روی صفحات خازن، باتری روی خازن کار انجام می‌دهد که این کار به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در خازن ذخیره می شود. یک روش ساده برای اینکه بتوانیم این انرژی ذخیره شده را ببینیم این است که دو سر خازن پر شده را به دو سر یک لامپ کوچک وصل کنیم سپس می بینیم که لامپ برای مدت کوتاهی روشن و سپس خاموش می شود ، البته این اتفاق به شرطی هست که ظرفیت و اختلاف پتانسیل خازن به مقدار قابل توجهی زیاد باشد .

حال می توانیم نشان دهیم انرژی ذخیره شده در خازن برابر است با :

$$U_{\text{خازن}} = \frac{1}{2} \underbrace{Q}_{\text{بار الکتریکی خازن } (C)} \underbrace{V}_{\text{ولتاژ دو سر خازن } (V)} = \frac{1}{2} \underbrace{C}_{\text{ظرفیت خازن } (F)} V^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \Leftarrow \text{انرژی ذخیره شده در خازن } (J)$$

نکات کلیدی انرژی خازن :

♥ اگر نمودار q را بر حسب V رسم کنیم، سطح زیر نمودار انرژی خازن و شیب نمودار ظرفیت خازن را نشان می‌دهد .



$$S = \frac{qv}{2} = U$$

$$\tan\alpha = \frac{q}{v} = c$$

بچه ها این نکته را به یاد داشته باشید که هنگام استفاده از فرمول های انرژی لازم نیست که همه یکا ها البته به جز (اختلاف پتانسیل) در SI باشند ، فقط کافیه که یکاهای ظرفیت ، انرژی و بار پیشوند های یکسانی داشته باشند . برای مثال در فرمول $U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ زمانی که بار بر حسب میکرو کولن و ظرفیت بر حسب میکرو فاراد باشد ان وقت انرژی بر حسب

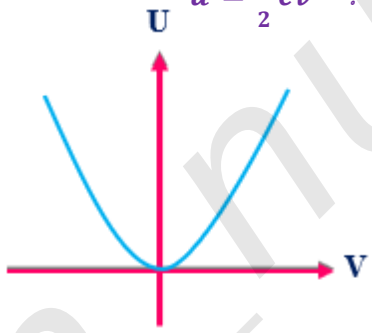
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

میکرو ژول به دست می اید و یا مثلا در رابطه $U=\frac{1}{2}CV^2$ اگر ظرفیت خازن بر حسب میکرو فاراد و ولتاژ دو سر خازن بر حسب ولت باشد ان وقت انرژی ذخیره شده در خازن بر حسب میکرو ژول به دست می اید .

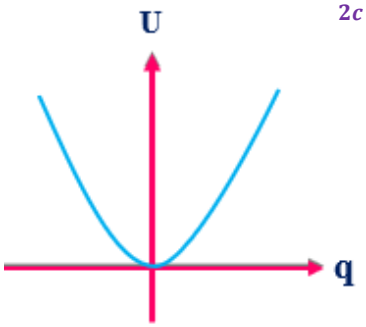
♥ به طور کلی رابطه $u=\frac{1}{2}qv$ را کمتر استفاده می‌کنیم و بیشتر از دو رابطه دیگر استفاده می‌کنیم. هرگاه ولتاژ خازن ثابت بود، رابطه $u=\frac{1}{2}cv^2$ را در نظر می‌گیریم که در این حالت U و C رابطه مستقیم دارند و هرگاه بار خازن ثابت بود، از $u=\frac{Q^2}{2c}$ بهره می گیریم که در این حالت U و C رابطه عکس دارند.

♥ باتری برای ذخیره انرژی $\frac{1}{2}Qv$ در خازن ، به اندازه Qv انرژی مصرف می کند یعنی همیشه و تحت هر شرایطی نیمی از انرژی که مولد مصرف می کند در خازن ذخیره می شود و نیمی دیگر به صورت گرما هدر می رود .

نمودار U بر حسب V : $u=\frac{1}{2}cv^2$



نمودار U بر حسب q : $u=\frac{Q^2}{2c}$



تست99) خازنی به یک باتری که ولتاژ ان قابل تنظیم است ، متصل است . اگر ولتاژ دو سر خازن از 20 ولت به 15 ولت برسد ، انرژی ذخیره شده در ان چند برابر می شود ؟

1) $\frac{3}{4}$ 2) $\frac{2}{3}$ 3) $\frac{9}{16}$ 4) $\frac{3}{16}$

تست100) ظرفیت خازنی 22 میکرو فاراد است ، اگر بار الکتریکی ان 20 درصد افزایش یابد ، انرژی ان 16 میکرو ژول افزایش می یابد . بار اولیه ان چند میکرو کولن است ؟

1) 20 2) 40 3) 2×10^{-2} 4) 4×10^{-2}

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

خازن	متصل به باتری (v ⇦ ثابت)	$u=\frac{1}{2}cv^2$
		$E=\frac{v}{d}$
	جدا از باتری (q ⇦ ثابت)	$u=\frac{q^2}{2c}$
		$E=\frac{q}{k\varepsilon_0 A}$ ⇨ (d وجود ندارد)

تست101)چند مورد از موارد زی صحیح است ؟

الف)اگر فاصله بین دو صفحه یک خازن باردار که از مولد جداست را n برابر کنیم میدان الکتریکی و انرژی خازن به ترتیب $\frac{1}{n}$ و n برابر می شود و همچنین ولتاژ خازن نیز n برابر می شود .

ب)اگر فاصله بین دو صفحه یک خازن که به دو سر یک باتری متصل است را n برابر کنیم ، میدان الکتریکی و انرژی خازن به ترتیب $\frac{1}{n}$ و $\frac{1}{n}$ برابر می شود و همچنین بار الکتریکی خازن نیز $\frac{1}{n}$ برابر می شود .

ج)یک خازن زمانی شارژ می شود که پتانسیل الکتریکی دو صفحه ان برابر شود .

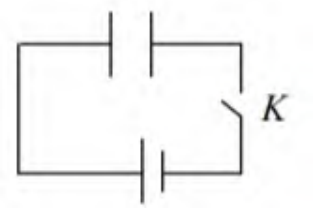
د)اگر خازن شارژ شده ای را از باتری جدا کنیم با برداشتن دی الکتریک از بین صفحات خازن ، میدان الکتریکی بین صفحات خازن کاهش می یابد .

1(1 2(2 3(3 4(4

@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست102) در شکل مقابل ، خازنی که عایق بین صفحه های ان هواست توسط یک کلید به مولد متصل شده و باردار است ، کدام گزینه ها درست هستند ؟



الف) اگر کلید وصل باشد ، با کاهش فاصله بین صفحات خازن شدت میدان بین دو صفحه افزایش می یابد .

ب) اگر کلید را قطع کنیم ، با افزایش فاصله بین صفحات ، شدت میدان کاهش می یابد .

پ) اگر کلید را قطع کنیم ، با کاهش فاصله بین صفحات خازن ، انرژی و ولتاژ دو سرخازن افزایش می یابد .

ت) اگر کلید را وصل کنیم، با افزایش فاصله بین صفحات خازن ، بار و انرژی ذخیره شده در خازن کاهش می یابد .

1)ب – پ 2)الف – ت 3)الف – پ – ت 4)ب – پ – ت

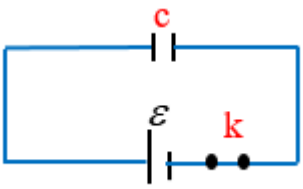
@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست103) دو سر خازنی را که دی الکتریک آن هوا است به دو سر یک باتری وصل میکنیم. انرژی ذخیره شده در آن U می‌شود. در حالتی که خازن به باتری وصل است، فاصله بین دو صفحه را n برابر می کنیم . در این حالت انرژی آن U´ می‌شود. بار دیگر خازن اولیه را از باتری جدا کرده و سپس فاصله بین دو صفحه را nبرابر می‌کنیم .در این حالت انرژی آن U´´ می شود، نسبت $\frac{U''}{U'}$ چقدر است؟ (ریاضی خارج 93)

1) $\frac{1}{n}$ 2) n 3) $\frac{1}{n^2}$ 4) n^2

تست104) در شکل روبرو دی الکتریک بین صفحات خازن هوا است . در حالی که کلید k بسته است فاصله بین صفحات را m برابر می کنیم، سپس کلید را باز کرده و فاصله صفحات خازن را $\frac{1}{m}$ می کنیم. انرژی ذخیره شده در خازن چند برابر انرژی اولیه خازن می شود؟



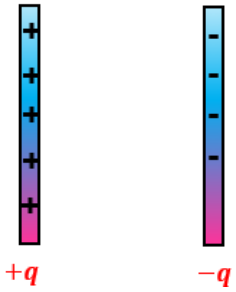
1) 1 2) $\frac{1}{m^2}$ 3) $\frac{1}{m}$ 4) m^2

@azmn_nup

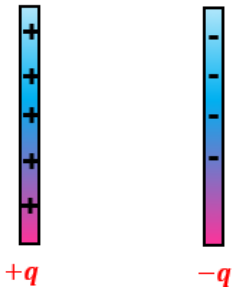
PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

چند حالت مهم :

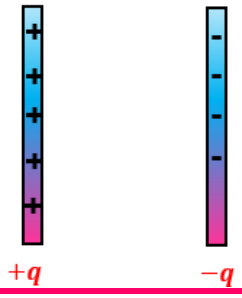
1) اگر $-2\mu c$ بار را از صفحه منفی خازن به صفحه مثبت آن انتقال دهیم بار خازن چند میکروکولن می شود؟



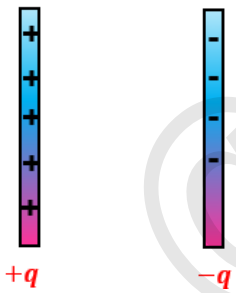
2) اگر $2\mu c$ بار را از صفحه منفی خازن به صفحه مثبت انتقال دهیم بار خازن چند میکروکولن می شود ؟



3) اگر $2\mu c$ بار را از صفحه مثبت به صفحه منفی انتقال دهیم بار خازن چند میکروکولن می شود؟



4) اگر $-2\mu c$ بار را از صفحه مثبت به صفحه منفی انتقال دهیم بار خازن چند میکروکولن می شود؟



@azmn_nup

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark

تست 105) ظرفیت خازنی 12 میکرو فاراد و بار الکتریکی آن q است. 8 ژول انرژی باید صرف شود تا 3+ میلی کولن بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت انتقال دهیم. بار اولیه خازن چند میلی کولن است؟

1) 61 2) 30/5 3) 26 4) 13

تست106) ظرفیت خازنی 15 میکرو فاراد و انرژی ذخیره شده در آن U است. اگر $3mc$ بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کنیم و به صفحه مثبت انتقال دهیم، انرژی ذخیره شده در خازن $900mj$ افزایش می یابد. انرژی اولیه(U) چند میلی ژول است؟ (تجربی خارج 97)

1) 300 2) 600 3) 1200 4) 1500

تست107) اگر صفحات یک خازن را به هم تماس دهیم جرقه ای ایجاد می شود . حال اگر دوباره بار صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصله ان ها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم ، کدام گزینه اتفاق می افتد ؟

1)جرقه با شدت بیشتر اتفاق می افتد

2) جرقه با شدت کمتر اتفاق می افتد

3)تغییر نمی کند

4)هر کدام از موارد ممکن است اتفاق بیفتد .

@azmn_nub

PDF Logo Remover Demo : Purchase from http://www.softorbits.com/ to remove the watermark