

آزمایشگاه فیزیک 2-آزمایش 6: شارژ و دشارژ خازن؛ اتصال سری و موازی

خازن‌ها

الف) شارژ و دشارژ خازن

هدف آزمایش: بررسی چگونگی شارژ (پرشدن) و دشارژ (تخلیه) خازن، رسم منحنی تغییرات ولتاژ یک

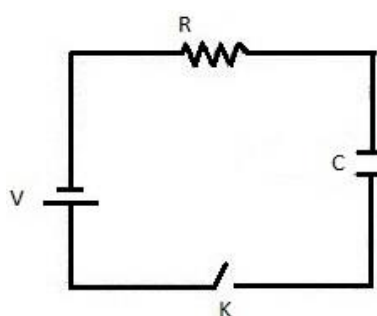
خازن در حال شارژ یا دشارژ نسبت به زمان، به دست آوردن ثابت زمانی

وسایل مورد نیاز: باتری، خازن، مقاومت، کرومومتر، ولت‌متر، سیم رابط.

تئوری آزمایش: اگر صفحات یک خازن (که نوع ساده آن از دو صفحه فلزی موازی که توسط عایقی از

هم جداشده‌اند تشکیل شده) را به ولتاژ ثابت یک باتری وصل کنیم، تحت این اختلاف پتانسیل بر روی صفحات خازن مقداری بار با علامت مخالف ذخیره می‌شود. بار ذخیره شده در خازن با ولتاژ اعمال شده متناسب بوده و از رابطه $q = CV$ بدست می‌آید. در این رابطه C را ظرفیت خازن می‌نامند.

ظرفیت خازن به جنس عایق بین صفحات، مساحت صفحات و فاصله آنها بستگی دارد. واحد ظرفیت کولن بر ولت یا فاراد بوده و واحدهای کوچکتر آن میکروفاراد (10^{-6} فاراد) و پیکوفاراد (10^{-12} فاراد) می‌باشند.



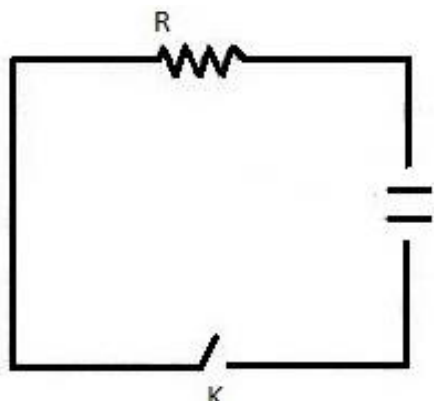
چنانچه خازنی مانند شکل مقابل در مدار قرار گیرد، با بستن کلید k جریانی در مدار برقرار گردیده و بارهای الکتریکی تحت اختلاف پتانسیل خازن از طریق مدار بین صفحات خازن جابجا می‌شوند. این جریان تا وقتی که ولتاژ خازن (V_c) برابر با ولتاژ باتری (V_o) گردد برقرار است.

بنابراین با بستن کلید k اختلاف پتانسیل دو سر خازن پس از مدتی از صفر به مقدار ماکزیمم V_o می‌رسد. یعنی اگر ضمن باردار شدن ولتاژ خازن لحظه به لحظه اندازه‌گیری شود، مشاهده می‌گردد که ولتاژ به تدریج زیاد می‌شود؛ این در حالی است که شدت جریان کاهش می‌یابد.

زیاد شدن تدریجی ولتاژ حین شارژ از رابطه (1) پیروی می‌کند.

$$V_c = V_o (1 - e^{-\frac{t}{Rc}}) \quad (1)$$

در این رابطه C ظرفیت خازن و R مقاومت مدار است. بنا به تعریف زمان لازم برای رسیدن ولتاژ دو سر خازن به 0.63 ولتاژ اعمال شده (یعنی $V_o[1-e]$) را ثابت زمانی گفته و با τ نمایش می‌دهند. همانطور که از رابطه (1) مشخص است، مقدار τ برابر حاصل ضرب $\tau = RC$ است. چنانچه بعد از پر شدن کامل خازن باتری را از مدار حذف کنیم، با بستن کلید k بار خازن به تدریج تخلیه می‌شود. تغییرات ولتاژ دوسر خازن از رابطه (2) تبعیت می‌کند.



$$V_c = V_o e^{\frac{-t}{RC}} \quad (2)$$

همانطور که از رابطه (2) مشخص است با گذشت یک ثابت زمانی $(\tau = RC)$ ، ولتاژ دو سر خازن به 0.37 ولتاژ اولیه کاهش می‌یابد. $(e \approx 2.72)$

اجرای آزمایش :

توجه: در شارژ خازن حتما به سر منفی-مثبت خازن توجه شود و سر منفی آن را به قطب منفی منبع تغذیه متصل کنید.

شارژ خازن :

(1) ابتدا خازن $1000\mu F$ را کاملا تخلیه می‌کنیم.

(2) مدار را مطابق شکل مقابل می‌بندیم.

(3) کلید k را بسته و همزمان با بستن آن

کرونومتر را به کار می‌اندازیم. سپس هر

5 ثانیه به 5 ثانیه ولتاژ خازن را از روی

ولت‌متر خوانده تا مقدار آن به بیش از 9

ولت برسد. مقادیر خوانده شده در بخش

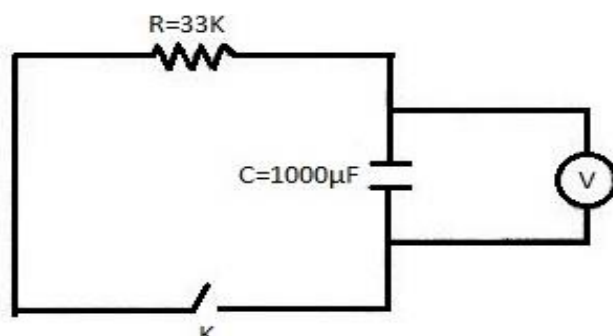
داده‌ها آمده است. آنها را در جدولی مانند جدول زیر یادداشت کنید.

$T(s)$	
V_c	

- (4) با استفاده از جدول، منحنی شارژ خازن را روی کاغذ میلیمتری رسم کنید.
- (5) با استفاده از نمودار رسم شده و رابطه (1) ثابت زمانی را به دست آورید و از روی آن ظرفیت خازن را محاسبه کنید.

دشارژ خازن :

- (1) ابتدا خازن را به میزان 10 ولت شارژ کرده و آن را در مداری مطابق شکل زیر قرار می دهیم.



کلید k را بسته و همزمان کرومومتر را به کار می اندازیم. سپس هر 5 ثانیه به 5 ثانیه ولتاژ خازن را از روی ولتمتر خوانده تا ولتاژ به زیر 1 ولت برسد. مقادیر خوانده شده در بخش داده ها آمده است. آنها را در جدولی مانند جدول زیر یادداشت کنید.

T(s)	
V_c	

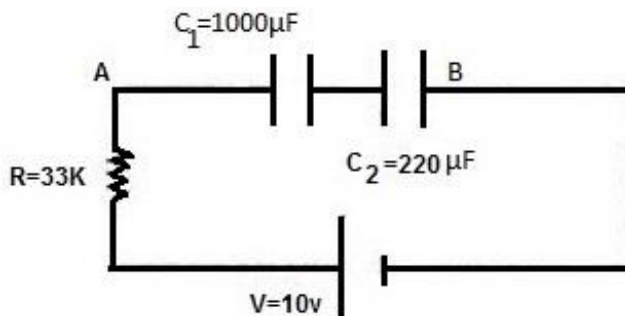
- (2) با استفاده از جدول، منحنی دشارژ خازن را روی کاغذ میلیمتری رسم کنید.
- (3) با استفاده از نمودار رسم شده و رابطه (2) ثابت زمانی را به دست آورید و از روی آن ظرفیت خازن را محاسبه کنید.

ب) اتصال سری و موازی خازن ها :

همانطور که می دانید ظرفیت معادل دو خازن که به طور سری به هم وصل شده اند از رابطه $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ ، و ظرفیت معادل دو خازن موازی از رابطه $C = C_1 + C_2$ بدست می آید.

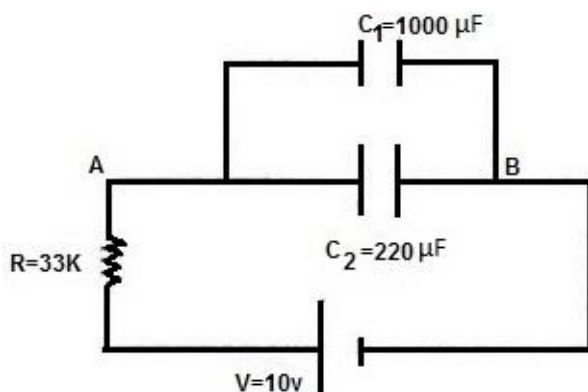
✓ خازن‌های سری :

برای تحقیق رابطه $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ ، مداری مطابق شکل زیر بسته و شروع به شارژ کردن خازن‌ها می‌کنیم. ولتاژ بین دو نقطه A و B را هر 2 ثانیه اندازه‌گیری می‌کنیم که مقادیر آن در بخش دیتاها آمده است. این داده‌ها را در گزارش کار خود وارد کرده و با استفاده از آن نمودار ولتاژ برحسب زمان را روی کاغذ میلیمتری رسم نمائید. از روی نمودار بدست آمده و رابطه (1) ثابت زمانی را محاسبه کرده و مقدار ظرفیت C را از رابطه $\tau = RC$ تعیین کنید. این مقدار را با مقداری که از رابطه $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ محاسبه می‌شود مقایسه کنید.



✓ خازن‌های موازی :

برای تحقیق رابطه $C = C_1 + C_2$ ، مداری مطابق شکل زیر بسته و شروع به شارژ کردن خازن‌ها می‌کنیم. ولتاژ بین دو نقطه A و B را هر 5 ثانیه اندازه‌گیری می‌کنیم که



مقادیر آن در بخش دیتاها آمده است. این داده‌ها را در گزارش کار خود وارد کرده و با استفاده از آن نمودار ولتاژ برحسب زمان را روی کاغذ میلیمتری رسم نمائید. از روی نمودار بدست آمده و رابطه (1) ثابت زمانی را محاسبه کرده و مقدار ظرفیت C را از رابطه $\tau = RC$ بدست آورید. این مقدار را با مقداری که از رابطه $C = C_1 + C_2$ محاسبه می‌شود، مقایسه کنید.