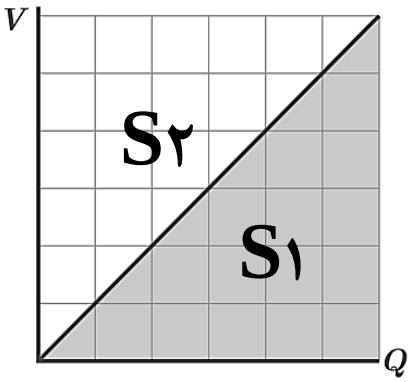
☑ بخش۱۲: انرژی خازن(U)

وقتی خازن باردار می‌شود، در آن انرژی ذخیره می‌شود. در واقع، کاری که باتری برای جداسازی بار از یک صفحه و انتقال آن به صفحهٔ دیگر خازن انجام می‌دهد به صورت انرژی پتانسیل در **میدان الکتریکی بین صفحات خازن** ذخیره می‌شود.



انرژی ذخیره شده در خازن از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید:

$$U_{\text{خازن}} = \frac{۱}{۲}QV$$

(J) انرژی

چنانکه مشاهده می‌کنید، این مقدار برابر است با مساحت زیر نمودار (V−Q) یا (V−Q) که از هردو طرف، شکل مثلثی و مساحت برابر دارد.

$$S۱ = S۲ = U = \frac{QV}{۲}$$

ⓘ بیشتر بدانیم: این رابطه از کجا آمده است؟ گفتیم که انرژی ذخیره شده در خازن، برابر کاری است که باتری برای انتقال بارها میان صفحات خازن انجام داده است و از قبل می‌دانیم که کار نیروی خارجی(باتری) در میدان الکتریکی یکنواخت برابر است با: $W_{\text{خارجی}} = Q\,\Delta V$

بر این اساس، ممکن است نتیجه بگیریم که: $U = QV$. اما دست نگه دارید! چون میدان الکتریکی بین صفحات خازنی که در حال شارژ است، یک تفاوت مهم با میدان الکتریکی که پیش از این خواندیم دارد. در آنجا، اختلاف پتانسیل میدان (ΔV) ثابت بود، اما خازنی که در حال شارژ شدن است، طبق نمودار بالا، هر لحظه در حال تغییر است و به صورت تابعی خطی از Q، از صفر تا V افزایش می‌یابد. پس بارهای مختلفی که بین صفحات خازن جابه‌جا می‌شوند هرکدام با V متفاوتی همراه هستند! اما خاصیت تابع خطی این است که چون به صورت یکنواخت و با شیب ثابت افزایش می‌یابد، می‌توان به جای V متغیر، یک مقدار ثابت و متوسطی را به صورت: $V_{av} = \frac{V+۰}{۲}$ برای V در نظر گرفت و فرض کرد که کل بار خازن(Q) در هنگام شارژ شدن، تحت این اختلاف پتانسیل متوسط (Vav) منتقل شده است.

به این صورت، به همان رابطه‌ای که از ابتدا برای انرژی خازن معرفی کرده بودیم می‌رسیم:

$$W = QV_{av} = Q\left(\frac{V}{۲}\right) = \frac{۱}{۲}QV$$

❖ **شکل‌های مختلف رابطهٔ انرژی خازن:** رابطهٔ ارائه شده برای محاسبهٔ انرژی خازن را می‌توان به دو شکل دیگر نیز نشان داد. این سه شکل، در واقع یکی هستند اما انتخاب هریک از آن‌ها بستگی به اطلاعاتی که در مسئله داده شده دارد. معمولاً از دو رابطهٔ سمت راست در حل مسائل استفاده می‌شود، زیرا کمیت ظرفیت خازن را نیز در خود دارد.

$$U_{\text{خازن}} = \frac{۱}{۲}QV \xrightarrow{Q=CV} U_{\text{خازن}} = \frac{۱}{۲}CV^{۲}$$

← **وقتی ولـتاژ دو سر خازن ثابت است، بیشتر از رابطهٔ مقابل استفاده می‌کنیم:**

$$U_{\text{خازن}} = \frac{۱}{۲}QV \xrightarrow{V=\frac{Q}{C}} U_{\text{خازن}} = \frac{۱}{۲}\frac{Q^{۲}}{C}$$

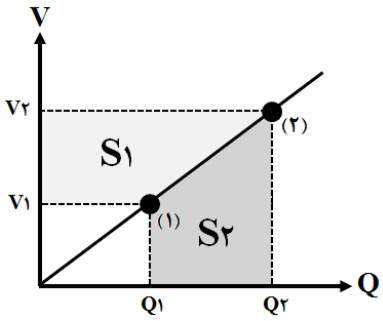
← **وقتی بار صفحه‌های خازن ثابت است، بیشتر از رابطهٔ مقابل استفاده می‌کنیم:**

❖ **رابطهٔ انرژی و توان در خازن:** توان متوسط خازن (بر حسب وات) از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

توان (W)

$$P = \frac{U}{t}$$

** جهت مشاوره تحصیلی رایگان و پرسیدن سوالات خود با مشاوران سایت ارتباط بگیرید**

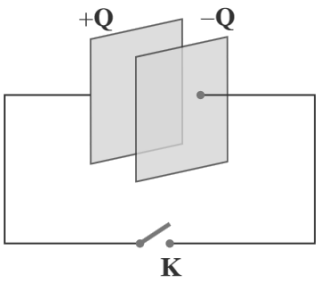


نکته: اگر یک خازن، بین دو حالت حرکت کند (مثلاً وقتی اختلاف پتانسیل آن از V_1 به V_2 برسد) اختلاف انرژی پتانسیل خازن بین این دو حالت را می‌توان از محاسبهٔ سطح زیر نمودار $(V-Q)$ یا $(V-Q)$ به دست آورد. (مساحت هر دو ذوزنقه برابر است)

$$S_1 = S_2 = \Delta U = U_2 - U_1$$

کتاب درسی مثال‌های ۱- ۱۸ و ۱- ۱۹ ← محاسبهٔ انرژی ، بار و توان متوسط خازن

مثال ۴۷ (مسائل پایانی فصل ـ مسئلهٔ ۳۱): دو صفحهٔ خازن تخت بارداری را همانند شکل با بستن کلید به هم وصل می‌کنیم، در نتیجه جرقه‌ای زده می‌شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصلهٔ آن‌ها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، آیا جرقهٔ حاصل بزرگ‌تر از قبل می‌شود، یا کوچک‌تر و یا تغییری نمی‌کند؟ توضیح دهید.



راهنمایی: توجه کنید که این جرقه حاصل برخورد صفحات دارای بارهای مثبت و منفی است (مثل برخورد سیم‌های فاز و نول برق) لذا هرچه انرژی خازن بیشتر باشد، اندازهٔ جرقه بزرگتر می‌شود (و بالعکس).

مثال ۴۸ (نهایی ریاضی ـ خرداد ۹۱): خازنی با ظرفیت معلوم و دی‌الکتریک هوا به اختلاف پتانسیل ثابت وصل شده است. در این حالت، فضای میان دو صفحهٔ خازن را با دی‌الکتریکی به ضریب **K** پر می‌کنیم. جاهای خالی جدول را با کلمه‌های (**کاهش، افزایش، ثابت**) برای این خازن پر کنید.

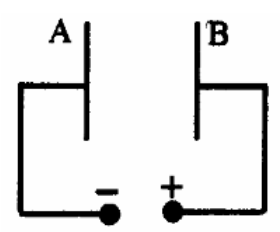
بار الکتریکی	میدان الکتریکی	انرژی ذخیره شده در خازن

توضیح بار الکتریکی) .....

توضیح میدان الکتریکی) .....

توضیح انرژی خازن) .....

مثال ۴۹ (نهایی ریاضی ـ خرداد ۹۱): در شکل روبه‌رو خازنی با صفحه‌های رسانای A و B به باتری متصل شده است. **الف)** پتانسیل الکتریکی صفحهٔ A بیشتر است یا صفحهٔ B؟



ب) در صورتی که بار مثبت q را از صفحهٔ منفی خازن باردار جدا کرده و به صفحهٔ مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن افزایش می‌یابد یا کاهش؟ توضیح دهید.

مثال ۵۰ (نهایی ریاضی ـ خرداد ۱۴۰۳): در مدار فلاش دوربین عکاسی، خازنی وجود دارد که با ولتاژ ۲۰۰ ولت شارژ شده است. اگر فلاش دوربین عکاسی روشن شود، تخلیهٔ انرژی در مدت 2×10^{-3} s و با توان ۴۰۰۰ وات انجام می‌شود. ظرفیت خازن چند فاراد است؟

مثال ۵۱ (مسائل پایانی فصل ـ مسئلهٔ ۳۲): ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر ۳+ mC بار الکتریکی از صفحهٔ منفی به صفحهٔ مثبت منتقل شود، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازهٔ ۸ J زیاد می‌شود. q را محاسبه کنید.