

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- اندازه‌گیری مقاومت درونی ولت متر

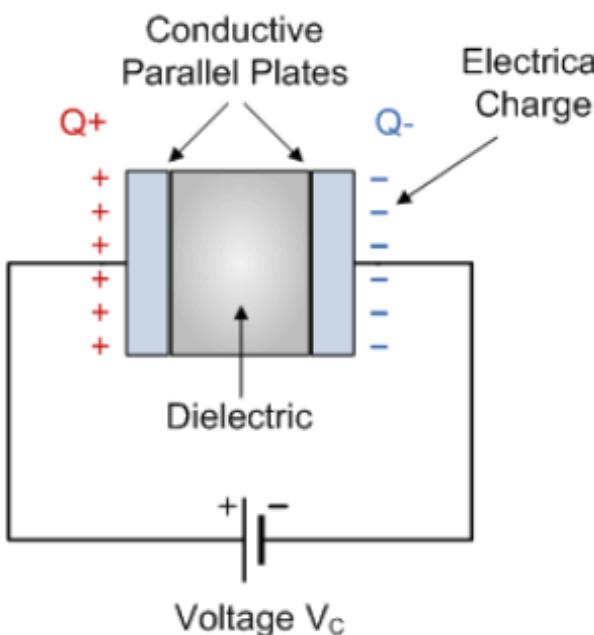
وسایل آزمایش: دو عدد خازن (با ظرفیت‌های مختلف)، منبع تغذیه DC، آومتر(مولتی متر)، کلید چاقوئی(دو طرفه) و سیم‌های رابط

◻ 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.

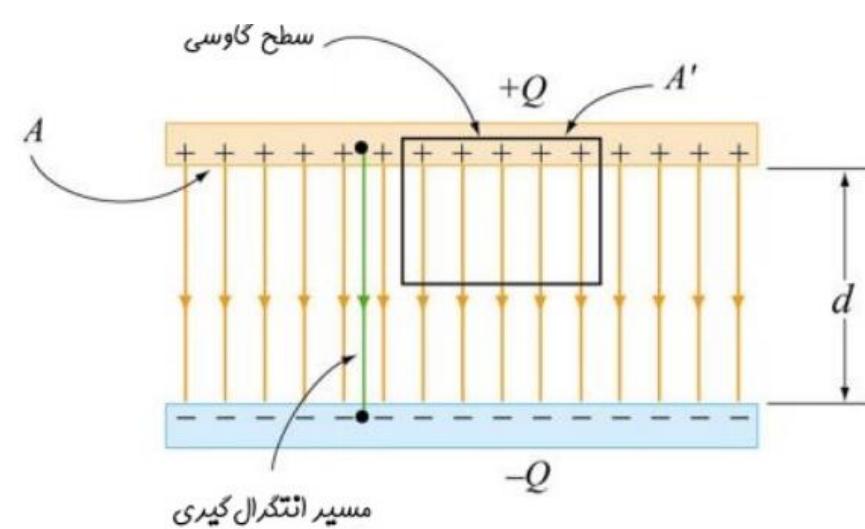
$$C = \frac{Q}{V}$$



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

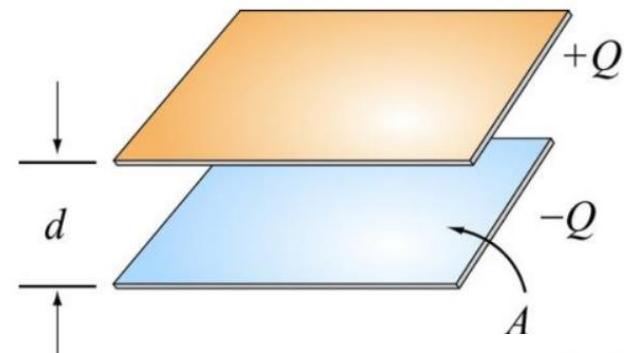


◻ ظرفیت هر خازن به جنس خازن، فاصله بین صفحات و مساحت صفحات بستگی دارد.

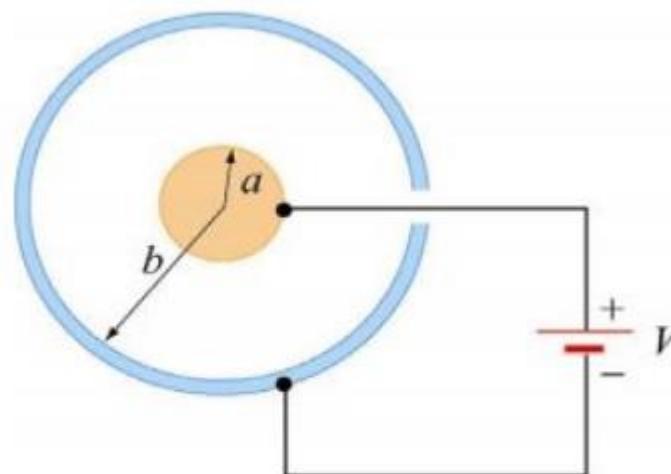
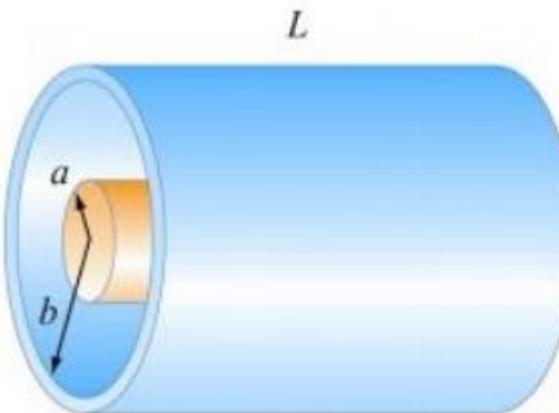


☐ ظرفیت هر خازن به جنس خازن، فاصله بین صفحات و مساحت صفحات بستگی دارد.

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



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

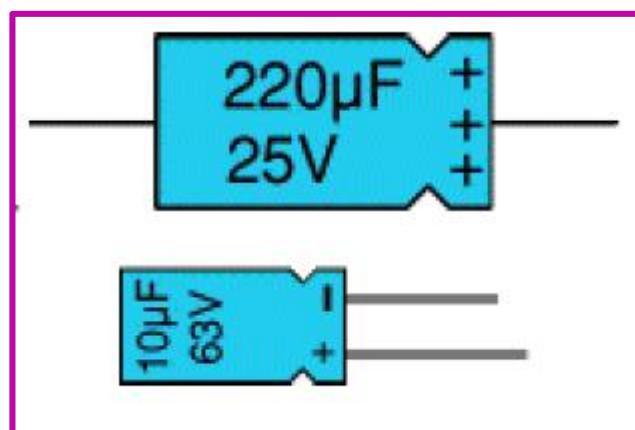


انواع خازن از نظر پلاریته:

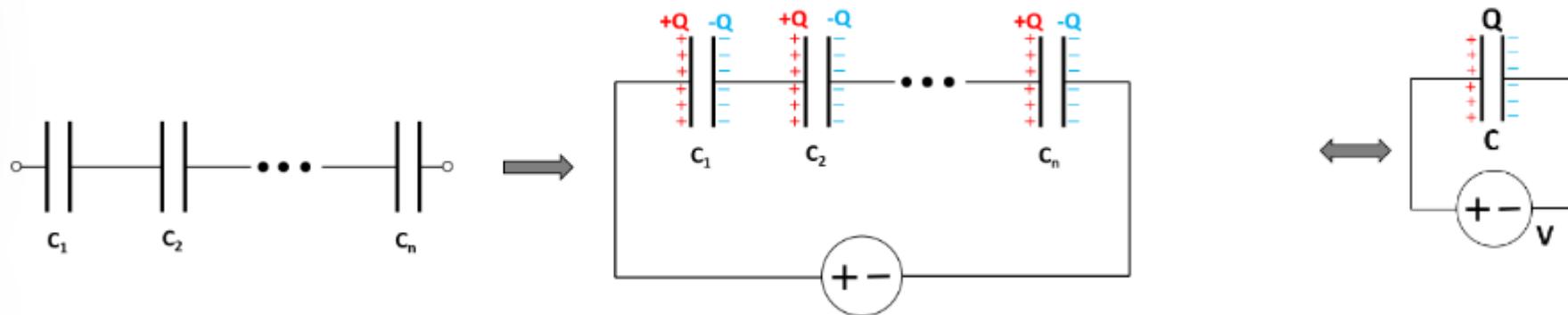
خازن‌ها از نظر پلاریته (قطبیش) به دو دسته تقسیم می‌شوند:

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 الکتروولیتی شیمیایی هستند و در هنگام استفاده از این خازن‌ها در مدار باید به پلاریته توجه کرد.



روابط حاکم بر خازن‌های سری:



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

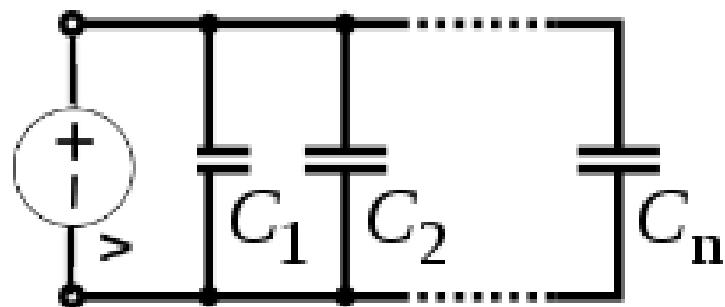
$$V_1 + V_2 + \dots + V_T = V$$



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

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

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 a حالت قرار می‌دهیم. بنابراین جریان در مدار برقرار می‌شود و خازن شارژ می‌شود.

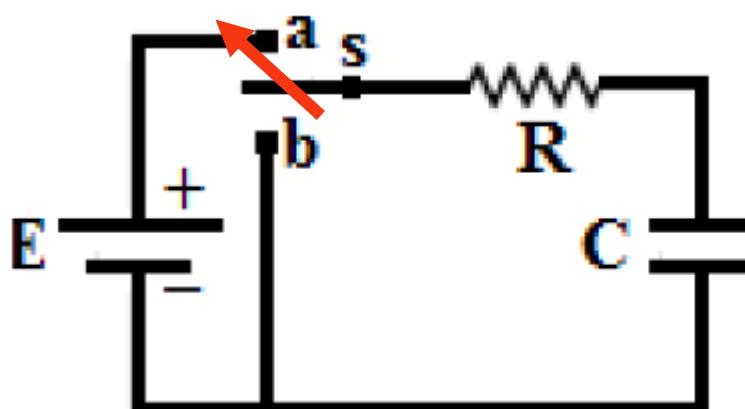
هدف: به دست آوردن روابط مربوط به بار، پتانسیل و جریان خازن بر حسب زمان

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

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

با فرض اینکه خازن در ابتدا بدون بار است.

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



\downarrow

$$q_0 = 0$$

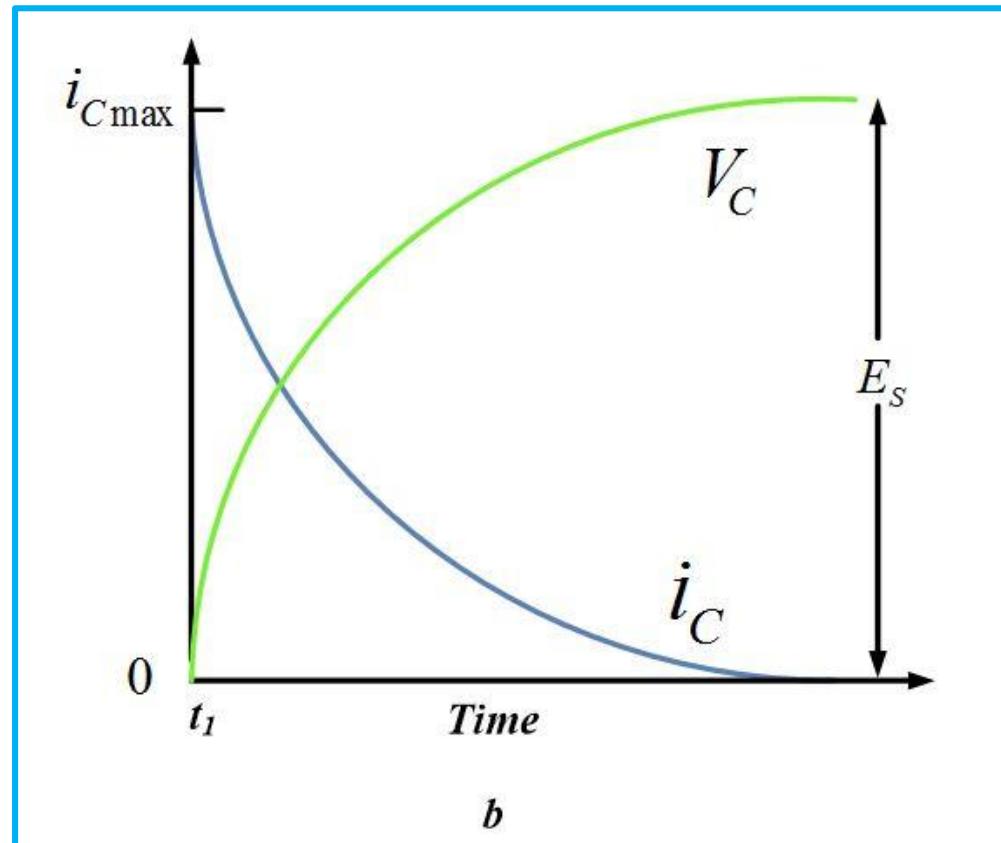
$$q_\infty = C\varepsilon$$

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

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

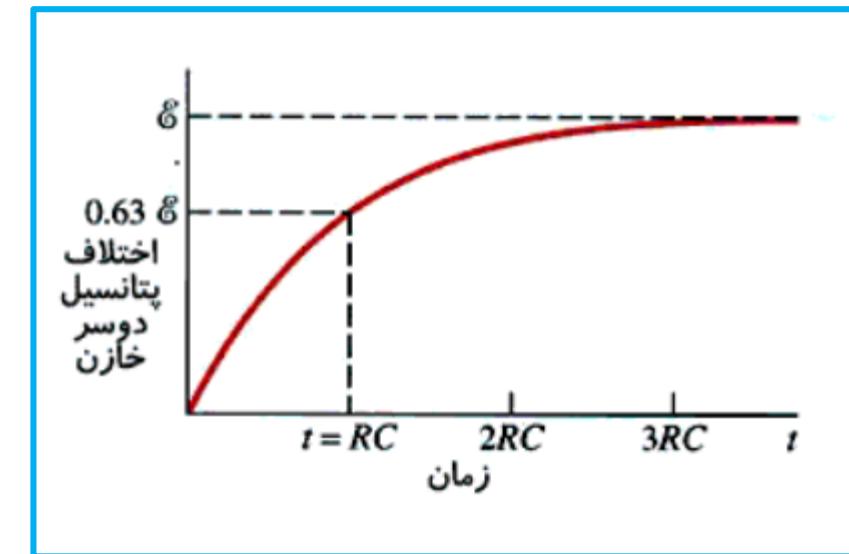
$$I(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{\varepsilon}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

تئوری آزمایش (روابط مربوط به شارژ):



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

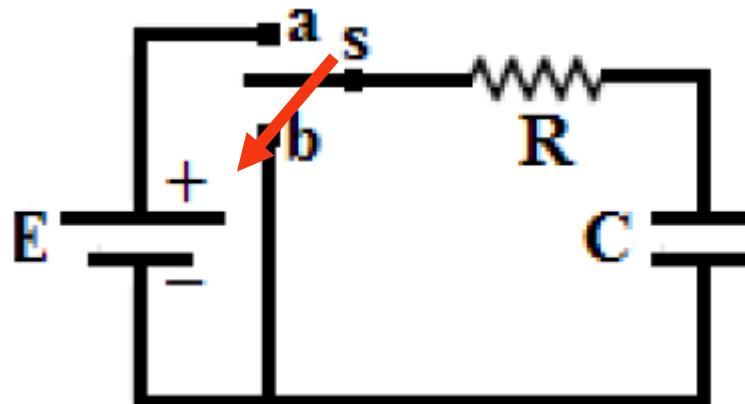
$$V_C(t) = \varepsilon(1 - e^{-t/RC})$$



ثابت زمانی شارژ (τ):

مدت زمانی که طول می‌کشد 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.

$$V_R + V_C = 0 \Rightarrow \frac{dq}{dt}R + \frac{q}{C} = 0 \quad \longrightarrow \quad q = Ae^{-t/RC}$$

$$q_0 = C\varepsilon \\ q_\infty = 0$$

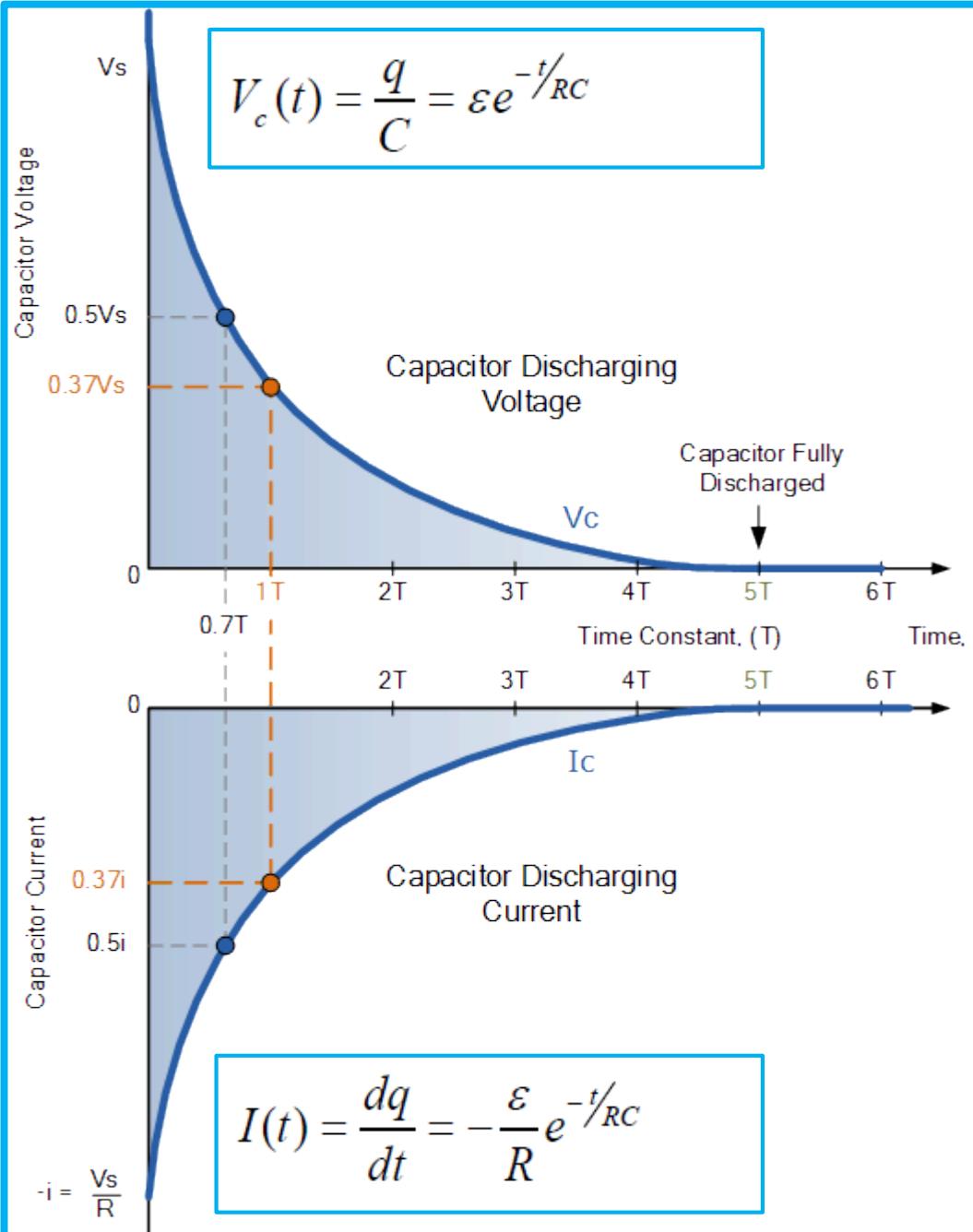


$$q_c(t) = C\varepsilon e^{-t/RC} = q_0 e^{-t/RC}$$

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

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

تئوری آزمایش (روابط مربوط به دشارژ):



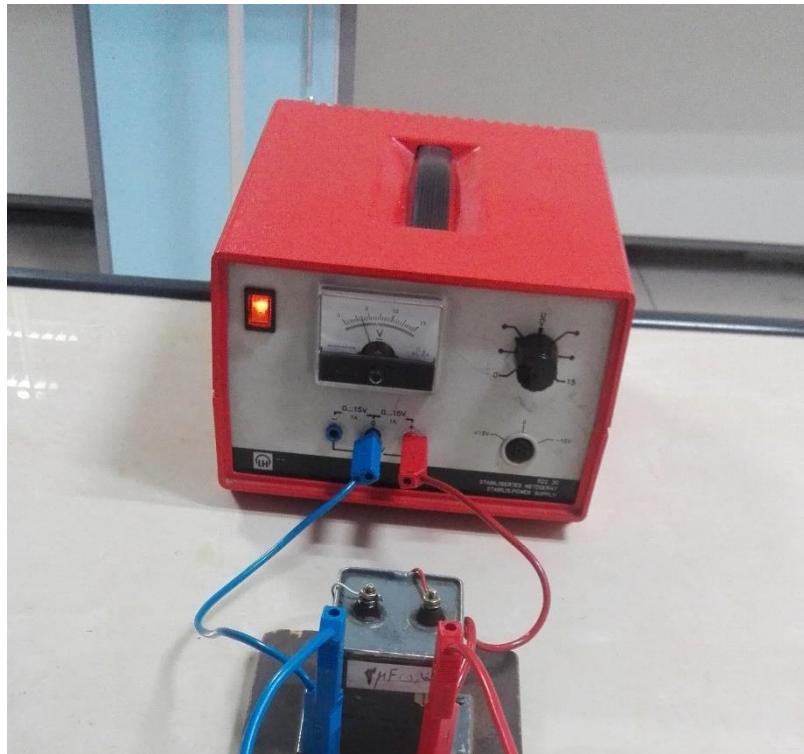
ثابت زمانی دشارژ (τ):

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

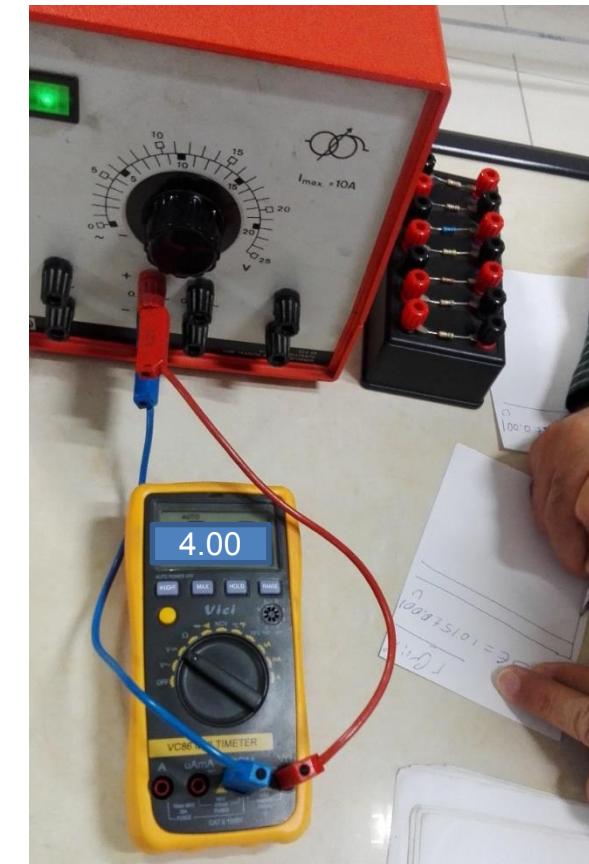
$$V_C(t = RC = \tau) = \varepsilon(e^{-1}) = 0.37\varepsilon$$

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.

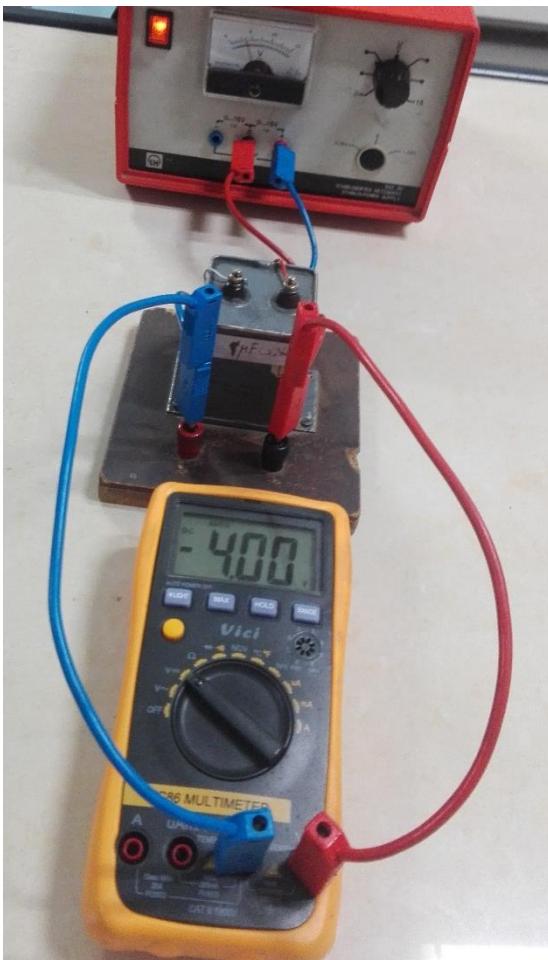


۱- ولتاژ منبع تغذیه را با استفاده از ولت‌متر روی ۴ ولت تنظیم کنید.

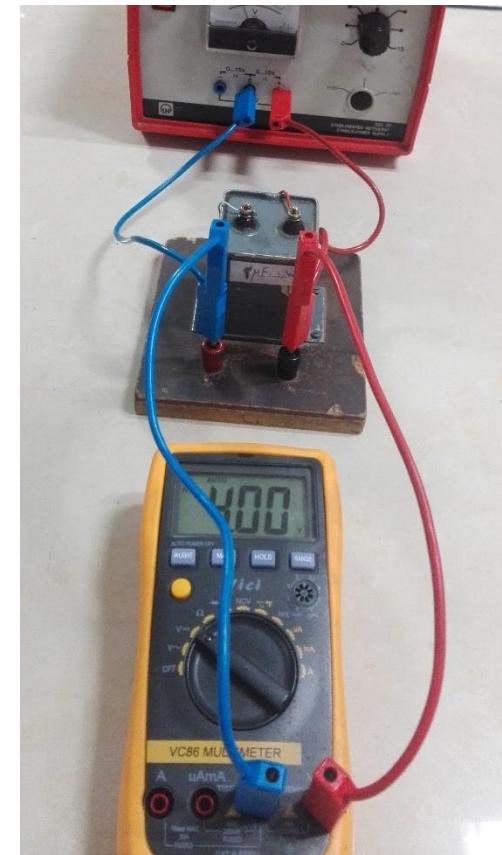


شرح آزمایش(بخش اول- بررسی پلاریته خازن):

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

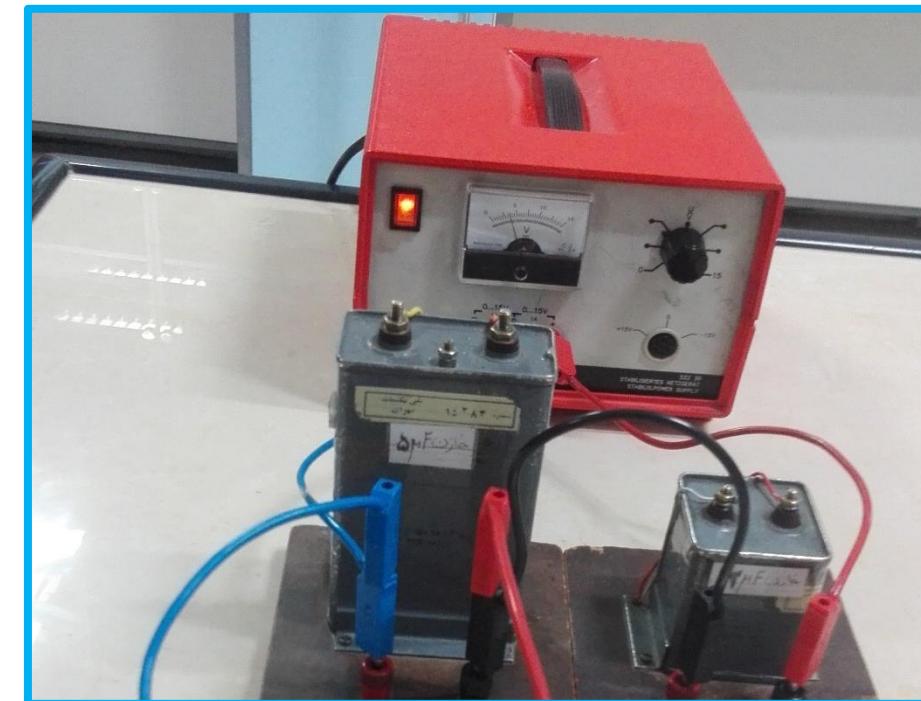
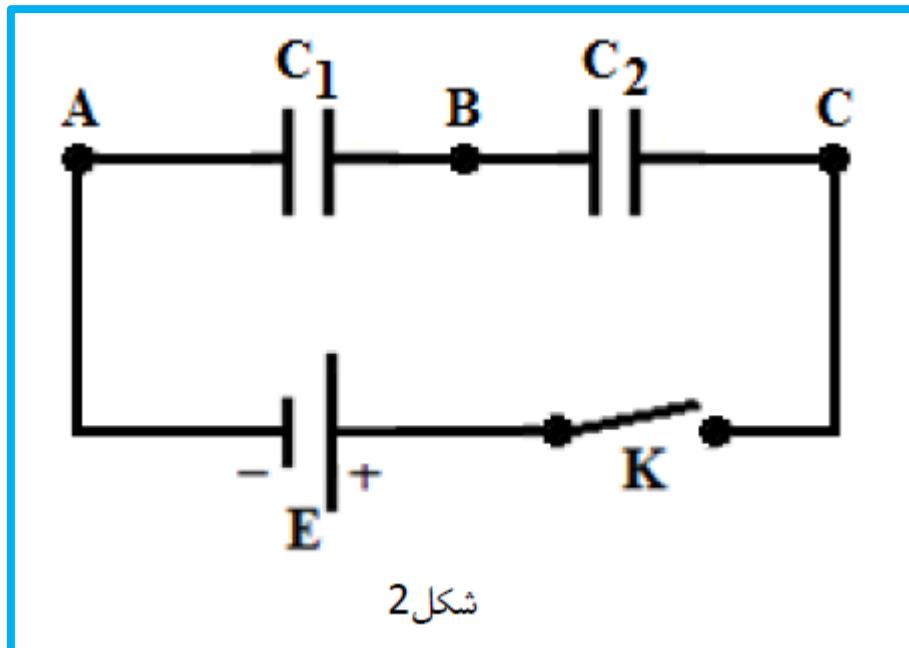


۲- حال ولت‌متر را به خازن وصل کنید.
قطب مثبت به مثبت و قطب منفی به منفی.

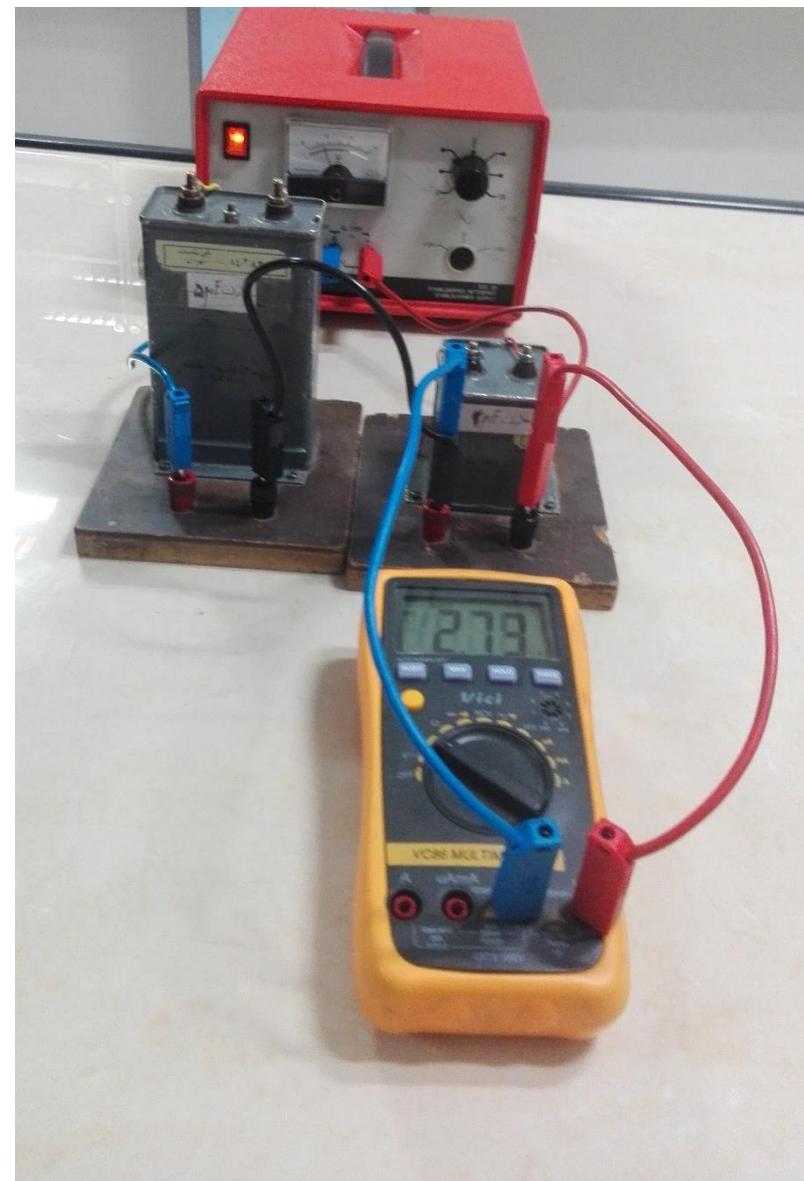


شرح آزمایش(بخش دوم- بررسی ولتاژ در خازن‌های سری):

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

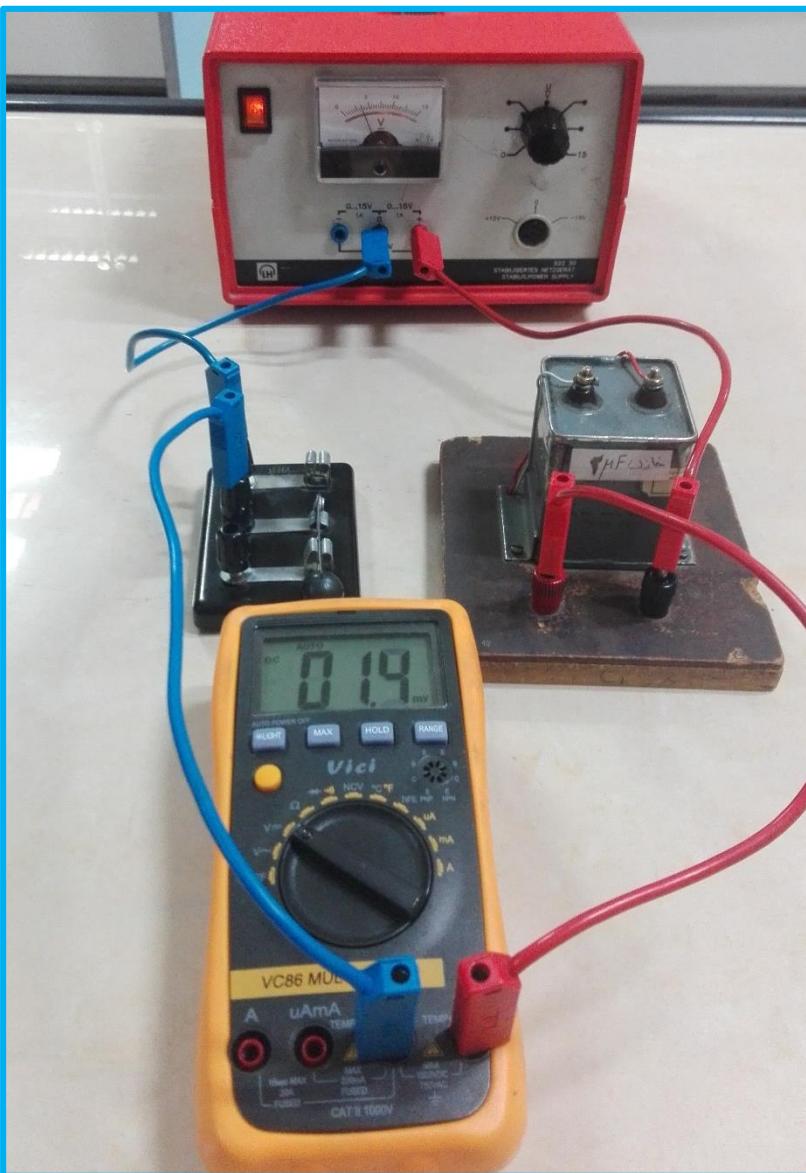


شرح آزمایش(بخش دوم- بررسی ولتاژ در خازن‌های سری):

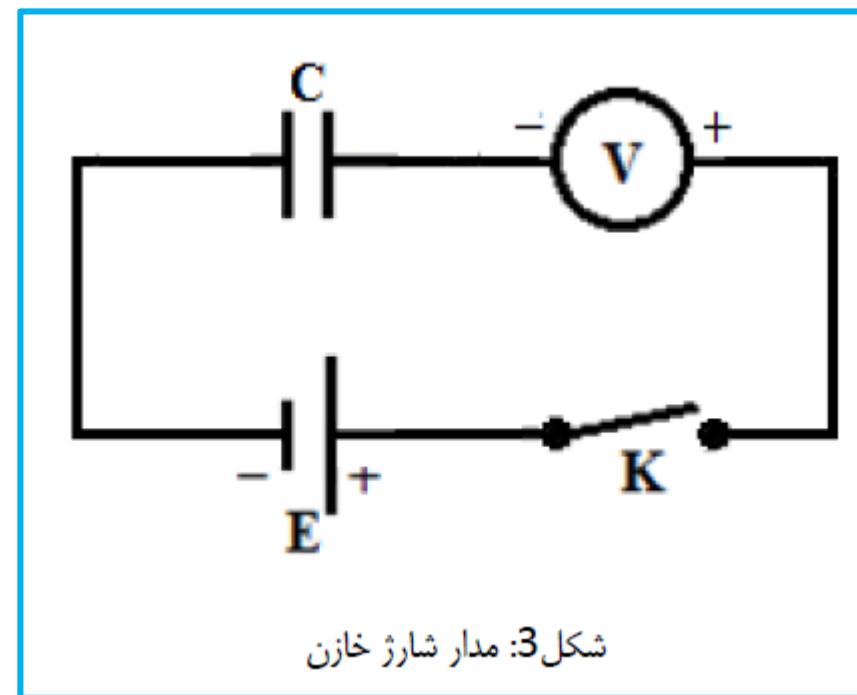


۴- ولتاژ دو سر هر کدام از خازن‌ها را اندازه‌گیری کنید و ارتباط آن‌ها را بررسی کنید.

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 ولتمنتر را قرائت می‌کنیم. این عدد با ولتاژ دو سر خازن چه ارتباطی دارد؟

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

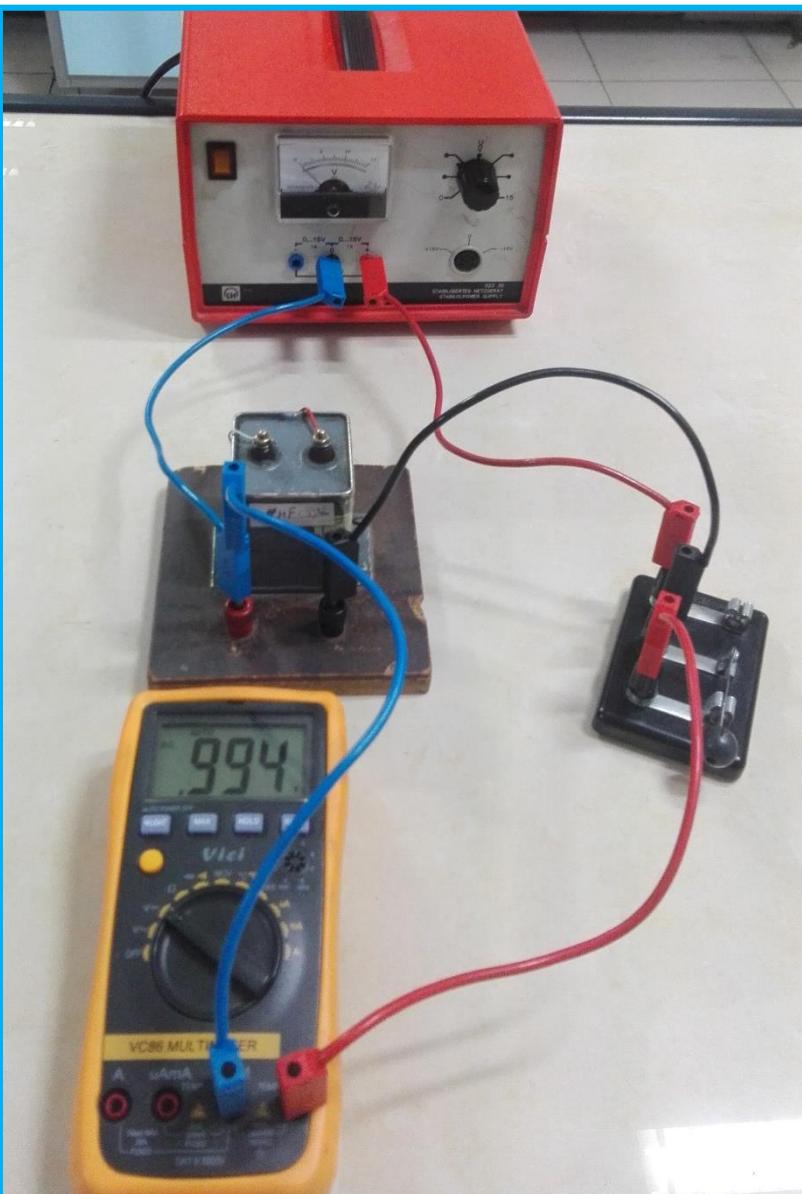
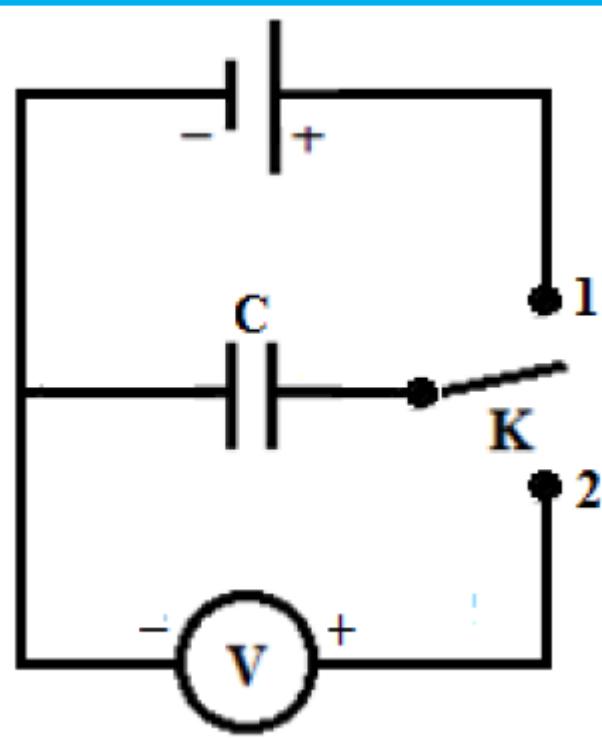
t (س)	V_V (V)	$V_{C1} = \epsilon - V_V$	V_V (V)	$V_{C2} = \epsilon - V_V$
0	4.00		4.00	
5	3.02		3.64	
10	2.28		3.29	
15	1.53		2.99	
20	1.29		2.69	
25	1.03		2.43	
30	0.80		2.18	
35	0.65		1.97	
40	0.53		1.76	
45	0.43		1.61	
50	0.37		1.48	
55	0.31		1.35	
60	0.27		1.23	
65	0.23		1.13	
70	0.20		1.03	

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.

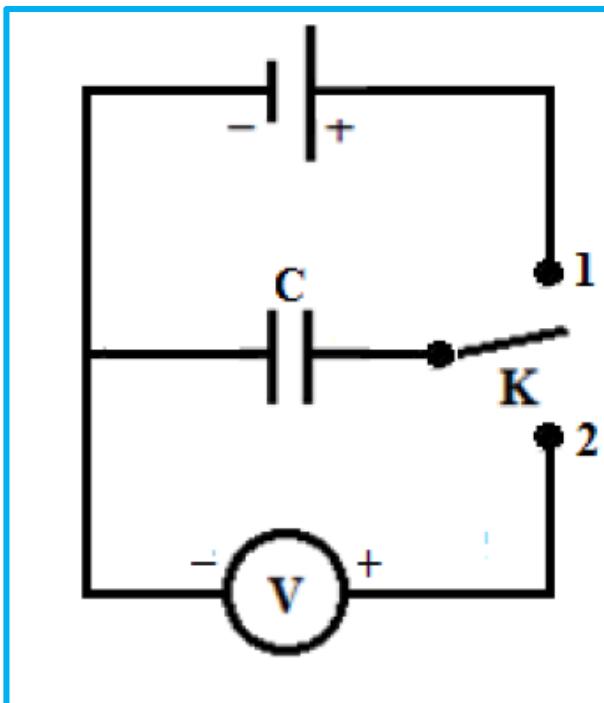


شرح آزمایش (بخش چهارم-دشارژ):

۴- کلید را در حالت ۲ قرار دهید و عدد ولت‌متر را هر ۵

ثانیه یادداشت کنید.

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



$t(s)$	$V_{C_1} = V_V(v)$	$V_{C_1} = V_V(v)$
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	1.95
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

