

آزمون حضوری  
شماره دو



رشته ریاضی  
پایه یازدهم

## مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه	مؤلف	ویراستار
فیزیک	فصل اول صفحه ۱ تا ۴۴	۲	۱۹	نوید شاهی - داوود پاشا	کسری شاهینزاده



## بار الکتریکی

### روش‌های باردار کردن اجسام -

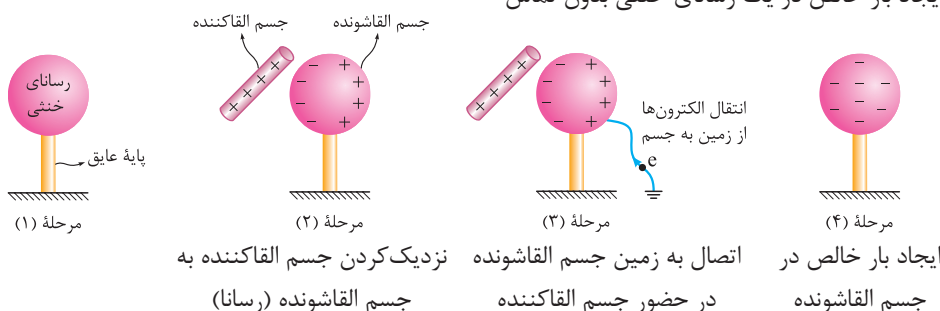
#### ۱) مالش

- به دلیل انتقال الکترون (نه پروتون) از یک جسم به جسم دیگر
- مناسب نارساناها
- مواد نزدیک به انتهای مثبت انتقال الکترون ← مواد نزدیک به انتهای منفی

#### ۲) القای الکتریکی

- ایجاد بار خالص در یک رسانای خنثی بدون تماس

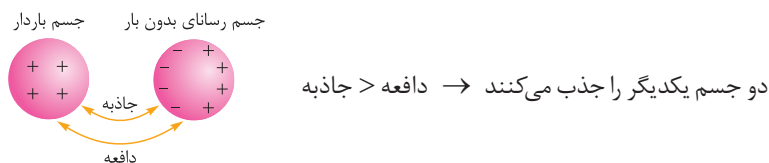
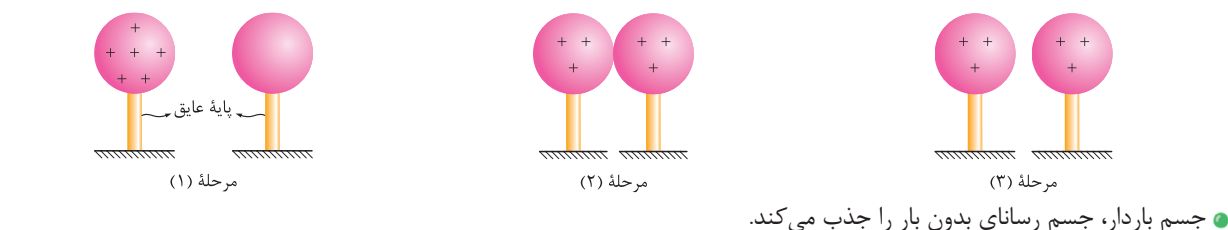
سری الکتریسیته مالشی (تریپولکترونیک)
انتهای مثبت سری
موی انسان
شیشه
الکترون
پشم
ایزشم
پوست انسان
چوب
الکترون
پارچه کتان
پلاستیک
لاستیک
انتهای منفی سری



**تذکر** ابتدا باید اتصال به زمین قطع شود، سپس جسم القاکنده دور شود.

#### ۳) تماس

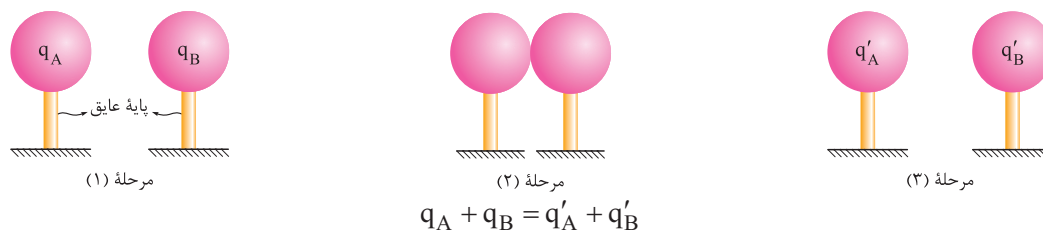
- ایجاد بار خالص در یک رسانای خنثی به کمک تماس با یک رسانای باردار



### دو اصل مهم برای بار الکتریکی -

#### اصل پایستگی بار

جمع جبری بارهای خالص دو (یا چند) جسم قبل از تماس با یکدیگر برابر با جمع جبری بارهای خالص آن‌ها بعد از تماس است.



**تذکر** اگر دو کره هم‌اندازه باشند بعد از تماس بارشان یکسان می‌شود.

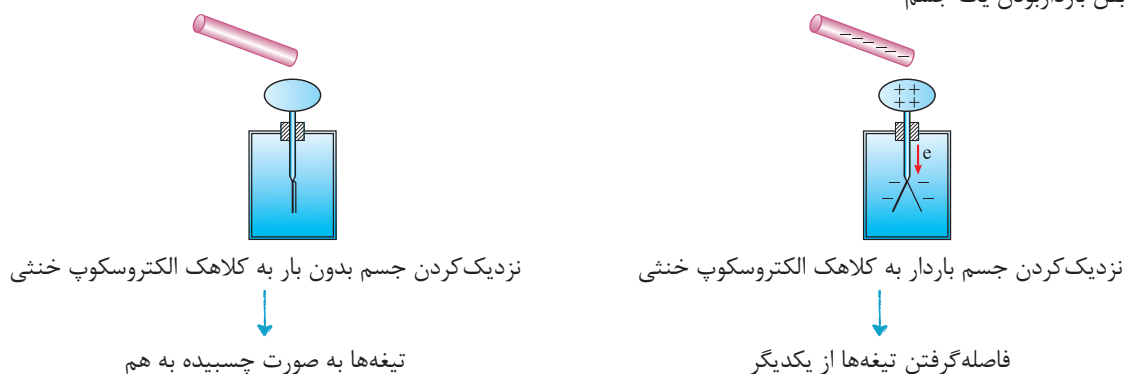
## اصل کوانتیده بودن بار

$$q = \pm ne, n = 0, 1, 2, \dots$$

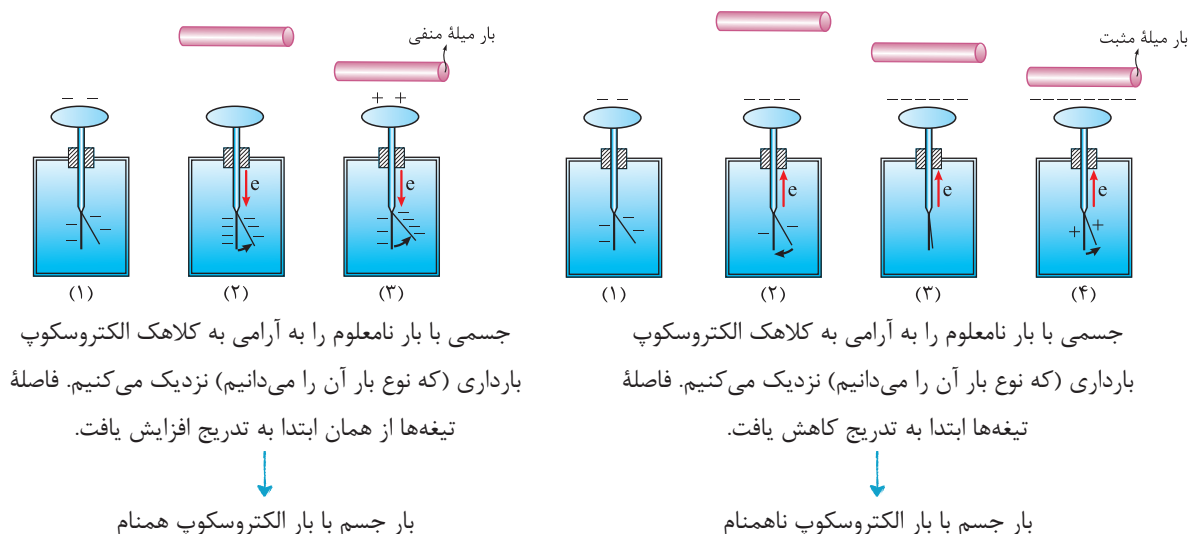
همواره بار الکتریکی یک جسم، مضرب صحیحی از بار الکتریکی پایه (e) است:

## الکتروسکوپ و کاربردهای آن

### ۱ تشخیص باردار بودن یک جسم



### ۲ تشخیص نوع بار جسم



جسمی با بار نامعلوم را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ

بارداری (که نوع بار آن را می‌دانیم) نزدیک می‌کنیم. فاصله

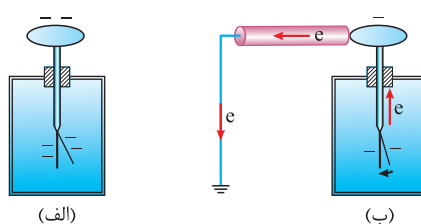
تیغه‌ها ابتدا به تدریج کاهش یافت.

بار جسم با بار الکتروسکوپ ناهمنام

در این حالت ممکن است با نزدیک تر کردن جسم به کلاهک،

تیغه‌ها به هم بچسبند و سپس از هم فاصله بگیرند.

### ۳ تشخیص رسانا و نارسانا بودن جسم



جسم خنثایی را از یک طرف به کلاهک الکتروسکوپ باردار تماس داده و از طرف دیگر به زمین متصل می‌کنیم.

فاصله بین تیغه‌ها

کاهش ← جسم: رسانا

تغییر محسوسی نکرد ← جسم: نارسانا



## نیروی الکتریکی

### قانون کولن -

فرمول:

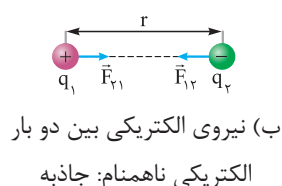
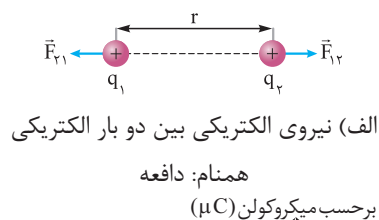
اندازه بار  $q_1$  برحسب کولن (C)      اندازه بار  $q_2$  برحسب کولن (C)

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

نیروی الکتریکی وارد بر هر بار ←  
از طرف بار دیگر برحسب نیوتون (N)

فاصله بین دو بار برحسب متر (m)

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



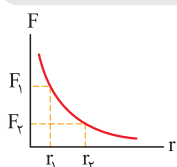
$$\begin{cases} F_{12} = F_{21} \\ \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \end{cases}$$

● تکنیک محاسباتی ۹۰

برحسب نیوتون (N) ←  $F = 9 \times 10^9 \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$

برحسب سانتی متر (cm)

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1| |q'_2|}{|q_1| |q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$



$$\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

● شکل نسبتی قانون کولن

● نمودار بزرگی نیروی الکتریکی بین دو بار معین برحسب فاصله آنها از یکدیگر

● ثابت کولن برحسب ضریب گذردهی الکتریکی خلا (ε₀)

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$$

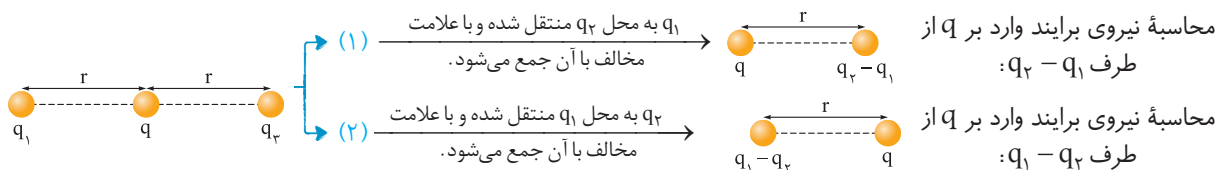
● اگر مجموع دو بار هم نام ثابت باشد، اندازه نیرویی که به هم وارد می کنند وقتی بیشینه است که دو بار هم اندازه باشند.

### برهم نهی نیروهای الکتروستاتیکی -

وضعیت نیروها نسبت به یکدیگر	شکل	بردار نیروی برایند	اندازه نیروی برایند
هم جهت		$\vec{F}_{T(r)} = \vec{F}_{1r} + \vec{F}_{2r}$	$F_{T(r)} = F_{1r} + F_{2r}$
در خلاف جهت		$\vec{F}_{T(r)} = \vec{F}_{1r} + \vec{F}_{2r}$	$F_{T(r)} =  F_{1r} - F_{2r} $
عمود		$\vec{F}_{T(r)} = \vec{F}_{1r} + \vec{F}_{2r}$	$F_{T1r} = \sqrt{F_{1r}^2 + F_{2r}^2}$

### تکنیک تقارن:

برای محاسبه نیروی برآیند وارد بر  $q$  که در فاصله یکسانی از  $q_1$  و  $q_2$  قرار دارد.



### نقطه صفرشدن نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q$ :

علامت و اندازه بارهای $q_1$ و $q_2$	محل قرارگیری بار $q$	شکل	رابطه
$q_1$ و $q_2$ همنام و $ q_1  <  q_2 $	روی خط واصل و بین دو بار و نزدیک بار با اندازه کمتر		$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$
$q_1$ و $q_2$ ناهمنام و $ q_1  <  q_2 $	روی خط واصل و خارج فاصله بین دو بار و نزدیک بار با اندازه کمتر		$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$

## میدان الکتریکی

### میدان الکتریکی در محل بار $q$

فرمول:

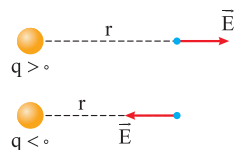
$q > 0$	$\vec{E}$ و $\vec{F}$ هم جهت
$q < 0$	$\vec{E}$ و $\vec{F}$ در خلاف جهت

نیروی الکتریکی خالص وارد بر  $q \rightarrow \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$  ← میدان الکتریکی در محل بار  $q$  (همراه با علامت)

### میدان الکتریکی حاصل از ذره باردار $q$

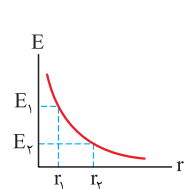
اندازه بار تولیدکننده میدان برحسب کولن (C)  $\rightarrow E = K \frac{|q|}{r^2}$  ← اندازه میدان حاصل از بار  $q$  برحسب نیوتون بر کولن (N/C)  
 فاصله از بار  $q$  برحسب متر (m)  $\rightarrow$

جهت:



۱) اگر بار تولیدکننده میدان ( $q$ ) مثبت باشد ← میدان در جهت دور شدن از بار  $q$

۲) اگر بار تولیدکننده میدان ( $q$ ) منفی باشد ← میدان به سوی بار  $q$



- نسبت اندازه میدان الکتریکی در فاصله‌های  $r_1$  و  $r_2$  (شکل نسبتی رابطه میدان):  $\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$
- نمودار اندازه میدان الکتریکی حاصل از یک بار معین برحسب فاصله از آن:
- شعله شمع بار الکتریکی مثبت دارد.

### برهم‌نهی میدان‌های الکتریکی $q$

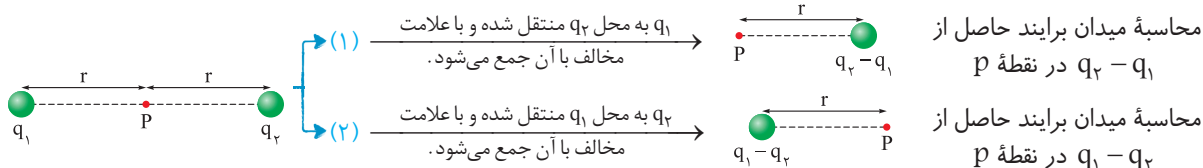
وضعیت میدان‌ها نسبت به یکدیگر	شکل	بردار نیروی برآیند	اندازه نیروی برآیند
هم‌جهت		$\vec{E}_{T(P)} = \vec{E}_{12} + \vec{E}_{21}$	$E_{T(P)} = E_{12} + E_{21}$



وضعیت میدان‌ها نسبت به یکدیگر	شکل	بردار نیروی برآیند	اندازه نیروی برآیند
در خلاف جهت		$\vec{E}_{T(P)} = \vec{E}_{12} + \vec{E}_{21}$	$E_{T(P)} =  E_{12} - E_{21} $
عمود		$\vec{E}_{T(P)} = \vec{E}_{12} + \vec{E}_{21}$	$E_{T(P)} = \sqrt{E_{12}^2 + E_{21}^2}$

## تکنیک تقارن:

برای محاسبه میدان برآیند در نقطه  $p$  که در فاصله یکسانی از  $q_1$  و  $q_2$  قرار دارد.

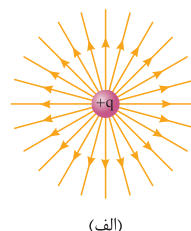
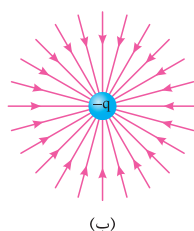


## نقطه صفر شدن میدان الکتریکی

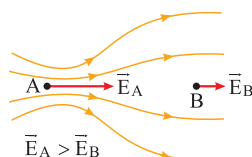
علامت و اندازه بارهای $q_1$ و $q_2$	نقطه صفر شدن میدان	شکل	رابطه
$q_1$ و $q_2$ همنام و $ q_1  <  q_2 $	روی خط وصل و بین دو بار و نزدیک بار با اندازه کمتر		$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$
$q_1$ و $q_2$ ناهمنام و $ q_1  <  q_2 $	روی خط وصل و خارج فاصله بین دو بار و نزدیک بار با اندازه کمتر		$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$

## ویژگی‌های خطوط میدان الکتریکی

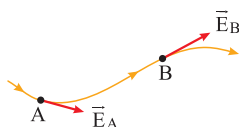
۱ در جهت دور شدن از بار مثبت (شکل الف) به سمت بار منفی (شکل ب)



۲ هر چه تراکم (میزان فشردگی) خطوط میدان بیشتر → میدان بزرگ‌تر

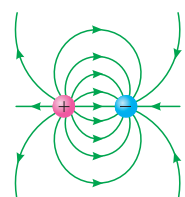


۳ بردار میدان الکتریکی در هر نقطه، مماس بر خط میدان عبوری از آن نقطه و هم‌جهت با آن

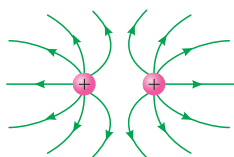


۴ خطوط میدان برآیند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند؛ یعنی از هر نقطه از فضا، فقط یک خط میدان می‌گذرد.

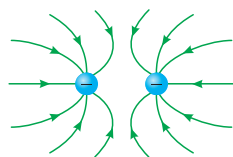
## چند شکل مهم درباره خطوط میدان:



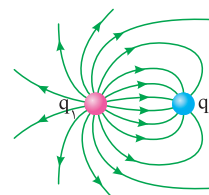
خطوط میدان اطراف دو ذره با بار هم اندازه و ناهم نام



خطوط میدان اطراف دو ذره با بار هم اندازه مثبت

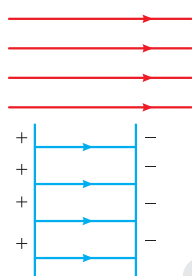


خطوط میدان اطراف دو ذره با بار هم اندازه منفی



خطوط میدان اطراف دو بار  $q_1$  و  $q_2$  که  $|q_1| > |q_2|$

## – میدان الکتریکی یکنواخت –



$$F = E |q|$$

• در تمام نقاط هم اندازه و هم جهت

• خطوط میدان الکتریکی یکنواخت: راست، موازی، هم جهت، هم فاصله

• چگونگی ایجاد: دو صفحه بزرگ با بارهای  $+q$  و  $-q$  در فاصله کمی از هم

• نیروی وارد بر بار در میدان الکتریکی یکنواخت

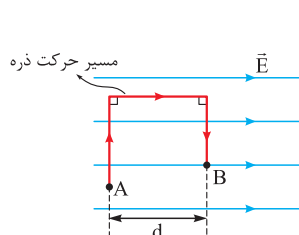
## •• انرژی پتانسیل الکتریکی ••

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار  $\rightarrow W_E = -\Delta U_E \leftarrow$  کار نیروی الکتریکی وارد بر بار

• در یک جابه جایی معین:

• تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار:

مقدار:



اندازه میدان برحسب نیوتون بر کولن (N/C)

$$|\Delta U_E| = |q| |\vec{E}| d$$

اندازه جابه جایی در راستای میدان برحسب متر (m)  
اندازه بار برحسب کولن (C)

جابه جایی بار مثبت در جهت میدان	جابه جایی بار مثبت در خلاف جهت میدان	جابه جایی بار منفی در جهت میدان	جابه جایی بار منفی در خلاف جهت میدان
انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد.	انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد.	انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد.	انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد.
جابه جایی بار مثبت / بار منفی در راستای عمود بر میدان $\leftarrow$ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر صفر			





## اختلاف پتانسیل الکتریکی -

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار  $\rightarrow \Delta U_E = \frac{\Delta U_E}{q}$   
 بار  $q$  (همراه با علامت)  $\rightarrow$

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه:

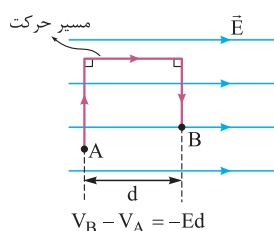
جابه‌جایی در خلاف جهت میدان	جابه‌جایی در جهت میدان
پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.	پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.
جابه‌جایی در راستای عمود بر میدان $\rightarrow$ تغییر پتانسیل الکتریکی برابر صفر	

$V_{\oplus} - V_{\ominus} = x$

وقتی می‌گوییم یک باتری  $x$  ولتی است، یعنی:

اتصال به زمین ( $V = 0$ )  $\rightarrow V_E = 0$

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه در میدان الکتریکی یکنواخت  $E$ :

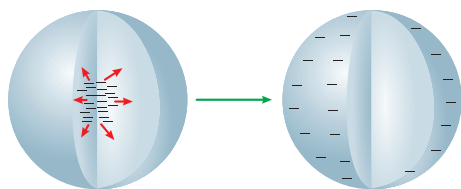


حرکت در خلاف جهت میدان  
 اندازه میدان الکتریکی  
 $\Delta V = \pm Ed$   
 فاصله دو نقطه در راستای میدان  
 حرکت در جهت میدان

$V_B - V_A = -Ed$

اصل پایستگی انرژی مکانیکی برای ذره باردار که فقط نیروی الکتریکی به آن وارد می‌شود: تغییر انرژی جنبشی ذره  $\rightarrow \Delta U_E = -\Delta K$

## توزیع بار الکتریکی در رسانا -

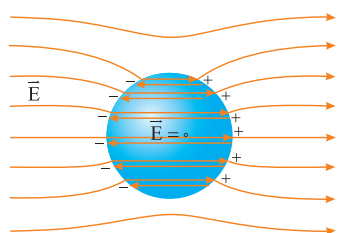


۱ بار الکتریکی داده شده به رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود.

۲ میدان الکتریکی در داخل رسانا برابر صفر است.

۳ تمام نقاط داخل رسانا و روی سطح آن، پتانسیل یکسانی دارند.

## رسانای خنثی در میدان الکتریکی خارجی

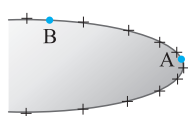


۱ میدان الکتریکی خارجی باعث جداسدن بارهای مثبت و منفی در دو وجه رسانا شده

به طوری که میدان حاصل از این بارها میدان خارجی در داخل رسانا را خنثی می‌کند و میدان الکتریکی خالص در داخل رسانا برابر صفر می‌شود.

۲ همه نقاط داخل و روی سطح رسانا پتانسیل یکسانی دارند.

## نحوه توزیع بار الکتریکی روی سطح رسانا



۱ تراکم بار در نقاط تیز سطح رسانا بیشتر از نقاط دیگر است.  $\sigma_A > \sigma_B$

۲ خطوط میدان الکتریکی در نقاط تیز متراکم‌تر و در نتیجه اندازه میدان الکتریکی در این نقاط بیشتر است.





### خازن

#### - ظرفیت خازن -

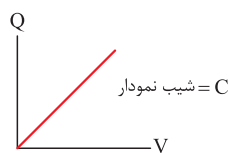
بارخازن برحسب کولن (C)  $\rightarrow C = \frac{Q}{V}$  ← ظرفیت خازن برحسب کولن بر ولت ( $\frac{C}{V}$ ) یا فاراد (F)  
اختلاف پتانسیل بین صفحات برحسب ولت (V)  $\rightarrow C = \frac{Q}{V}$



● بار ذخیره شده در خازن:  $Q \leftarrow$  یعنی بار یک صفحه  $+Q$  و بار صفحه دیگر  $-Q$  است.

● ظرفیت خازن به  $V$  و  $Q$  وابسته نیست و با تغییر  $V$  و  $Q$  ثابت می ماند.

نمودار بار خازن برحسب اختلاف پتانسیل بین صفحات آن:



ظرفیت خازن برحسب کمیت های ساختمانی آن:

مساحت هر صفحه خازن برحسب متر مربع ( $m^2$ )  $\rightarrow C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$  ← ظرفیت خازن برحسب فاراد (F)  
فاصله بین صفحات برحسب متر (m)  $\rightarrow C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$   
ثابت دی الکتریک

$$(\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/M})$$

ضریب گذردهی الکتریکی خلأ

#### - تغییر ظرفیت خازن و اثر آن روی بار و اختلاف پتانسیل -

تغییر $\kappa$	$\Delta C = (\kappa_2 - \kappa_1) \epsilon_0 \frac{A}{d}$ $\frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1}$	خازن متصل به باتری	ثابت: $V$	$\Delta Q = V \Delta C$ $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$
		خازن جدا از باتری	ثابت: $Q$	$\Delta V = Q \left( \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1} \right)$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$
تغییر $A$	$\Delta C = \kappa \epsilon_0 \frac{\Delta A}{d}$ $\frac{C_2}{C_1} = \frac{A_2}{A_1}$	خازن متصل به باتری	ثابت: $V$	$\Delta Q = V \Delta C$ $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$
		خازن جدا از باتری	ثابت: $Q$	$\Delta V = Q \left( \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1} \right)$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$
تغییر $d$	$\Delta C = \kappa \epsilon_0 A \left( \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right)$ $\frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2}$	خازن متصل به باتری	ثابت: $V$	$\Delta Q = V \Delta C$ $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$
		خازن جدا از باتری	ثابت: $Q$	$\Delta V = Q \left( \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1} \right)$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$



## ● فروریزش الکتریکی:

بیشینه اختلاف پتانسیل قابل تحمل خازن > اختلاف پتانسیل دو سر خازن ← جدا شدن الکترون‌های ماده دی‌الکتریک ← تخلیه خازن

**تذکر** فروریزش الکتریکی معمولاً با یک جرقه همراه است و باعث سوختن خازن می‌شود.

قراردادن دی‌الکتریک قطبی یا غیرقطبی بین صفحه‌های خازن ← ظرفیت خازن افزایش می‌یابد.  
 ← حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن افزایش می‌یابد.

## میدان الکتریکی بین صفحات خازن:

بار ذخیره‌شده در خازن (C) ←  $E = \frac{V}{d} = \frac{Q}{K\epsilon_0 A}$  ← اختلاف پتانسیل دو صفحه (V)  
 مساحت صفحه‌های خازن (m<sup>2</sup>) ←  $E = \frac{V}{d} = \frac{Q}{K\epsilon_0 A}$  ← اندازه میدان الکتریکی  
 ضریب دی‌الکتریک ← فاصله دو صفحه (m) (N/C یا V/m)

● رابطه:

● جهت: از صفحه + به صفحه -

## - انرژی خازن -

انرژی پتانسیل ذخیره‌شده در خازن برحسب ولت (V) ←  $U = \frac{1}{2} QV$  ← بار خازن برحسب کولن (C)  
 انرژی پتانسیل ذخیره‌شده در خازن برحسب ژول (J) ←  $U = \frac{1}{2} CV^2$  ← ظرفیت خازن برحسب فاراد (F)  
 انرژی پتانسیل ذخیره‌شده در خازن برحسب ژول (J) ←  $U = \frac{Q^2}{2C}$  ← بار خازن برحسب کولن (C)  
 اختلاف پتانسیل صفحات خازن برحسب ولت (V) ←  $U = \frac{1}{2} QV$  ← اختلاف پتانسیل صفحات خازن برحسب ولت (V)  
 اختلاف پتانسیل صفحات خازن برحسب ولت (V) ←  $U = \frac{1}{2} QV$  ← اختلاف پتانسیل صفحات خازن برحسب ولت (V)

## تغییر انرژی خازن بدون تغییر ظرفیت خازن:

C: ثابت ← Q و V به یک نسبت تغییر می‌کنند ← با توجه به داده‌ها و خواسته‌های تست از روابط هر کدام از سطرهای جدول روبه‌رو می‌توان استفاده کرد.

تغییر Q	$\Delta U = \frac{1}{2} C (Q_2^2 - Q_1^2)$ $\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^2$
تغییر V	$\Delta U = \frac{1}{2} C (V_2^2 - V_1^2)$ $\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$

## تغییر انرژی خازن در اثر تغییر ظرفیت خازن:

خازن متصل به باتری	ثابت: V	$\Delta Q = \Delta C \times V$ $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$	$\Delta U = \frac{1}{2} \Delta Q \times V$ $\Delta U = \frac{1}{2} \Delta C \times V^2$	$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1}$
خازن جدا از باتری	ثابت: Q	$\Delta V = Q \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1}\right)$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$	$\Delta U = \frac{1}{2} Q \times \Delta V$ $\Delta U = \frac{1}{2} Q^2 \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1}\right)$	$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2}$

انرژی ذخیره‌شده برحسب ژول (J) ←  $\bar{P} = \frac{U}{t}$  ← توان متوسط برحسب وات (W)  
 زمان برحسب ثانیه (S) ←  $\bar{P} = \frac{U}{t}$

## توان متوسط تخلیه انرژی خازن:

## یک تمرین مهم کتاب درسی:

اگر در یک خازن بار  $q'$  از { صفحه + به صفحه - } منتقل شود ←  $\left. \begin{matrix} Q_2 = Q_1 - q' \\ Q_2 = Q_1 + q' \end{matrix} \right\}$

**تذکر** علامت  $q'$  در نظر گرفته می‌شود.  $Q_2$ : بار ثانویه خازن  $Q_1$ : بار اولیه خازن