دکتر عباسی ۰۹۱۲۶۷۸۱۹۰۱

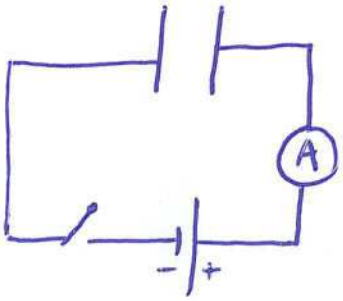
خازن

قسمتی از مدار است که وظیفه آن ذخیره کردن بار و انرژی است.
خازن‌های کروی، استوانه‌ای و تخت از متداول‌ترین شکل‌های خازن هستند

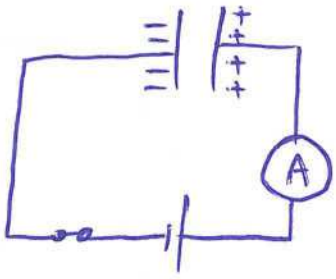
خازن تخت:

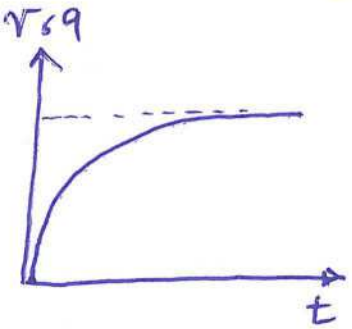
از دو صفحه رسانای موازی تشکیل شده است که به‌وسیله هوا و یا یک عایق که به آن دی الکتریک می‌گوییم از یکدیگر جدا شده‌اند.
هنگامی که بر روی یک صفحه بار $+q$ و بر روی صفحه دیگر بار $-q$ قرار می‌دهیم که خازن باردار شده و بار q در آن ذخیره شده است.

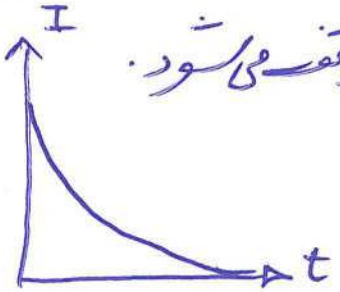
* باردار کردن خازن:



با بستن کلید انرژی از قطب مثبت باتری شروع به حرکت کرده و صفحه خازن متصل به قطب مثبت دارای بار مثبت و صفحه خازن متصل به قطب منفی دارای بار منفی می‌شود.
بعد از یک مدت زمان کوتاه، اختلاف پتانسیل دو سر خازن با اختلاف پتانسیل باتری برابر شده و شارژ خازن متوقف می‌شود.





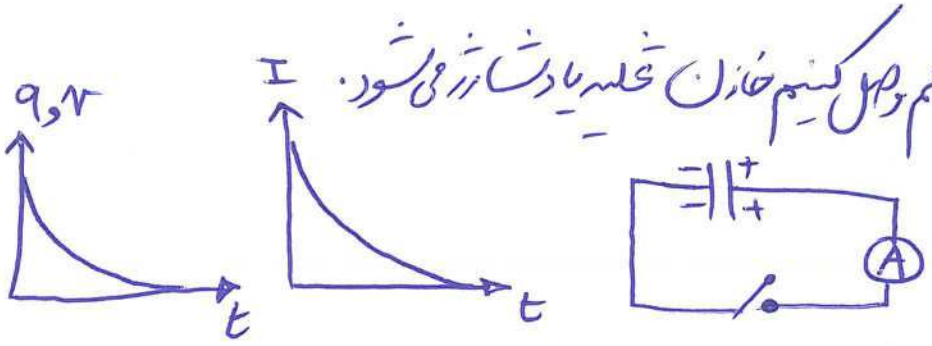


در هنگام پر شدن یک خازن خالی، انتقال بار در ابتدا به سرعت صورت می‌گیرد ولی رفته رفته با پر شدن خازن، سرعت انتقال بار کند شده و در نهایت بار خازن به یک مقدار ثابت می‌رسد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تخلیه یا دشارژ خازن:

اگر دو سر یک خازن باردار را به هم وصل کنیم خازن تخلیه یا دشارژ می‌شود.



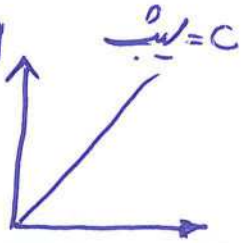
ظرفیت خازن:

به نسبت بار الکتریکی ذخیره شده در خازن به اختلاف پتانسیل بین صفحات آن، ظرفیت خازن می‌گوییم و آن را با نماد C نشان می‌دهیم.

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

$$\text{فاراد} = \frac{\text{کولن}}{\text{ولت}}$$

$$q = CV \xrightarrow{\text{اگر } C \text{ ثابت باشد}} q \propto V$$



q	۲۰	۴۰	۱۰۰
V	۵	۱۰	۲۵
C	۴	۴	۴

نکته: ظرفیت خازن تنها به ساختمان فیزیکی آن بستگی دارد و با تغییرات ولتاژ و بار الکتریکی ظرفیت خازن تغییر نمی‌کند. به عبارتی با تغییر V، q هم به گونه‌ای تغییر می‌کند که همواره نسبت $\frac{q}{V}$ مقداری ثابت باقی می‌ماند.

عوامل فیزیکی مؤثر بر اندازه ظرفیت خازن:

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

k ثابت دی‌الکتریک (بدون واحد و $k=1$ هوا و تقریباً سایر خازن‌ها k بزرگ‌تر از ۱ دارند)

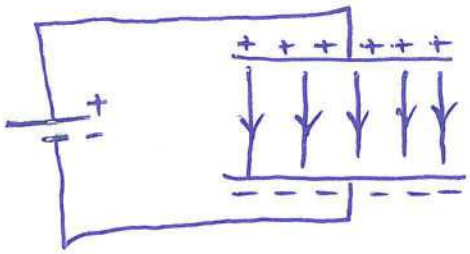
ε_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلأ $= 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$

A مساحت هر یک از صفحات (m^2)

d فاصله بین ۲ صفحه (m)

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس



$E = \frac{V}{d}$

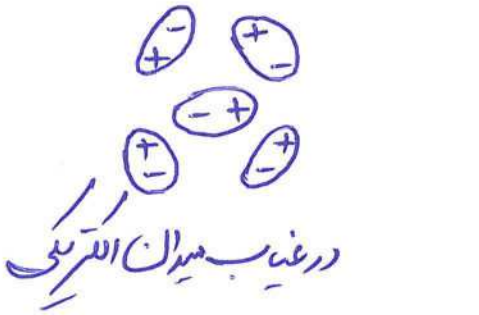
* میدان الکتریکی صفحات خازن:

V = اختلاف پتانسیل دو صفحه

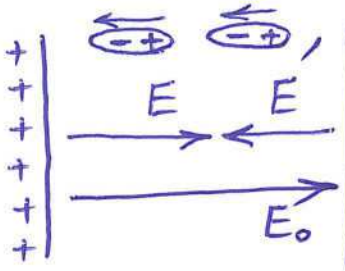
d = فاصله بین ۲ صفحه

* نقش میکروسکوپیک دی الکتریک در افزایش ظرفیت خازن:

مولکول‌های قطبی در غیاب میدان الکتریکی، جهت‌گیری نامنظمی دارند. اما به محض قرارگرفتن در یک میدان الکتریکی، تلاش می‌کنند تا هم‌سو با میدان قرار گیرند.



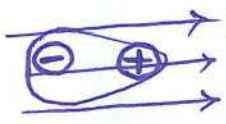
هنگامی که مولکول‌های قطبی در جهت میدان قرار می‌گیرند (به بار + هم جهت با میدان نیرو وارد می‌شود و به بار منفی در خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌شود) میدان الکتریکی E' حاصل از مولکول‌های قطبی در خلاف جهت E_0 (میدان الکتریکی خارجی اولیه خازن بدون دی الکتریک) شده و در نتیجه میدان الکتریکی برایند E هم جهت با E_0 شده ولی اندازه آن کوچکتر می‌شود.



پس طبق رابطه $E = \frac{V}{d}$ با ثابت ماندن d (فاصله بین صفحات) و کاهش E، V (اختلاف پتانسیل بین دو صفحه) هم کاهش می‌یابد

و طبق رابطه $C = \frac{q}{V}$ با ثابت ماندن q و کاهش V، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد.

* در دی الکتریک‌های غیر قطبی مثل متان که در غیاب میدان، مرکز بارهای + و − بر هم منطبق است، در حضور میدان الکتریکی، ابر الکترونی در خلاف جهت میدان جابجا می‌شود و شبیه قطبی می‌شود.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

* انرژی خازن :

وقتی دو بار الکتریکی ناهمنام را از یکدیگر دور کنیم باید کار انجام دهیم و کار انجام داده شده به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در سیستم ذخیره می شود

برای یک خازن باردار هم واضح است به ما اجازه می دهد که باتری با انجام کار W، انرژی پتانسیل الکتریکی U را در خازن ذخیره می کند. (انرژی ذخیره شده در میدان الکتریکی بین صفحات ذخیره می شود)

$$U = \frac{1}{2} qV \xrightarrow{q=CV} U = \frac{1}{2} CV^2 \quad **$$

$$\xrightarrow{V=q/C} U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \quad **$$

* در هنگام عددگذاری در فرمول های انرژی خازن واحدها باید رعایت شود (مثلاً میکرو و میلی و ...)

* برای بدست آوردن انرژی کل مجموعه ای از خازن ها یکی از ۲ راه زیر استفاده شود :

۱) انرژی تک تک خازن ها را بدست آورده و با هم جمع کنیم.

۲) ظرفیت معادل خازن ها را بدست آورده و انرژی آن را بدست آوریم.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

* اگر خازنی به باتری وصل باشد و در همان حین (d یا A یا k) آن را تغییر دهیم:

(V ثابت)

* اگر خازنی به باتری وصل باشد و بعد از شارژ شدن از باتری جدا شود و (d یا A یا k) آن تغییر کند:

(q ثابت)

مثال: خازنی به باتری وصل است و در همان حین دی الکتریک بین صفحات آن را خارج می کنیم. q، V، C، U و E آن چگونه تغییر می کند؟

V ثابت $\xrightarrow{C \propto k}$ $k\downarrow$ $C\downarrow$ $\xrightarrow[C\downarrow]{q=CV}$ $q\downarrow$ $\xrightarrow[C\downarrow]{U=\frac{1}{2}CV^2}$ $U\downarrow$ $\xrightarrow[V \text{ و } d \text{ ثابت}]{E=\frac{V}{d}}$ E ثابت

مثال: خازنی پس از شارژ شدن را از باتری جدا کرده و فاصله بین صفحات آن را ۲ برابر می کنیم. q، C، V، U و E آن چگونه تغییر می کند؟

q ثابت $\xrightarrow[d \text{ دو برابر}]{C \propto \frac{1}{d}}$ C، $\frac{1}{2}$ برابر $\xrightarrow[C \text{، } \frac{1}{2} \text{ برابر}]{C=\frac{q}{V}}$ V، ۲ برابر می شود

$\xrightarrow[C \text{، } \frac{1}{2} \text{ برابر}]{U=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}}$ U، ۲ برابر می شود $\xrightarrow[V \text{، ۲ برابر و } d \text{، ۲ برابر}]{E=\frac{V}{d}}$ E ثابت

* اگر بین صفحات یک خازن، قطعه فلزی به ضخامت X قرار گیرد، آن بخش از خازن به علت رسانا بودن تبدیل به یک سیم رسانا می شود و همین مسئله باعث می شود، فاصله بین صفحات به اندازه X کمتر شود و در نتیجه ظرفیت خازن بیشتر می شود.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

فروریزش الکتریکی (فروشکست) :

اگر اختلاف تپانسیل دو سر خازن افزایش یابد، طبق رابطه $q=CV$ ، بار ذخیره شده در خازن، افزایش می‌یابد. اگر بار الکتریکی در خازن از یک مقدار معین بیشتر شود، میدان الکتریکی بسیار قوی بین ۲ صفحه ایجاد می‌شود که باعث می‌شود دی الکتریک بین دو صفحه موقتاً رسانا شود و در نتیجه با ایجاد جرقه بین دو صفحه، خازن تخلیه شود (بسوزد)

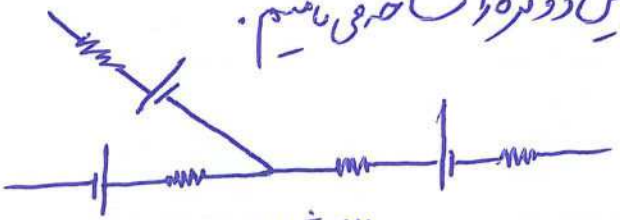
* به حداکثر میدان الکتریکی که یک دی الکتریک می‌تواند بدون فروریزش عمل کند، قدرت دی الکتریک گفته می‌شود و به حداکثر اختلاف تپانسیلی که می‌تواند در خازن اعمال شود که فروریزش رخ ندهد تپانسیل فروریزش گفته می‌شود

$$E = \frac{V}{d}$$

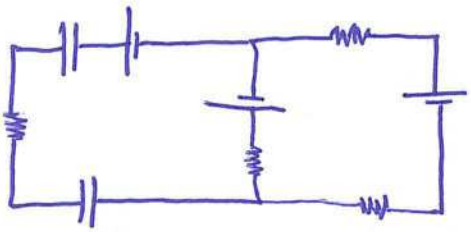
E: قدرت دی الکتریک $\left(\frac{KV}{mm}\right)$ ، V: تپانسیل فروریزش (KV) ، d: فاصله بین دو صفحه (mm)

گره: به جایی گفته می‌شود که بیش از ۲ سیم به هم متصل می‌شوند.

شاخه: بین دو گره را شاخه می‌نامیم.



۳ شاخه

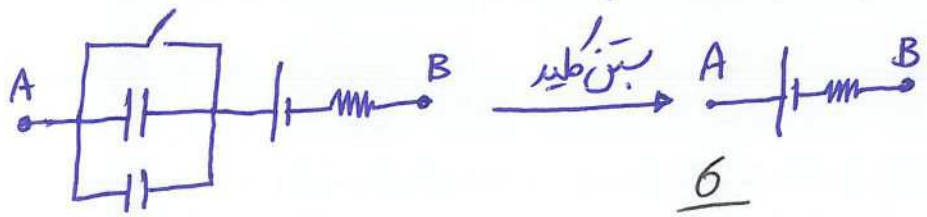


۳ شاخه

کلید باز: هرگاه در یک شاخه کلید باز ← قرار بگیرد کل آن شاخه حذف می‌شود.

کلید بسته: کلید بسته مثل سیم عمل می‌کند.

اتصال کوتاه: هرگاه دو سر یک قطعه با سیم به هم وصل باشد، آن قطعه و قطعات موازی با آن از مدار حذف می‌شوند.



دانلود از اپلیکیشن پادرس