

به نام خدا

آزمایشگاه مجازی فیزیک ۲

مدرس: فاطمه صداقت
(@physics2_lab)

جلسه پنجم - آزمایش خازن ۲





آزمایش 6: خازن 2

هدف آزمایش: 1- بررسی پلاریته خازنها

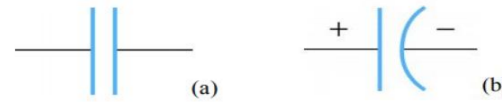
2- بررسی اثر خازن در مدار DC و رسم منحنی شارژ و دشارژ آن

3- اندازه گیری مقاومت درونی ولت متر

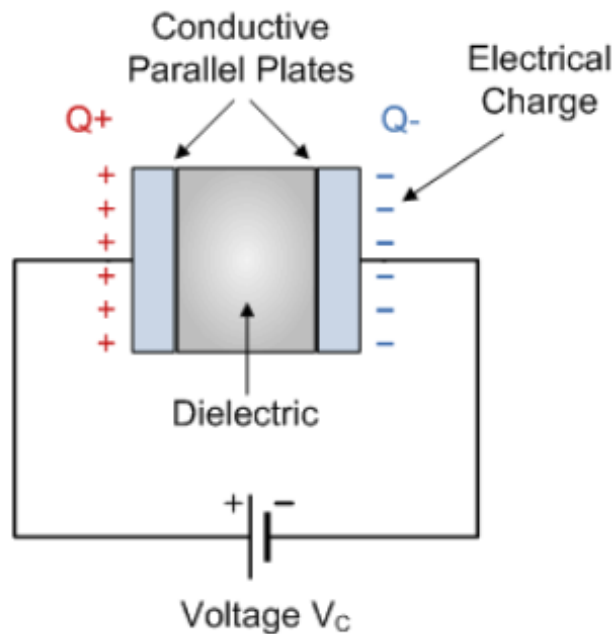
وسایل آزمایش: دو عدد خازن (با ظرفیت های مختلف)، منبع تغذیه DC، آوومتر (مولتی متر)، کلید چاقوئی (دو طرفه) و سیم های رابط

خازن یک المان الکتریکی است، که می‌تواند انرژی الکتریکی را توسط میدان الکترواستاتیکی در خود ذخیره کند. در استفاده از خازن دو پارامتر مهم وجود دارد؛ ظرفیت خازن و حداکثر ولتاژی که خازن می‌تواند تحمل کند.

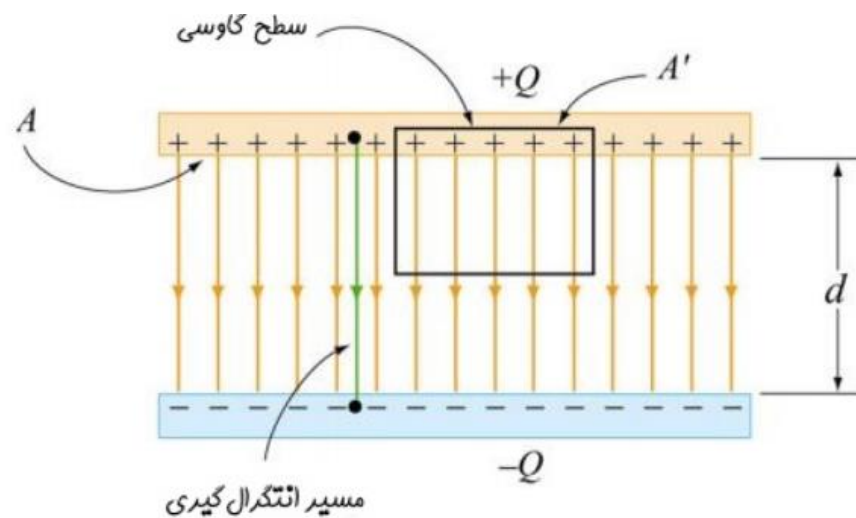
$$C = \frac{Q}{V}$$



هر خازن دارای دو بخش اصلی است: صفحات رسانا و عایق میان آن‌ها (دی الکتریک).

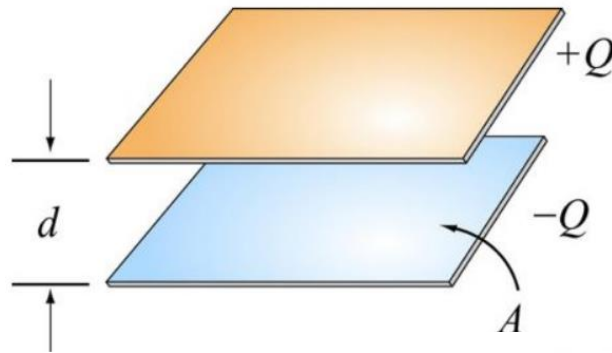


ظرفیت هر خازن به جنس خازن، فاصله بین صفحات و مساحت صفحات بستگی دارد.

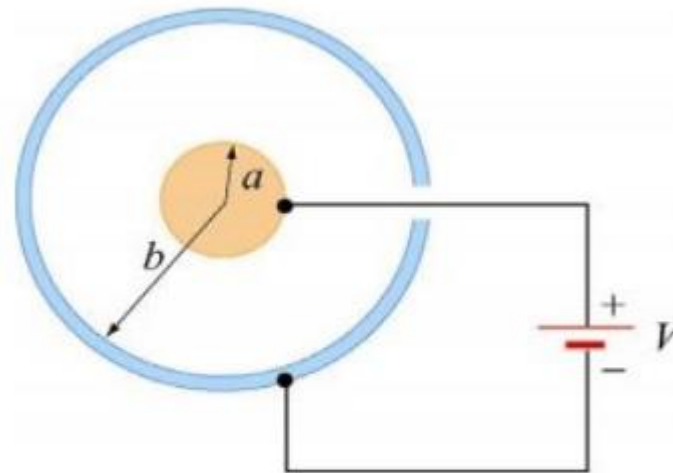
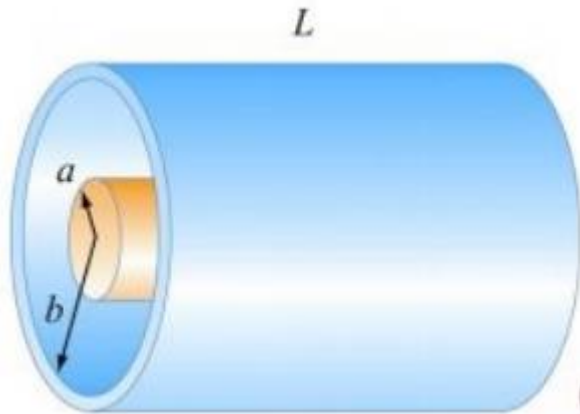


□ ظرفیت هر خازن به جنس خازن، فاصله بین صفحات و مساحت صفحات بستگی دارد.

$$C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$$



سوال: آیا برای بار ذخیره شده بر روی خازن محدودیتی وجود دارد؟

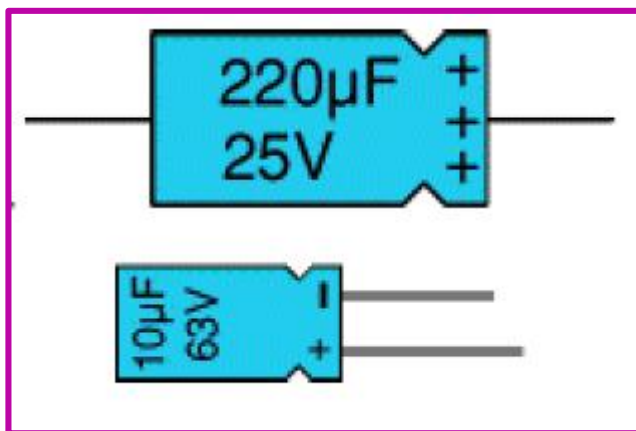


انواع خازن از نظر پلاریته:

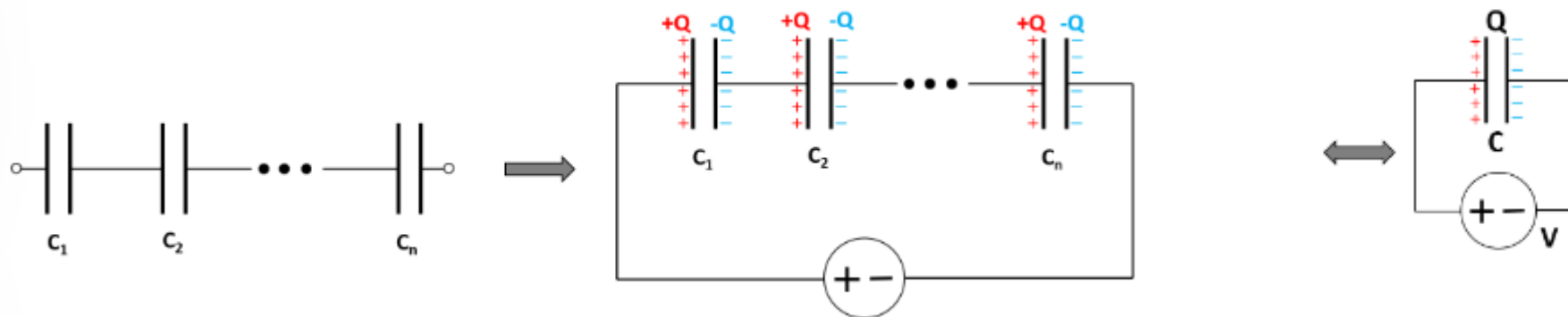
خازن‌ها از نظر پلاریته (قطبش) به دو دسته تقسیم می‌شوند:

خازن با پلاریته نامشخص: قطب‌های این خازن‌ها دارای بار مشخصی نیستند و بسته به قطبی از منبع تغذیه که به آن وصل می‌شوند، بار مثبت یا منفی می‌گیرند.

خازن با پلاریته مشخص: این خازن‌ها دارای الکترولیتی شیمیایی هستند و در هنگام استفاده از این خازن‌ها در مدار باید به پلاریته توجه کرد.



روابط حاکم بر خازن‌های سری:



$$Q_1 = Q_2 = \dots = Q_T = Q$$

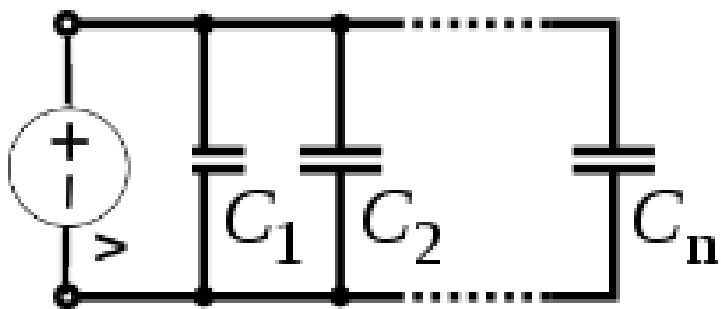
$$V_1 + V_2 = \dots = V_T$$



$$\frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} + \dots = \frac{Q}{C_T}$$

$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots = \frac{1}{C_T}$$

روابط حاکم بر خازن‌های موازی:



$$V_1 = V_2 = \dots V_n = V_T$$

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q_T$$



$$C_1 V_1 + C_2 V_2 + \dots + C_n V_n = C_T V_T$$

$$C_1 + C_2 + \dots + C_n = C_T$$

تئوری آزمایش (روابط مربوط به شارژ):

در ابتدا کلید S را در حالت a قرار می‌دهیم. بنابراین جریان در مدار برقرار می‌شود و خازن شارژ می‌شود.

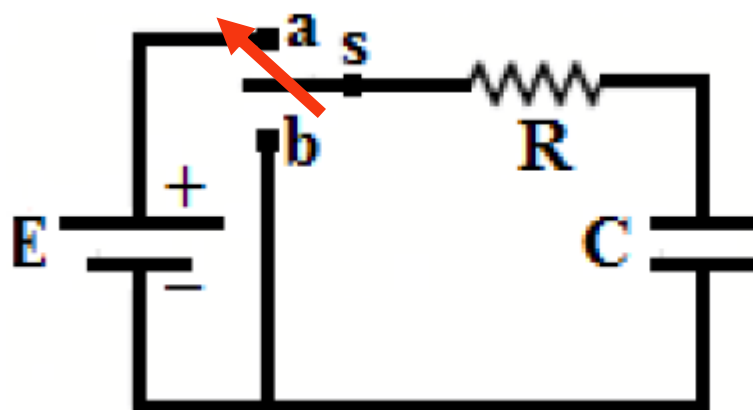
هدف: به دست آوردن روابط مربوط به بار، پتانسیل و جریان خازن بر حسب زمان

$$\varepsilon - V_R - V_C = 0$$

$$\varepsilon - \frac{dq}{dt} R - \frac{q}{c} = 0 \Rightarrow \frac{dq}{dt} + \frac{q}{cR} = \frac{\varepsilon}{R}$$

با فرض اینکه خازن در ابتدا بدون بار است.

$$q = A + B e^{-\frac{t}{RC}}$$



$$q_0 = 0$$

$$q_{\infty} = C\varepsilon$$

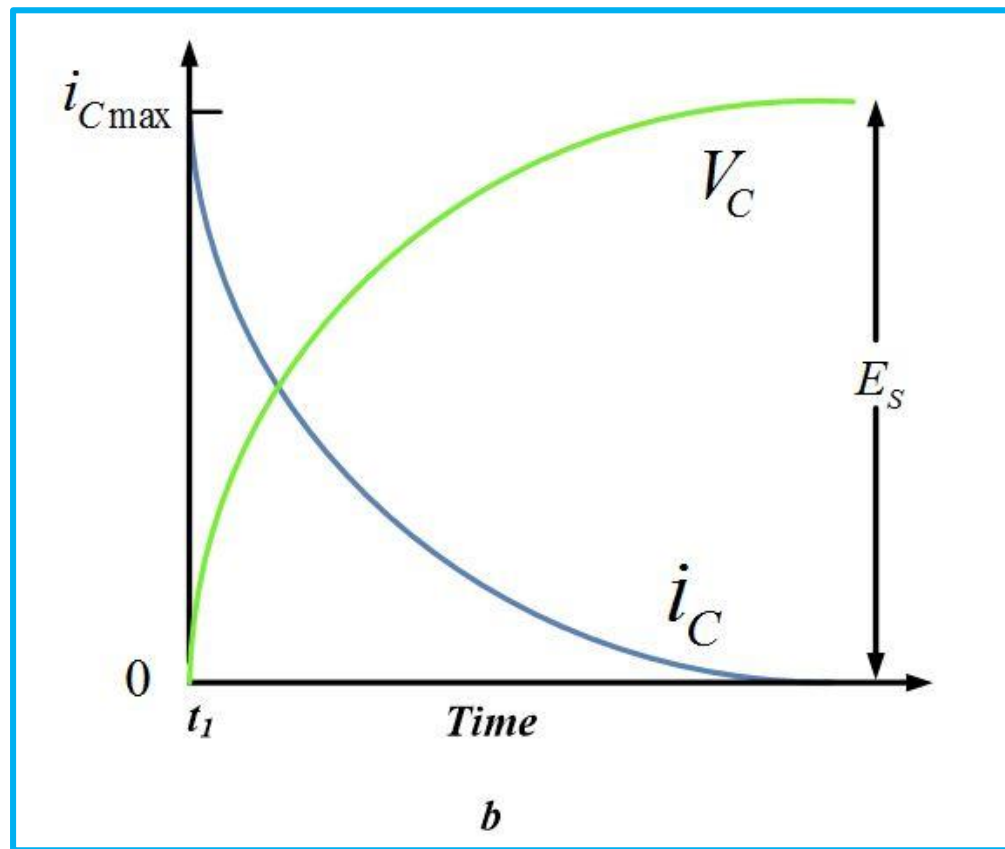
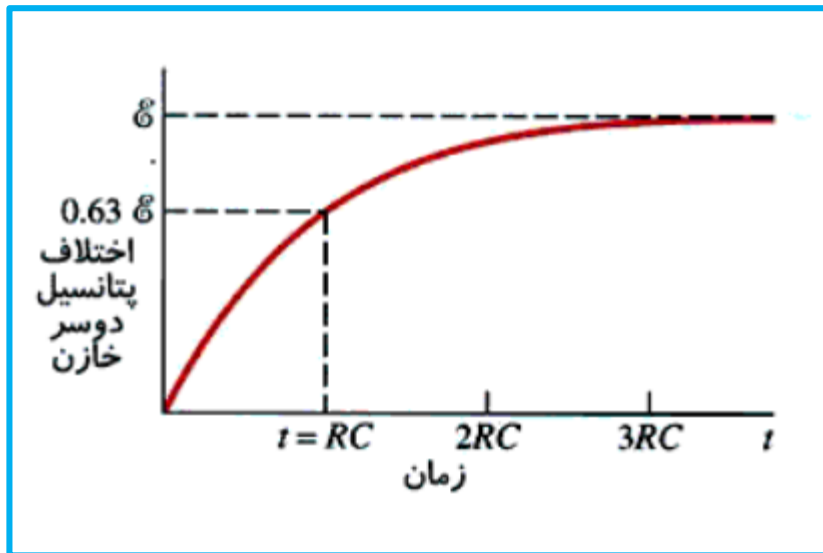
$$q_c(t) = C\varepsilon(1 - e^{-t/RC}) = q_0(1 - e^{-t/RC})$$

$$V_C(t) = \varepsilon(1 - e^{-t/RC})$$

$$I(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC}$$

تئوری آزمایش (روابط مربوط به شارژ):

$$V_C(t) = \varepsilon(1 - e^{-t/RC})$$

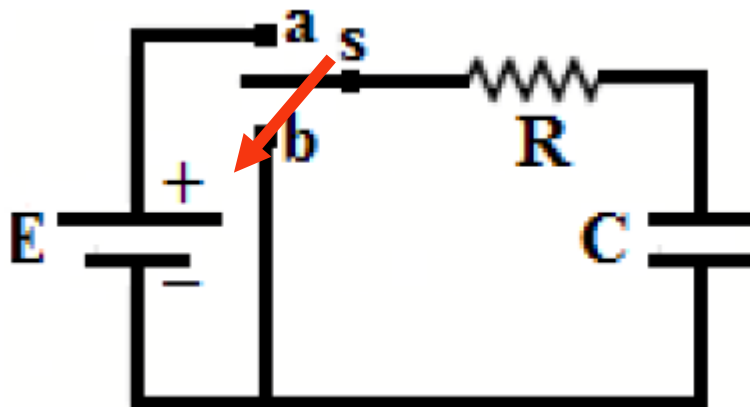


$$V_C(t = RC = \tau) = \varepsilon(1 - e^{-1}) = 0.63\varepsilon$$

ثابت زمانی شارژ (τ):

مدت زمانی که طول می کشد تا ولتاژ خازن در مدار شارژ به ۶۳ درصد ولتاژ منبع تغذیه برسد.

تئوری آزمایش (روابط مربوط به دشارژ):



پس از اینکه خازن شارژ شد، اختلاف پتانسیل دو سر خازن با اختلاف پتانسیل منبع برابر می‌شود؛ بنابراین خازن برای دشارژ شدن باید از منبع تغذیه جدا شود. پس کلید s را در حالت b قرار می‌دهیم.

$$V_R + V_C = 0 \Rightarrow \frac{dq}{dt} R + \frac{q}{c} = 0 \quad \Rightarrow \quad q = A e^{-t/RC}$$

$$q_0 = C\varepsilon$$

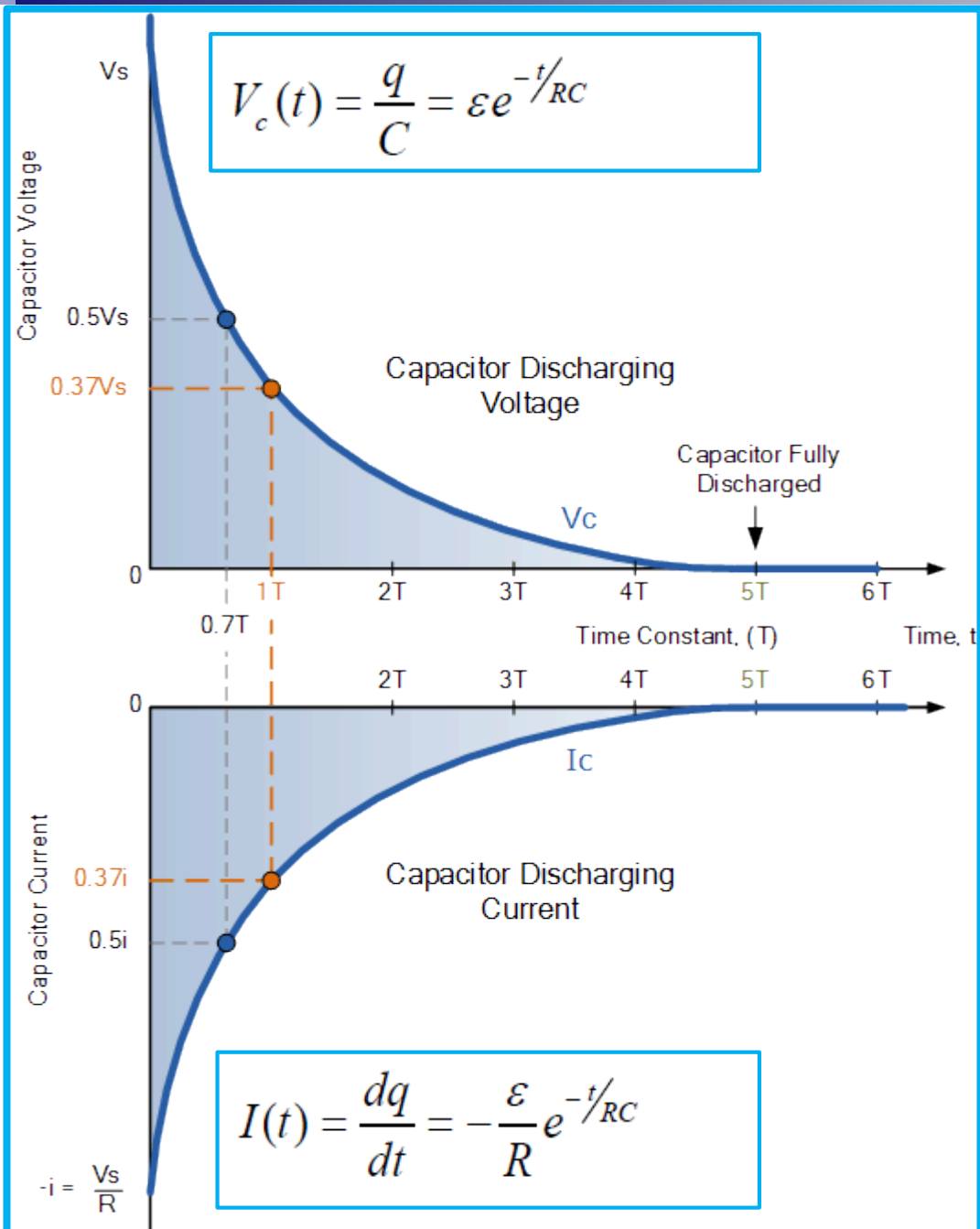
$$q_\infty = 0$$

$$q_c(t) = C\varepsilon e^{-t/RC} = q_0 e^{-t/RC}$$

$$V_c(t) = \frac{q}{C} = \varepsilon e^{-t/RC}$$

$$I(t) = \frac{dq}{dt} = -\frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC}$$

تئوری آزمایش (روابط مربوط به دشارژ):



ثابت زمانی دشارژ (τ):

مدت زمانی که طول می کشد تا ولتاژ خازن در مدار دشارژ به ۳۷ درصد ولتاژ اولیه تغذیه برسد.

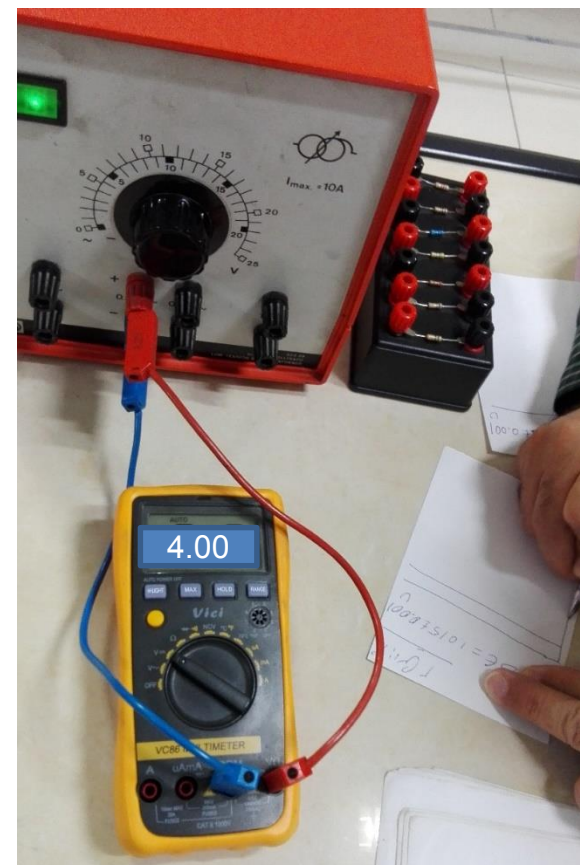
$$V_C(t = RC = \tau) = \varepsilon(e^{-1}) = 0.37\varepsilon$$

شرح آزمایش (بخش اول - بررسی پلاریته خازن):

۲- خازنی که در اختیار دارید را توسط سیم رابط به طور کامل تخلیه نمایید و سپس دو سر خازن را به دو سر منبع تغذیه وصل کنید.

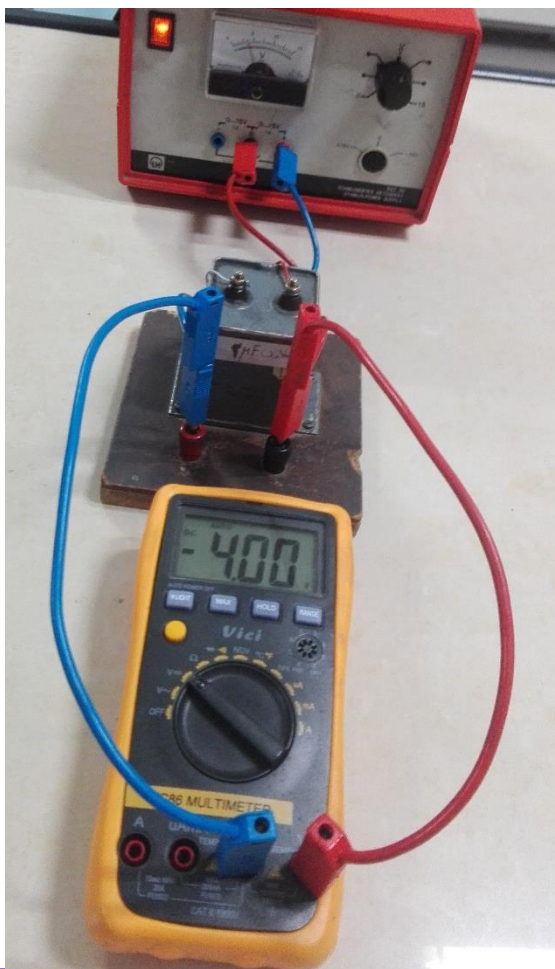


۱- ولتاژ منبع تغذیه را با استفاده از ولت متر روی ۴ ولت تنظیم کنید.

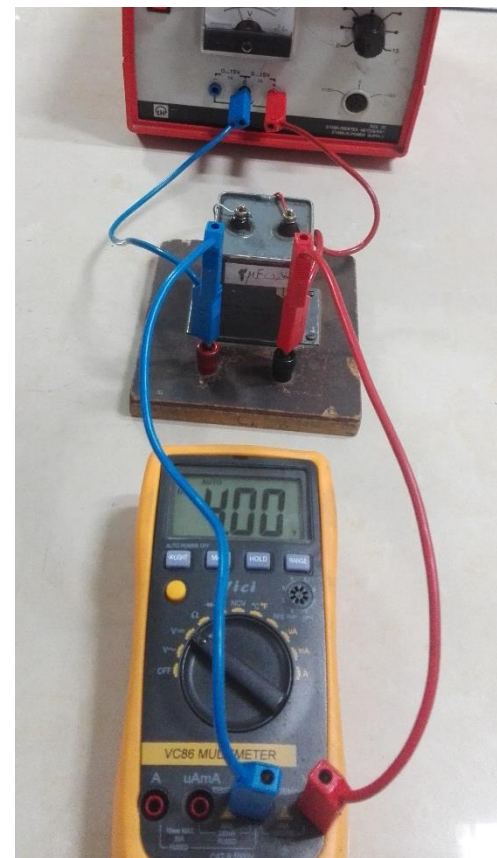


شرح آزمایش (بخش اول - بررسی پلاریته خازن):

۳- در مرحله آخر قطب‌های غیر همنام خازن و ولتمتر را به هم وصل کنید.

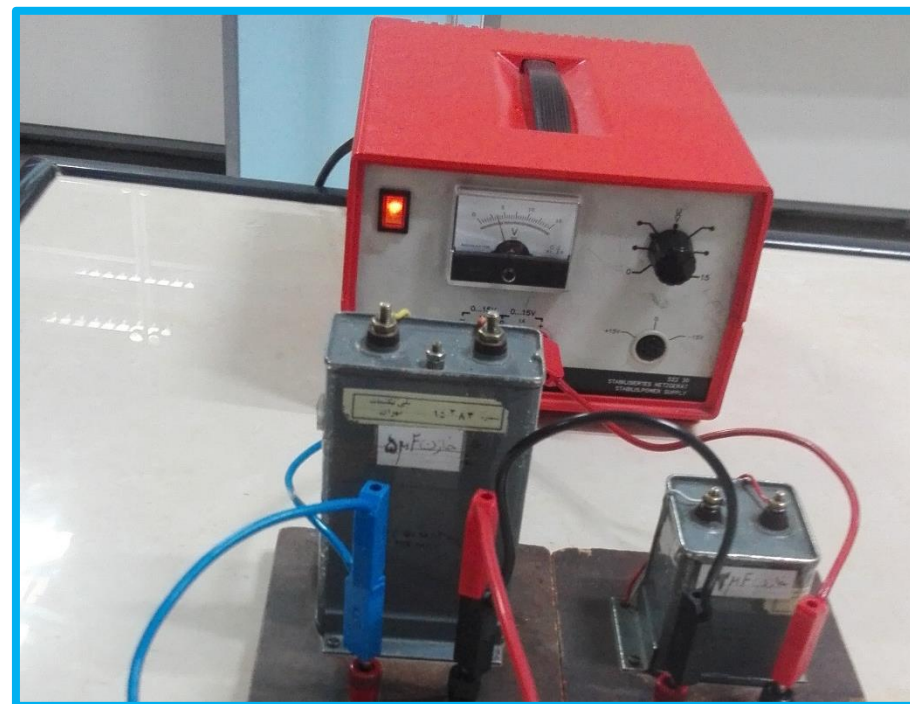
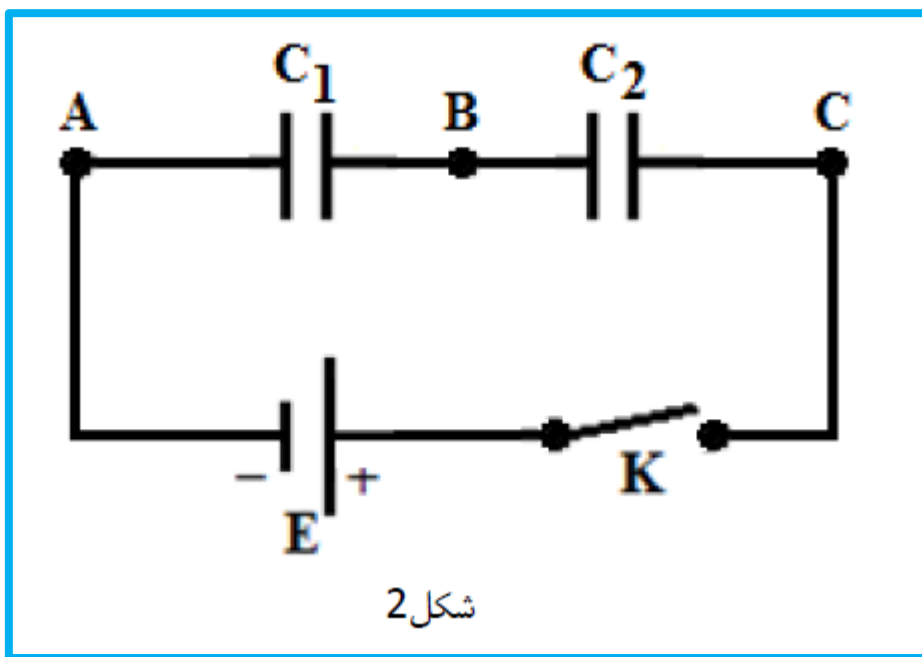


۲- حال ولتمتر را به خازن وصل کنید.
قطب مثبت به مثبت و قطب منفی به منفی.

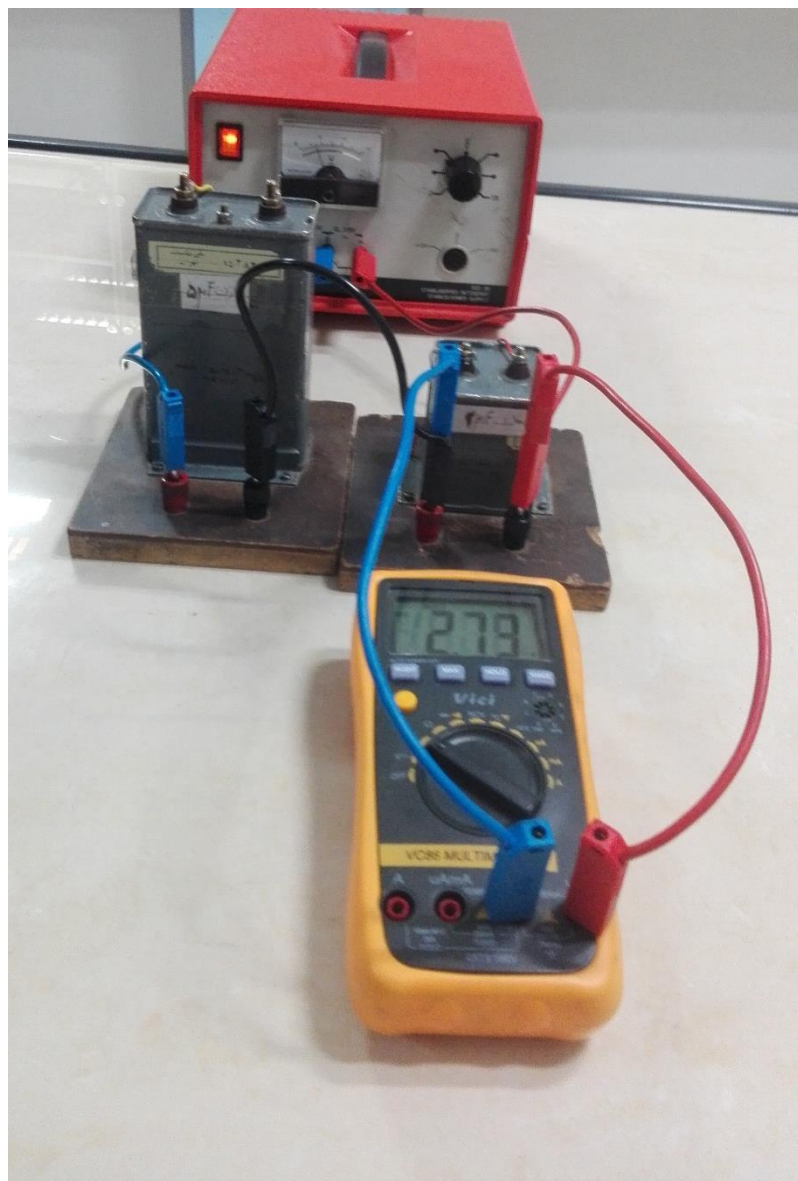
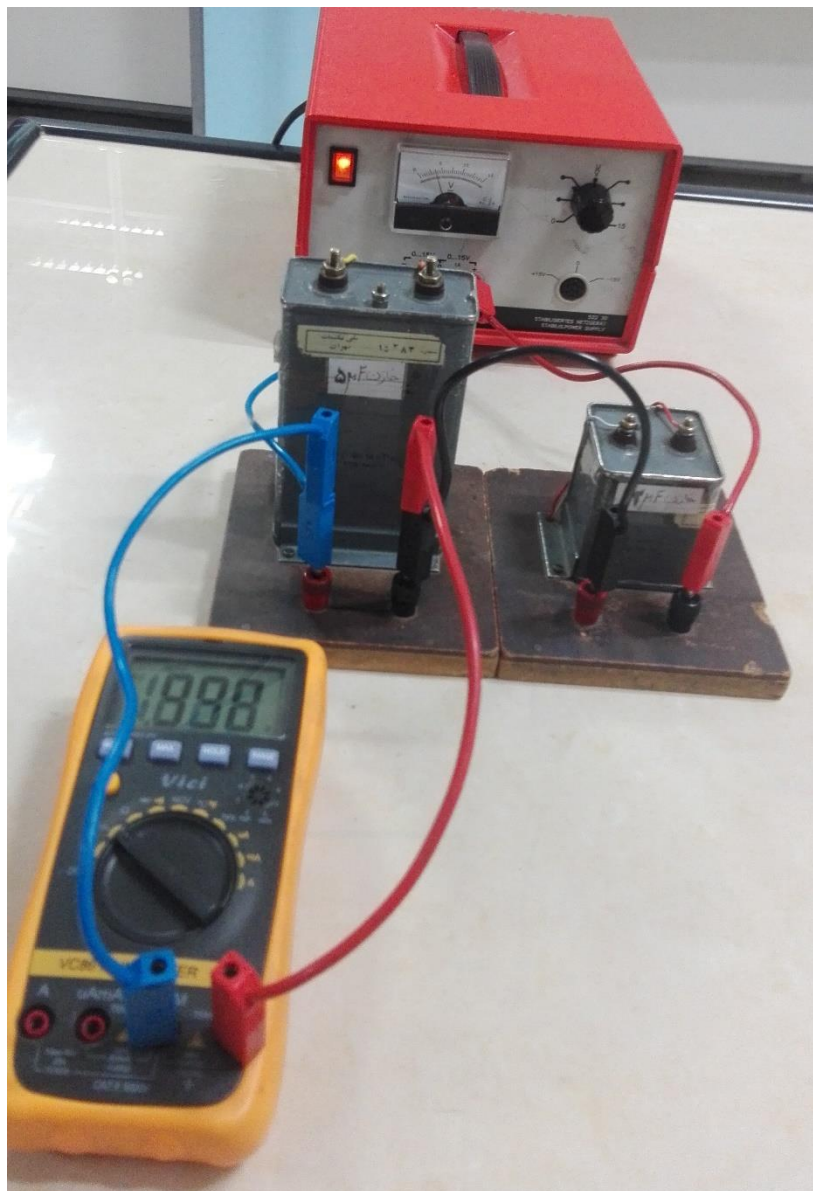


شرح آزمایش (بخش دوم - بررسی ولتاژ در خازن‌های سری):

۳- مطابق شکل ۲ خازن‌ها را به صورت سری به منبع تغذیه با ولتاژ ۴ ولت وصل کنید.



شرح آزمایش (بخش دوم - بررسی ولتاژ در خازن های سری):



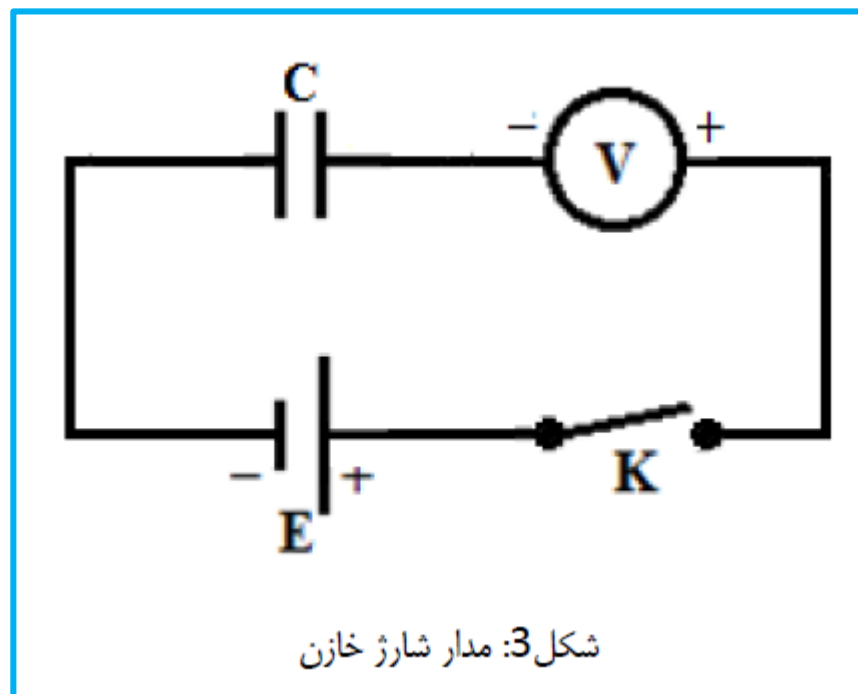
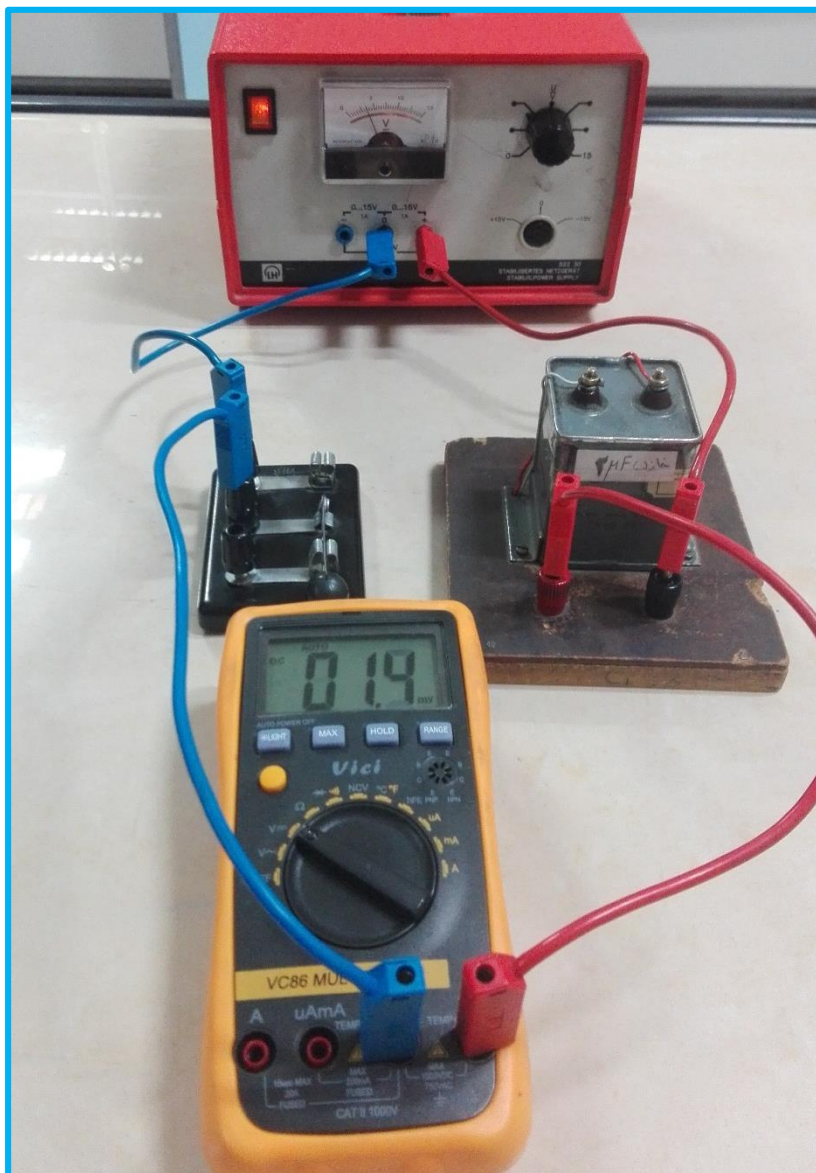
۴- ولتاژ دو سر هر کدام از خازن ها را اندازه گیری کنید و ارتباط آن ها را بررسی کنید.

شرح آزمایش (بخش سوم - شارژ):

۱- منبع تغذیه را بر روی ۴ ولت تنظیم کنید.

۲- خازن را از طریق اتصال سیم رابط تخلیه کنید.

۳- مولتی متر را در حالت ولتاژ مستقیم قرار داده و مدار شکل ۳ را ببندید.





شرح آزمایش (بخش سوم - شارژ):

۴- در زمان $t = 0$ کلید را می‌زنیم
و هر ۵ ثانیه عدد ولت‌متر را قرائت می‌کنیم.
این عدد با ولتاژ دو سر خازن چه ارتباطی دارد؟

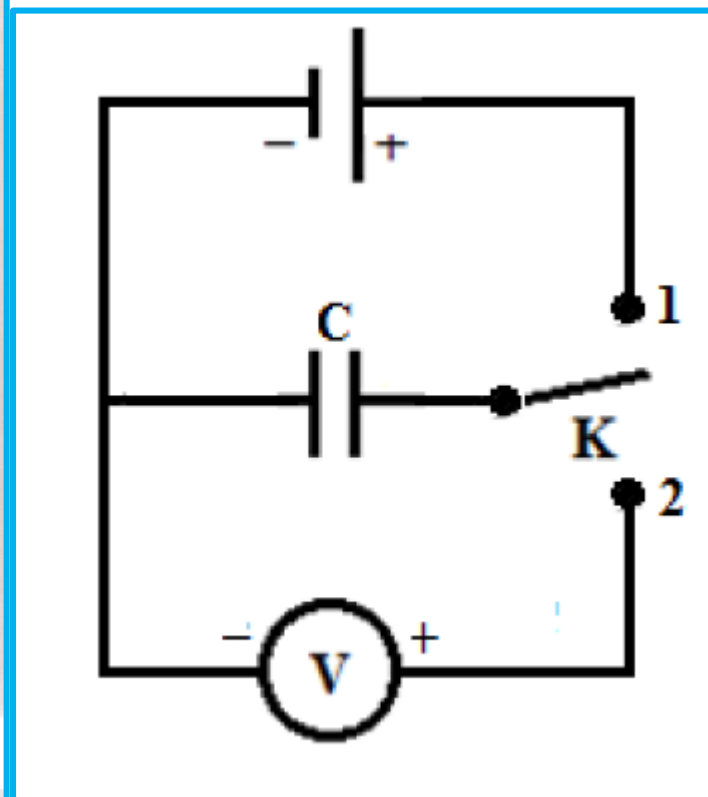
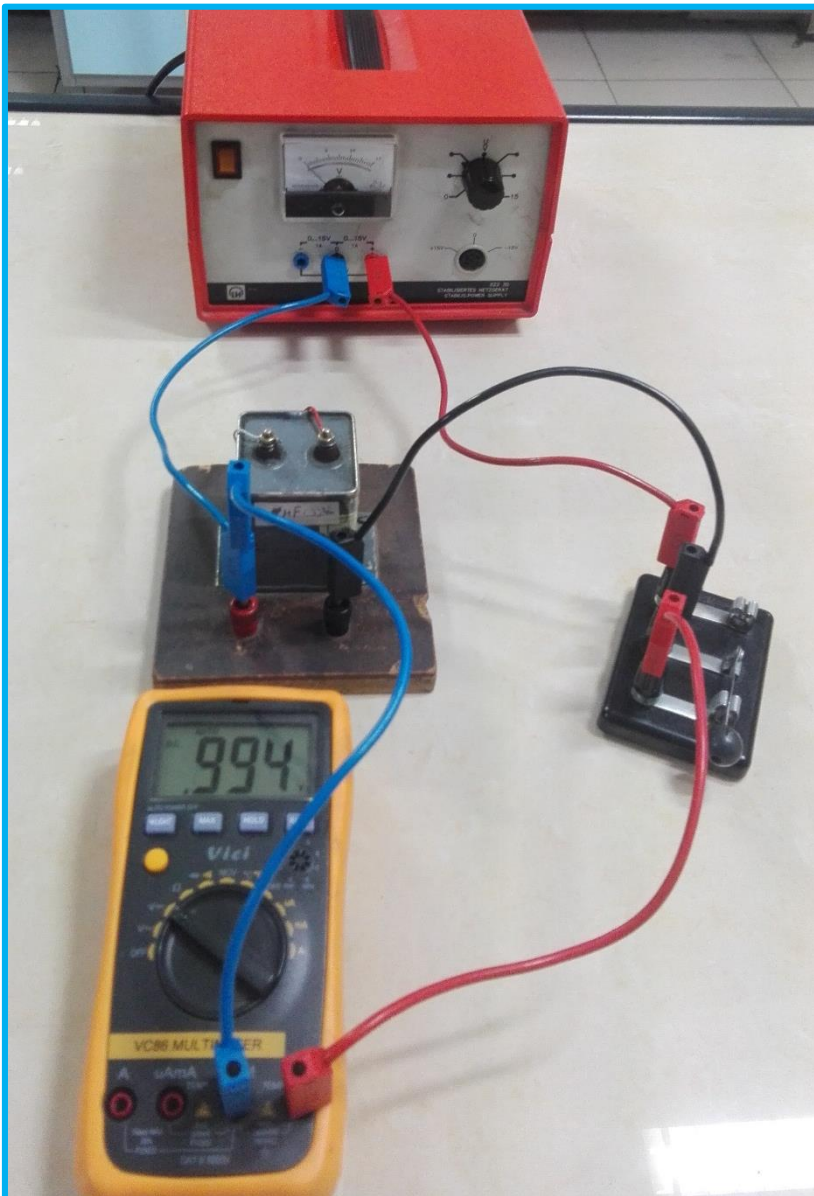
۵- نمودارهای مربوطه را برای خازن‌های ۱ و ۲
رسم می‌کنیم.

$$\epsilon \pm \Delta \epsilon = 4.00 \pm 0.01 (V)$$

$t(s)$	$V_v(V)$	$V_{C1} = \epsilon - V_v$	$V_v(V)$	$V_{C2} = \epsilon - V_v$
0	4.00		4.00	
5	3.02		3.64	
10	2.28		3.29	
15	1.53		2.99	
20	1.29		2.69	
25	1.03		2.43	
30	0.80		2.18	
35	0.65		1.97	
40	0.53		1.76	
45	0.43		1.61	
50	0.37		1.48	
55	0.31		1.35	
60	0.27		1.23	
65	0.23		1.13	
70	0.20		1.03	

شرح آزمایش (بخش چهارم - دشارژ):

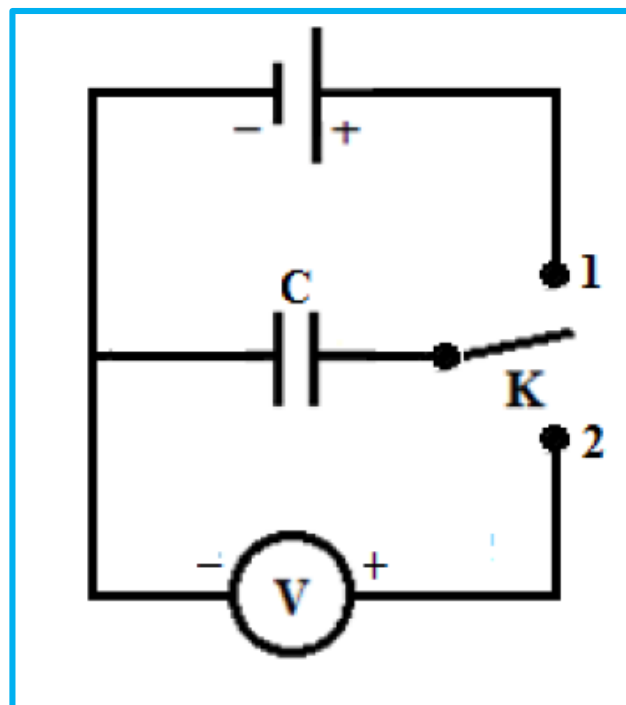
- ۱- منبع تغذیه را بر روی ۴ ولت تنظیم کنید.
- ۲- مدار شکل ۴ را با استفاده از کلید چاقویی ببندید.
- ۳- ابتدا کلید را در حالت ۱ قرار دهید تا خازن شارژ شود.



شرح آزمایش (بخش چهارم - دشارژ):

۴- کلید را در حالت ۲ قرار دهید و عدد ولت متر را هر ۵ ثانیه یادداشت کنید.

۵- با توجه به داده‌ها نمودارهای مربوطه را رسم کنید.



$t(s)$	$V_{C1} = V_V (V)$	$V_{C2} = V_V (V)$
0	4.00	4.00
5	3.02	3.41
10	2.25	2.96
15	1.65	2.58
20	1.26	2.26
25	0.99	1.98
30	0.77	1.76
35	0.59	1.58
40	0.47	1.44
45	0.38	1.30
50	0.31	1.19
55	0.25	1.09
60	0.21	1.00
65	0.18	0.92
70	—	0.84

با تشکر از
توجه شما

