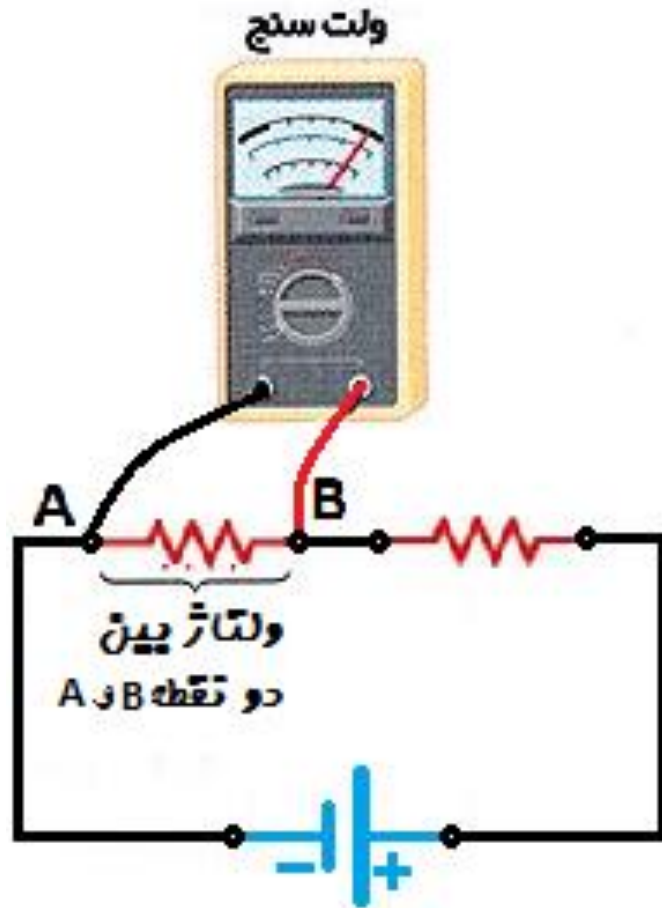


مقاومت درونی و لتمر



صالحیان

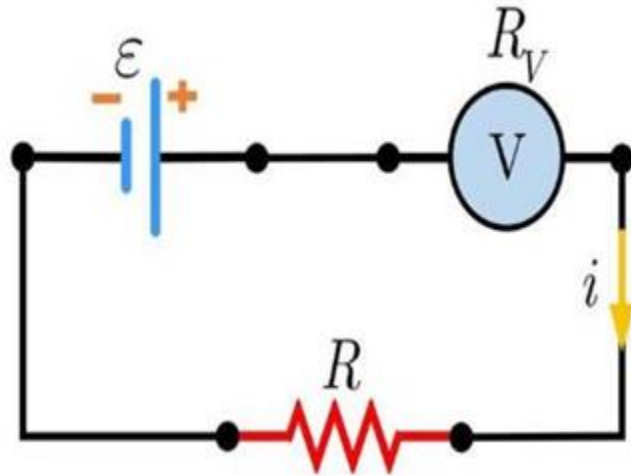
هدف: بدست آوردن مقاومت درونی ولتметр تئوری آزمایش:



ولتметр (ولت سنچ) ابزاری است که به وسیله آن می توان اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه را بدست آورد. یک ولتметр ایده آل دارای مقاومت درونی بینهایت است (یعنی نباید جریانی از مدار بکشد). اما ولتترهای موجود در آزمایشگاه دارای مقاومت های درونی بسیار بزرگی هستند (ولی بینهایت نیستند).
عموماً یک ولتتر را بصورت موازی وارد مدار می کنیم.
در این آزمایش قصد داریم تا مقدار مقاومت درونی **دو تا ولتتر** را با **چهار روش** مختلف به دست آوریم.

تذکره: آزمایش برای ولتتر شماره ۱ بطور کامل و بعنوان مثال (نمونه مناسبه کمیت، مناسبه خطا و رسم نمودار) انجام می شود. در ادامه نتایج خام مربوط به ولتتر شماره ۲ برای شما بارگزاری می شود و قرار است که شما بر اساس نتایج بدست آمده، گزارش کار تهیه و ارسال کنید.

هر گاه منبع تغذیه و یک ولتمتر را با یک مقاومت الکتریکی R به صورت سری ببندیم و **قانون کریشهف** را برای این حلقه بکار ببریم:



$$KVL: \quad \epsilon - R_V i - R i = 0 \quad (1)$$

$$V = R_V i \rightarrow i = \frac{V}{R_V} \quad (2)$$

$$(1), (2) \rightarrow \epsilon - V - R \left(\frac{V}{R_V} \right) = 0 \quad (3)$$

$$R_V = \left(\frac{V}{\epsilon - V} \right) R$$

$$(3) \xRightarrow{\div \epsilon V} \frac{1}{V} = \left(\frac{1}{\epsilon R_V} \right) R + \frac{1}{\epsilon} \quad (4)$$

معادله خط

$$Y = \alpha X + \beta$$

وسایل مورد نیاز: جعبه مقاومت، منبع تغذیه، ولت‌متر ۱، ولت‌متر ۲ و سیم‌های رابط



ولت‌متر ۲



ولت‌متر ۱



منبع تغذیه



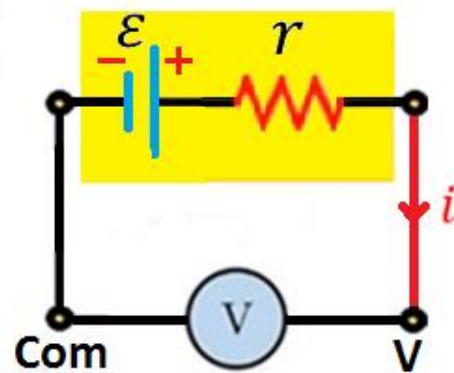
جعبه مقاومت



سیم‌های رابط

روش انجام آزمایش

مرحله اول: تعیین نیروی محرکه منبع تغذیه
همانگونه که در آزمایش مقاومت درونی
منبع تغذیه دیدیم، هر گاه فقط ولت‌متر
مستقیماً به دوسر منبع تغذیه متصل شود.
نیروی محرکه منبع تغذیه را نشان می‌دهد.

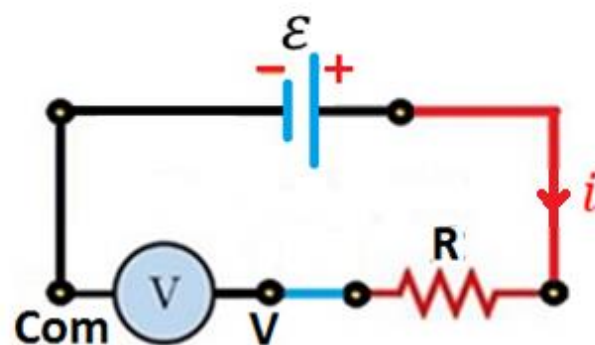


$$V = \epsilon - ri \xrightarrow{i \cong 0} V = \epsilon$$

$$\epsilon \pm \Delta\epsilon = 1.001 \pm 0.001(v)$$



مرحله دوم: تعیین اختلاف پتانسیل دو سر ولتمتر
برای انجام این کار ولتمتر را با یک مقاومت بزرگ،
بصورت سری می بندیم. با این کار، ما اختلاف پتانسیل
دو سر ولتمتر (V) را اندازه گیری می کنیم.



$$V \pm \Delta V = 0.439 \pm 0.001 (v)$$

جدول ۱: نتایج مربوط به ولت‌متر شماره ۱
 $\epsilon \pm \Delta\epsilon = 1.001 \pm 0.001 (v)$

$R \pm \Delta R (M\Omega)$	$V \pm \Delta V (v)$	$\frac{1}{V} (v^{-1})$	$R_V = \left(\frac{V}{\epsilon - V} \right) R (M\Omega)$	$\overline{R_V} \pm \Delta \overline{R_V} (M\Omega)$
0.56 ± 0.03	0.948 ± 0.001	1.055	10.02	* 9.96 ± 0.06
0.82 ± 0.04	0.925 ± 0.001	1.081	9.98	
2.20 ± 0.11	0.820 ± 0.001	1.220	9.97	
** 4.80 ± 0.24	0.672 ± 0.001	1.488	9.80	
5.70 ± 0.28	0.635 ± 0.001	1.575	9.89	
10.00 ± 0.50	0.501 ± 0.001	1.996	10.00	
12.00 ± 0.60	0.456 ± 0.001	2.198	10.04	

نمونه محاسبه کمیت

برای نمونه محاسبات، اینکار را برای اولین اندازه گیری (جدول ۱) انجام می دهیم:

$$R_V = \left(\frac{V}{\epsilon - V} \right) R$$

$$R_V = \left(\frac{0.948}{1.001 - 0.948} \right) 0.56$$

$$= 10.0166 \approx 10.02 (M\Omega)$$

*** نمونه محاسبه خطا به روش میانگین گیری (ولت متر شماره ۱)**

$$\overline{R_V} = \frac{10.02 + 9.98 + 9.97 + 9.80 + 9.89 + 10.00 + 10.04}{7} = 9.96(M\Omega)$$

$$\Delta R_{V1} = |10.02 - 9.96| = 0.06(\Omega)$$

$$\Delta R_{V2} = |9.98 - 9.96| = 0.02(\Omega)$$

$$\Delta R_{V3} = |9.97 - 9.96| = 0.01(\Omega)$$

$$\Delta R_{V4} = |9.80 - 9.96| = 0.16(\Omega)$$

$$\Delta R_{V5} = |9.89 - 9.96| = 0.07(\Omega)$$

$$\Delta R_{V6} = |10.00 - 9.96| = 0.04(\Omega)$$

$$\Delta R_{V7} = |10.04 - 9.96| = 0.08(\Omega)$$

$$\overline{\Delta R_V} = \frac{0.06 + 0.02 + 0.01 + 0.16 + 0.07 + 0.04 + 0.08}{7} = 0.06(M\Omega)$$

$$E = \frac{\overline{\Delta R_V}}{\overline{R_V}} = \frac{0.06}{9.96} = 0.006 \quad , \quad E \times 100 = 0.6\%$$

$$\overline{R_V} \pm \overline{\Delta R_V} = 9.96 \pm 0.06(M\Omega)$$

****نمونه محاسبه خطا به روش لگاریتمی (ولتметр شماره ۱)**

$$R_V = \left(\frac{V}{\epsilon - V} \right) R$$

$$\ln R_V = \ln V - \ln (\epsilon - V) + \ln R$$

$$\frac{dR_V}{R_V} = \frac{dV}{V} - \frac{d\epsilon - dV}{\epsilon - V} + \frac{dR}{R}$$

$$E = \frac{\Delta R_V}{R_V} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta \epsilon + \Delta V}{\epsilon - V} + \frac{\Delta R}{R}$$

$$\Delta R_V = \left(\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta \epsilon + \Delta V}{\epsilon - V} + \frac{\Delta R}{R} \right) R_V$$

جدول 1 →
$$\begin{cases} \epsilon \pm \Delta \epsilon = 1.001 \pm 0.001(v) \\ V \pm \Delta V = 0.672 \pm 0.001(v) \\ R \pm \Delta R = 4.80 \pm 0.24(M\Omega) \end{cases}$$

$$\Delta R_V = \left(\frac{0.001}{0.672} + \frac{0.001+0.001}{1.001-0.672} + \frac{0.24}{4.80} \right) 9.80 = 0.564(M\Omega) \approx 0.60 (M\Omega)$$

$$\overline{R_V} \pm \Delta \overline{R_V} = 9.80 \pm 0.60(M\Omega)$$

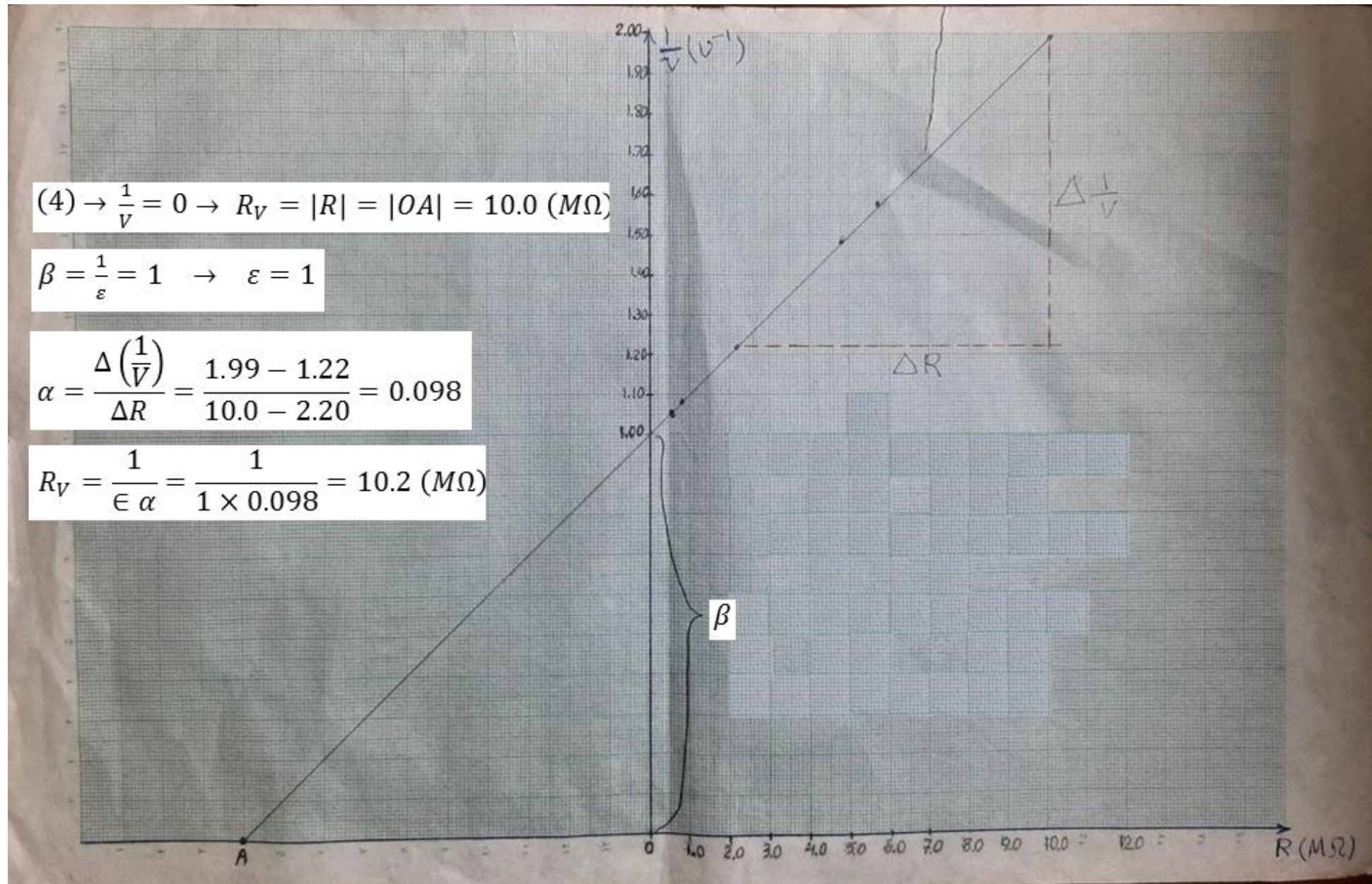
رسم نمودار تغییرات $\frac{1}{V}$ بر حسب R (ولت‌متر شماره ۱)

$$(4) \rightarrow \frac{1}{V} = 0 \rightarrow R_V = |R| = |OA| = 10.0 (M\Omega)$$

$$\beta = \frac{1}{\varepsilon} = 1 \rightarrow \varepsilon = 1$$

$$\alpha = \frac{\Delta\left(\frac{1}{V}\right)}{\Delta R} = \frac{1.99 - 1.22}{10.0 - 2.20} = 0.098$$

$$R_V = \frac{1}{\varepsilon \alpha} = \frac{1}{1 \times 0.098} = 10.2 (M\Omega)$$



جدول ۲: نتایج مربوط به ولتمتر شماره ۲
 $\epsilon \pm \Delta\epsilon = 1.000 \pm 0.001(v)$

$R \pm \Delta R (M\Omega)$	$V \pm \Delta V (v)$	$\frac{1}{V} (v^{-1})$	$R_V = \left(\frac{V}{\epsilon - V} \right) R (M\Omega)$	$\overline{R_V} \pm \Delta \overline{R_V} (M\Omega)$
1.00 ± 0.05	0.902 ± 0.001			
1.20 ± 0.06	0.890 ± 0.001			
$1.50 \pm .08$	0.870 ± 0.001			
** 2.20 ± 0.11	0.831 ± 0.001			
2.40 ± 0.12	0.810 ± 0.001			
3.30 ± 0.17	0.745 ± 0.001			
4.80 ± 0.24	0.676 ± 0.001			

قابل توجه دانشجویان

همانند روشی که برای ولت‌متر شماره ۱ بکار گرفته شد، عمل کنید.

• جدول ۲ را تکمیل کنید.

• **روش اول (مماسباتی-میانگین گیری):** با استفاده از روش میانگین گیری، مقدار متوسط مقاومت درونی ولت‌متر شماره ۲ را با تِلرانس آن گزارش کنید.

• **روش دوم (مماسباتی-لگاریتمی):** با استفاده از روش لگاریتمی، مقاومت درونی ولت‌متر شماره ۲ را با تِلرانس آن **(برای مورد **)** **جدول شماره ۲** بدست آورید و گزارش کنید.

• **روش سوم (ترسیمی-با استفاده از شیب خط):** با ترسیم نمودار $\frac{1}{V}$ بر حسب R و تعیین شیب خط، مقاومت درونی ولت‌متر را بدست آورید.

• **روش چهارم (ترسیمی-تعیین طول از مبدا):** با استفاده از نمودار رسم شده و تعیین طول از مبدا مقاومت درونی ولت‌متر شماره ۲ را بدست آورید.

مطابق فرمت خواسته شده، گزارش کار تهیه و PDF آن را به آدرس **خواسته شده** ارسال نمایید.

تذکر: لازم نیست نتایجی که من، در قالب ولت‌متر شماره ۱ بدست آوردم را ارسال کنید (فقط نتایج ولت‌متر شماره ۲ را در قالب گزارش کار ارسال کنید).

متشکرم