

# به نام خدا

## آزمایشگاه مجازی فیزیک ۲

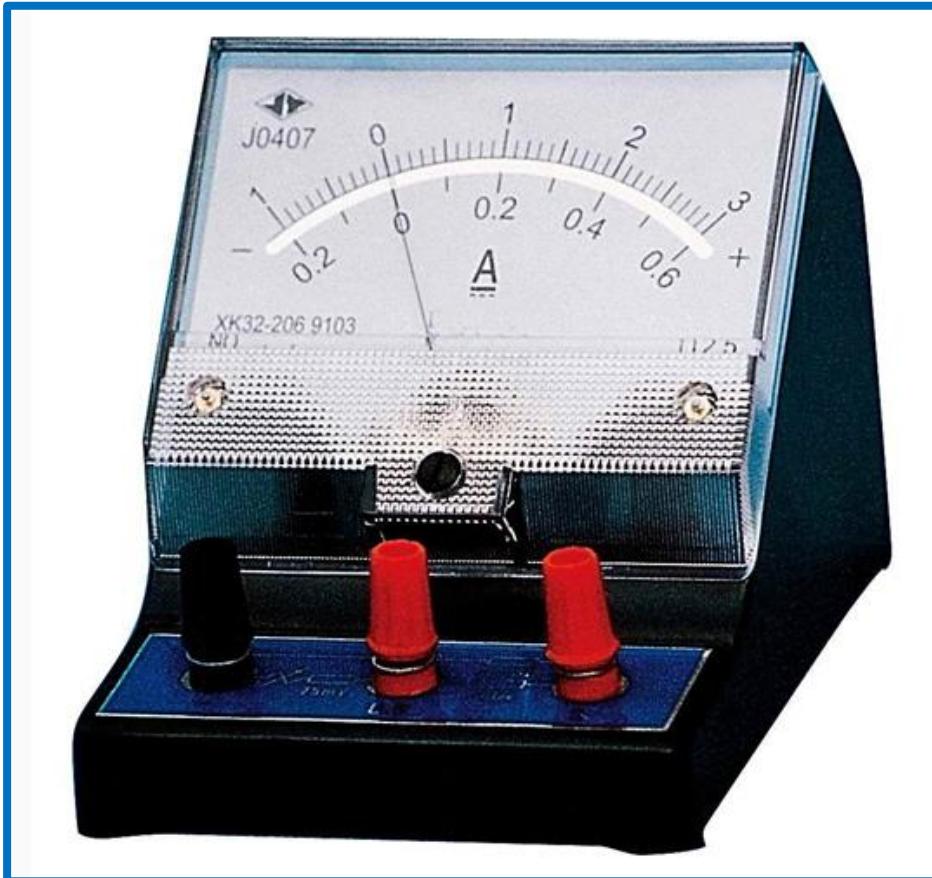
فاطمه صداقت  
(@physics2\_lab)

جلسه چهارم - آزمایش پل و تستون



## آشنایی با گالوانومتر:

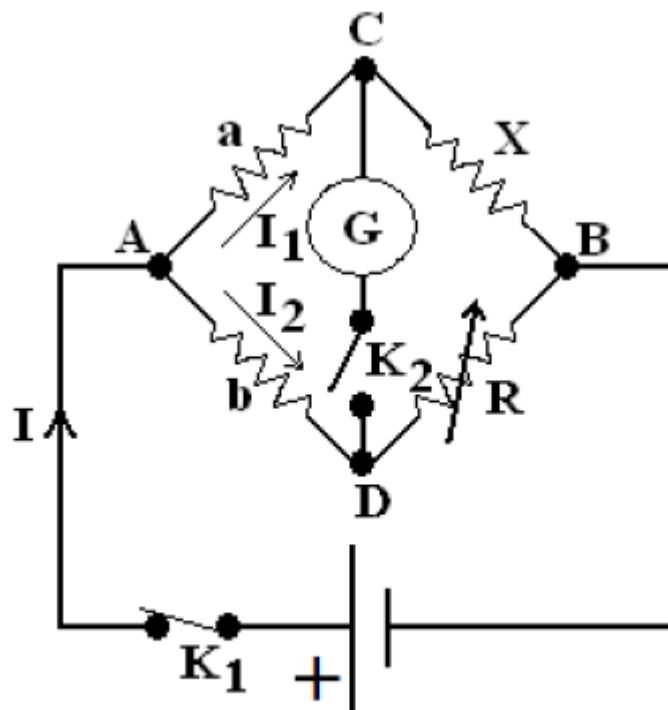
گالوانومتر وسیله‌ای برای اندازه‌گیری مقدار و جهت جریان است.



## تئوری آزمایش:

آزمایش پل و تستون برای اندازه‌گیری یک مقاومت مجهول به کار می‌رود. این آزمایش برای محدوده خاصی از مقاومتها، دارای دقت  $1\% \text{--} 2\%$  است.

این مدار به عناصر زیر احتیاج دارد:

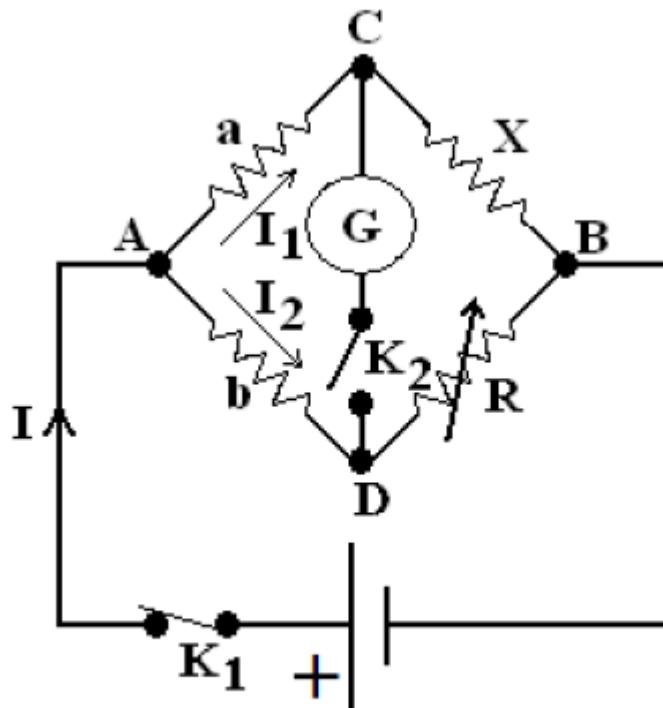


شکل ۱: مدار پل و تستون

- ❖ منبع تغذیه (باتری)
- ❖ دو کلید قطع و وصل
- ❖ گالوانومتر
- ❖ دو مقاومت معلوم
- ❖ یک مقاومت متغیر
- ❖ مقاومت مجهول
- ❖ سیم رابط

## تئوری آزمایش:

برای استفاده از این مدار لازم است در حالتی که کلیدها وصل هستند، مقدار مقاومت متغیر را تغییر دهیم تا گالوانومتر روی عدد صفر قرار گیرد.



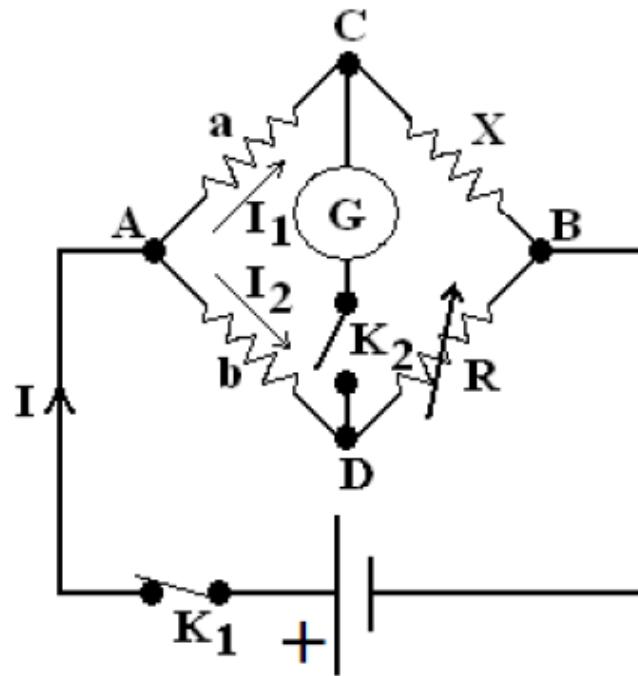
$$I_G = 0 \longrightarrow V_C = V_D$$

$$V_C - V_A = V_D - V_A \longrightarrow aI_1 = bI_2$$

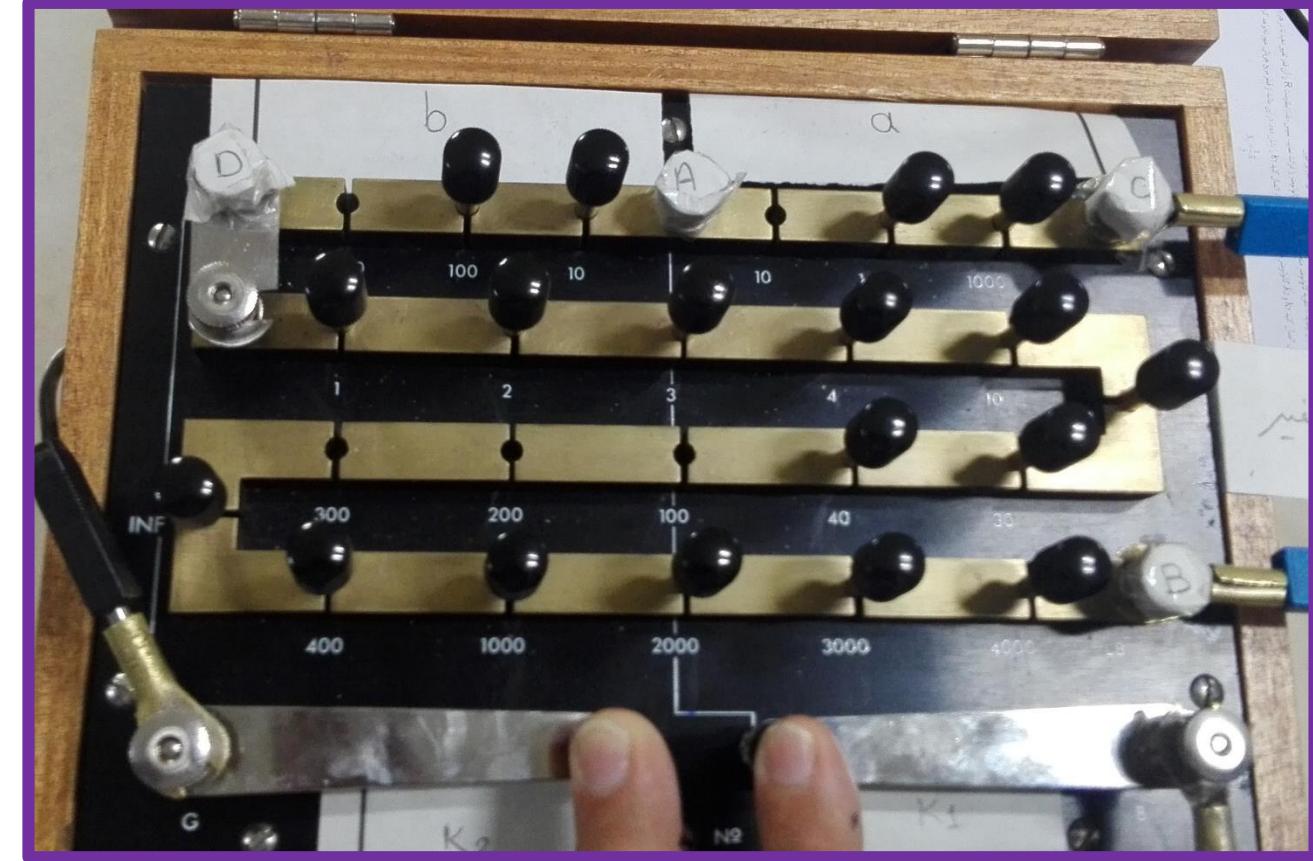
$$V_C - V_B = V_D - V_B \longrightarrow XI_1 = RI_2$$

$$\frac{aI_1}{XI_1} = \frac{bI_2}{RI_2} \longrightarrow X = \left(\frac{a}{b}\right)R$$

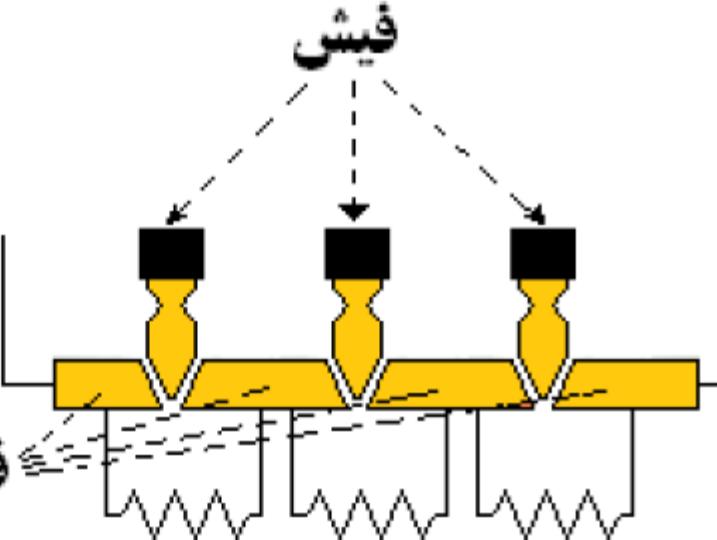
## جعبه پل و تستون:



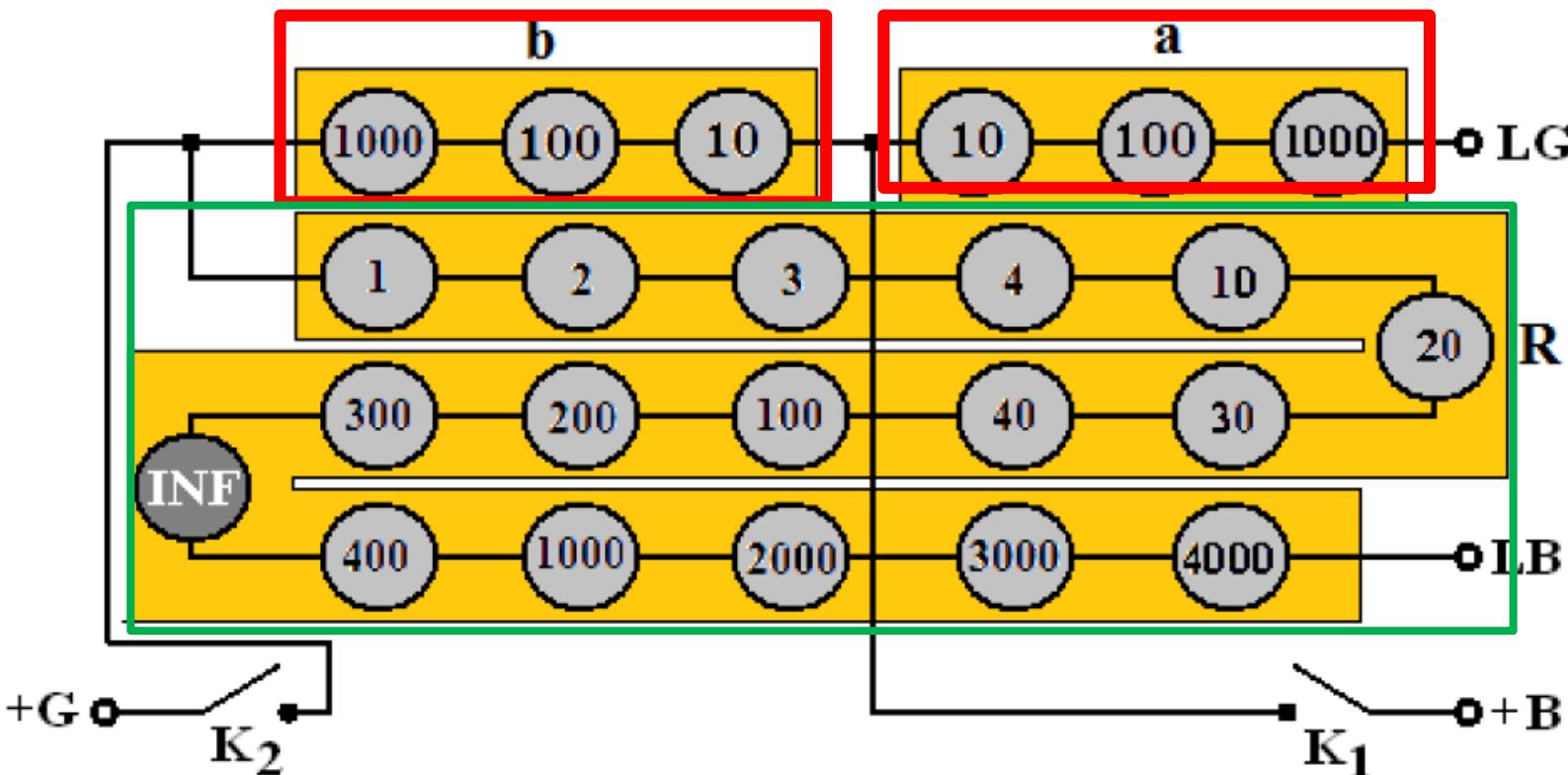
شکل ۱: مدار پل و تستون



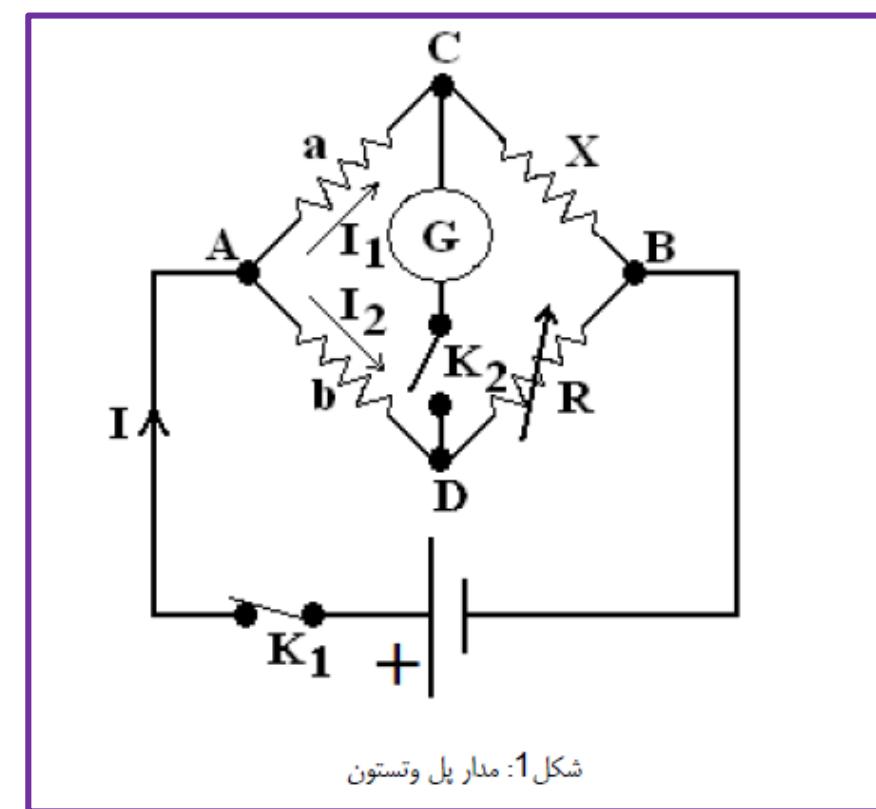
فیش



قطعات برنجی



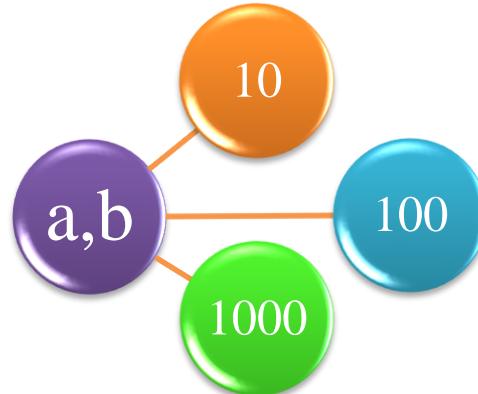
شکل ۳: موقعیت مقاومتهای a، b و R و نیز کلیدهای k<sub>1</sub> و k<sub>2</sub> روی دستگاه پل و تستون



شکل ۱: مدار پل و تستون

## محاسبه دقت آزمایش:

$$X = \left(\frac{a}{b}\right) R$$



❖ با توجه به محدوده مقاومت متغیر از ۱ تا ۱۱۱۰ اهم می‌توان دقت پل و تستون را به صورت زیر محاسبه کرد:

❖ دقت هر وسیله بیانگر کمترین مقداری است که می‌توان با آن اندازه گرفت. بنابراین:

سوال: آیا این دقت برای تمامی مقادیر مقاومت مجھول پاسخگو است؟

$$X_{min} = \left(\frac{a}{b}\right) R_{min} = \left(\frac{10}{1000}\right) 1 = 0.01$$

$$X_{max} = \left(\frac{a}{b}\right) R_{max} = \left(\frac{10}{1000}\right) 11110 = 111.1$$

$$X = \left(\frac{a}{b}\right) R$$

سوال: برای مقاومت‌های بیشتر از این مقدار چه روشی وجود دارد؟

محدوده مقاومت برای دقت یک دهم:

$$X_{min} = \left(\frac{a}{b}\right) R_{min} = \left(\frac{100}{1000}\right) 1 = 0.1$$

$$X_{max} = \left(\frac{a}{b}\right) R_{max} = \left(\frac{100}{1000}\right) 11110 = 1111$$

محدوده مقاومت برای دقت یک :

$$X_{min} = \left(\frac{a}{b}\right) R_{min} = \left(\frac{1000}{1000}\right) 1 = 1$$

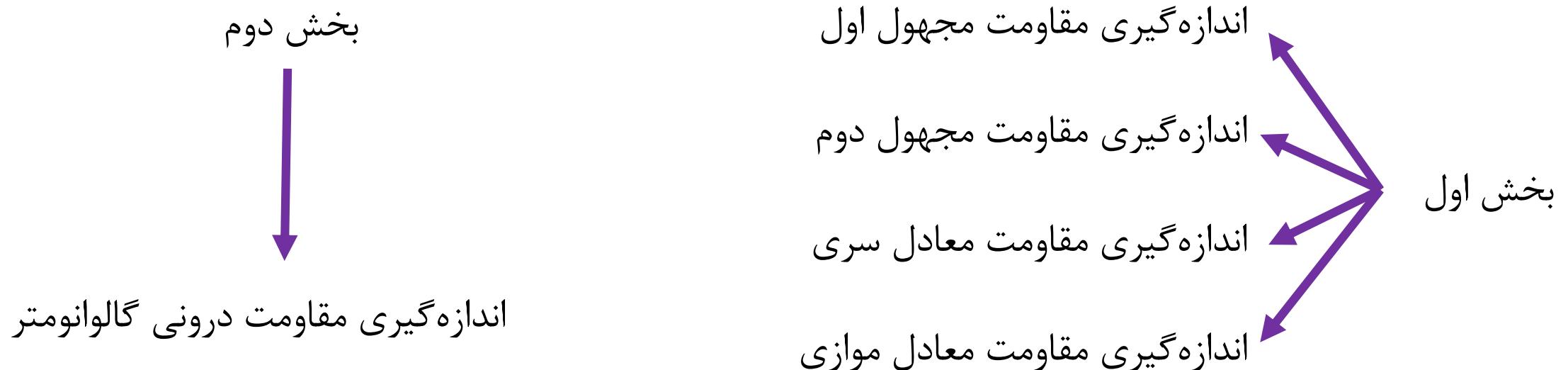
$$X_{max} = \left(\frac{a}{b}\right) R_{max} = \left(\frac{1000}{1000}\right) 11110 = 11110$$

برای مقاومت‌های بالاتر از این محدوده روشی وجود دارد؟

a	b	دقت	حداقل مقاومت	حداکثر مقاومت
۱۰	۱۰۰۰	۰.۰۱	۰.۰۱	۱۱۱.۱۰
۱۰۰	۱۰۰۰	۰.۱	۰.۱	۱۱۱۱.۰
۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱	۱	۱۱۱۱۰

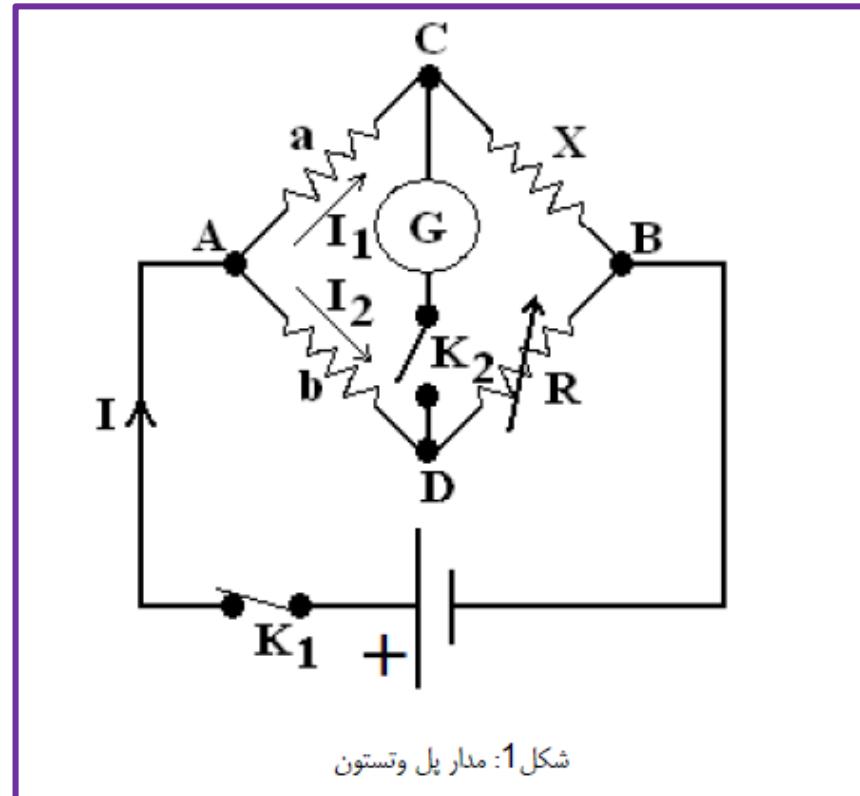
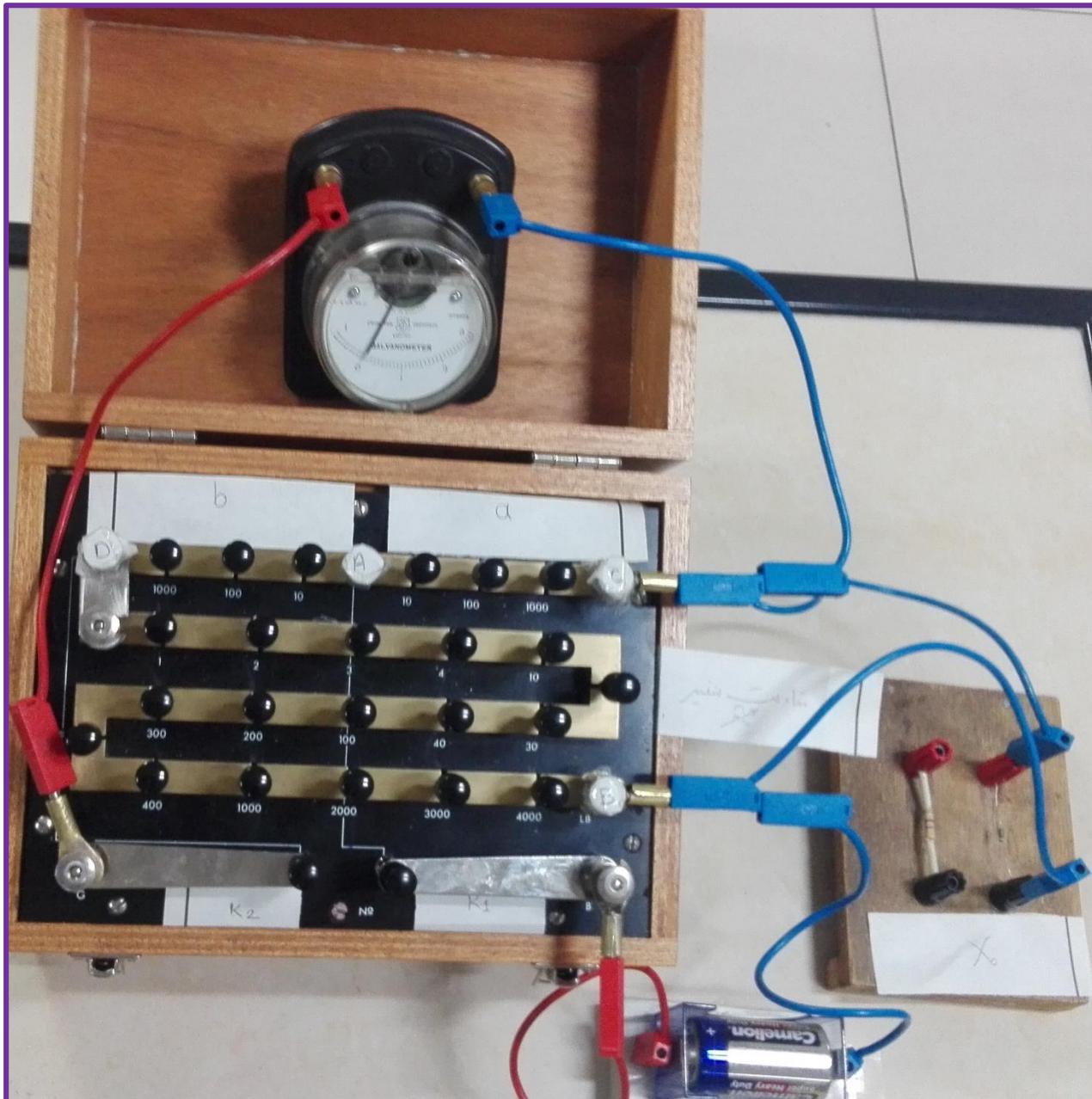
**هدف آزمایش:** اندازه گیری مقاومت مجهول با استفاده از پل و تستون

**وسایل آزمایش:** جعبه پل و تستون، گالوانومتر، مقاومت مجهول، باتری، سیم های رابط



## شرح آزمایش (بخش اول):

۱- مدار شکل ۱ را بیندید.

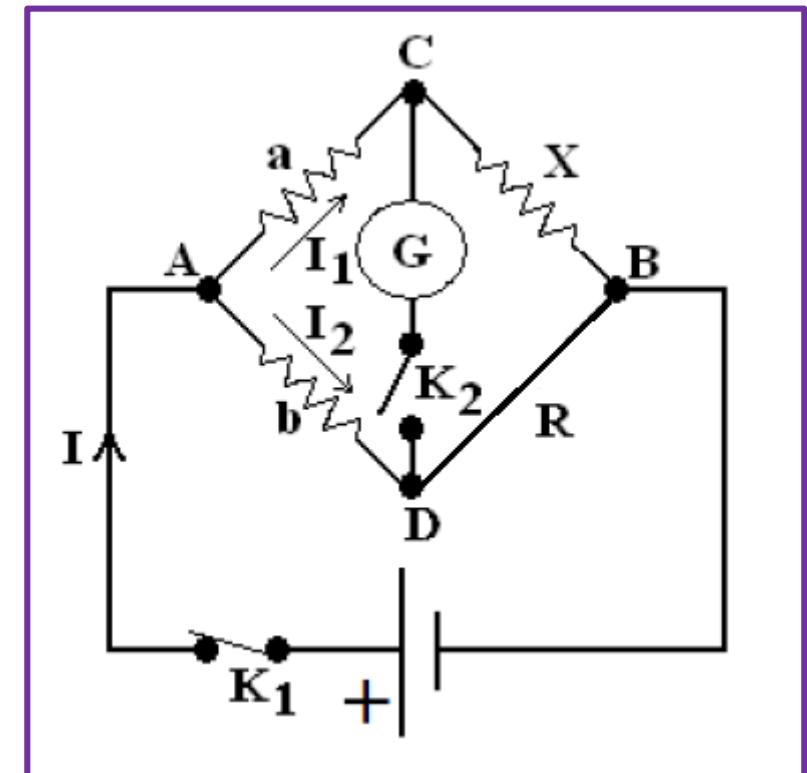


شکل ۱: مدار پل و تستون

۲- مدار را تست کنید. این تست در دو گام انجام می‌شود:

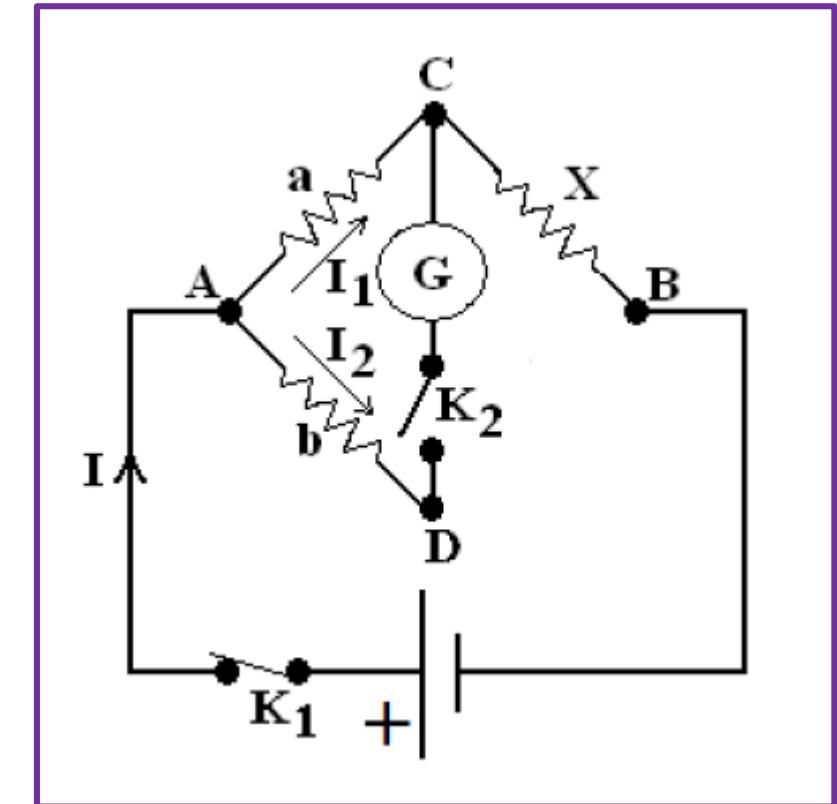
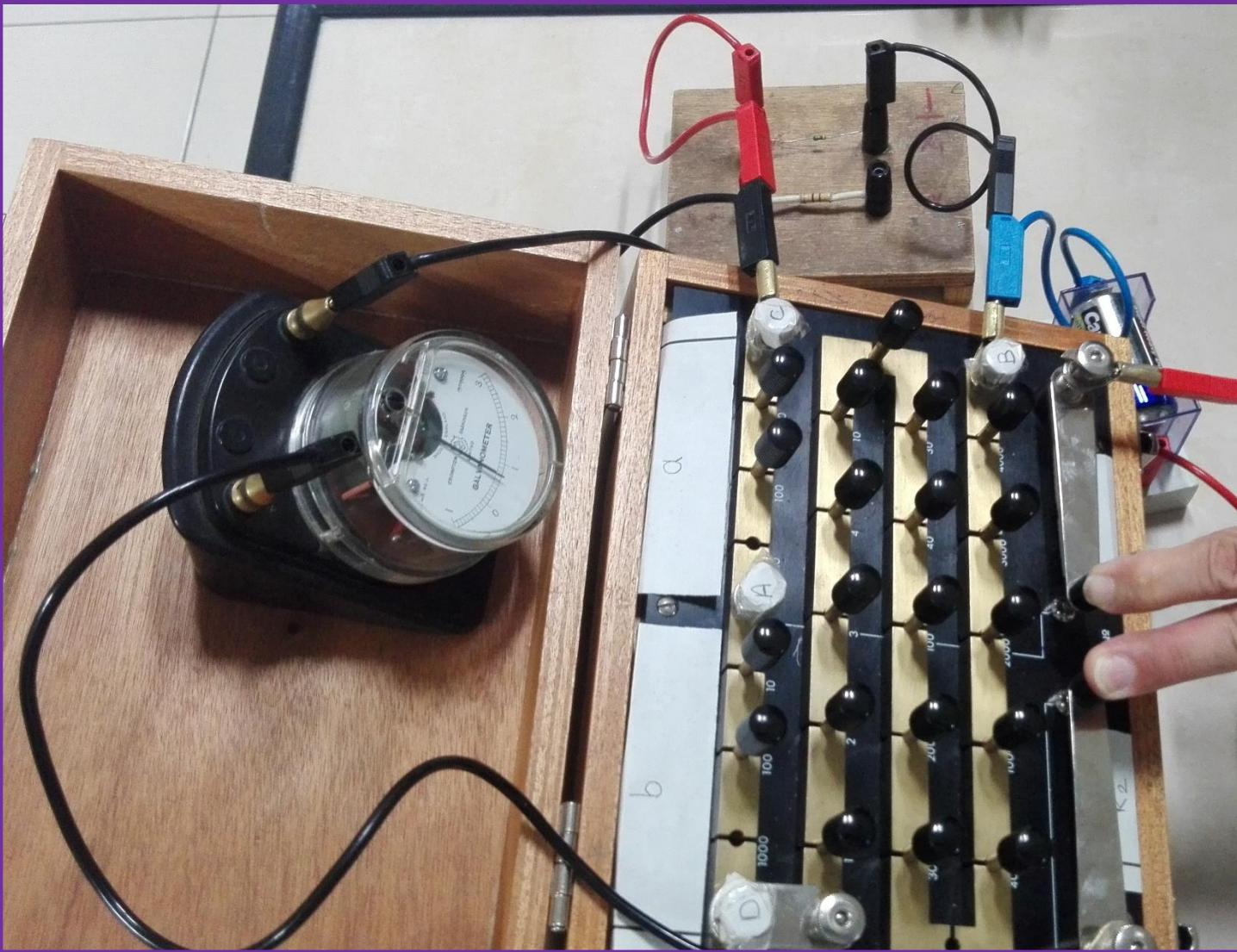


✓ مقاومت متغیر را صفر قرار می‌دهیم.

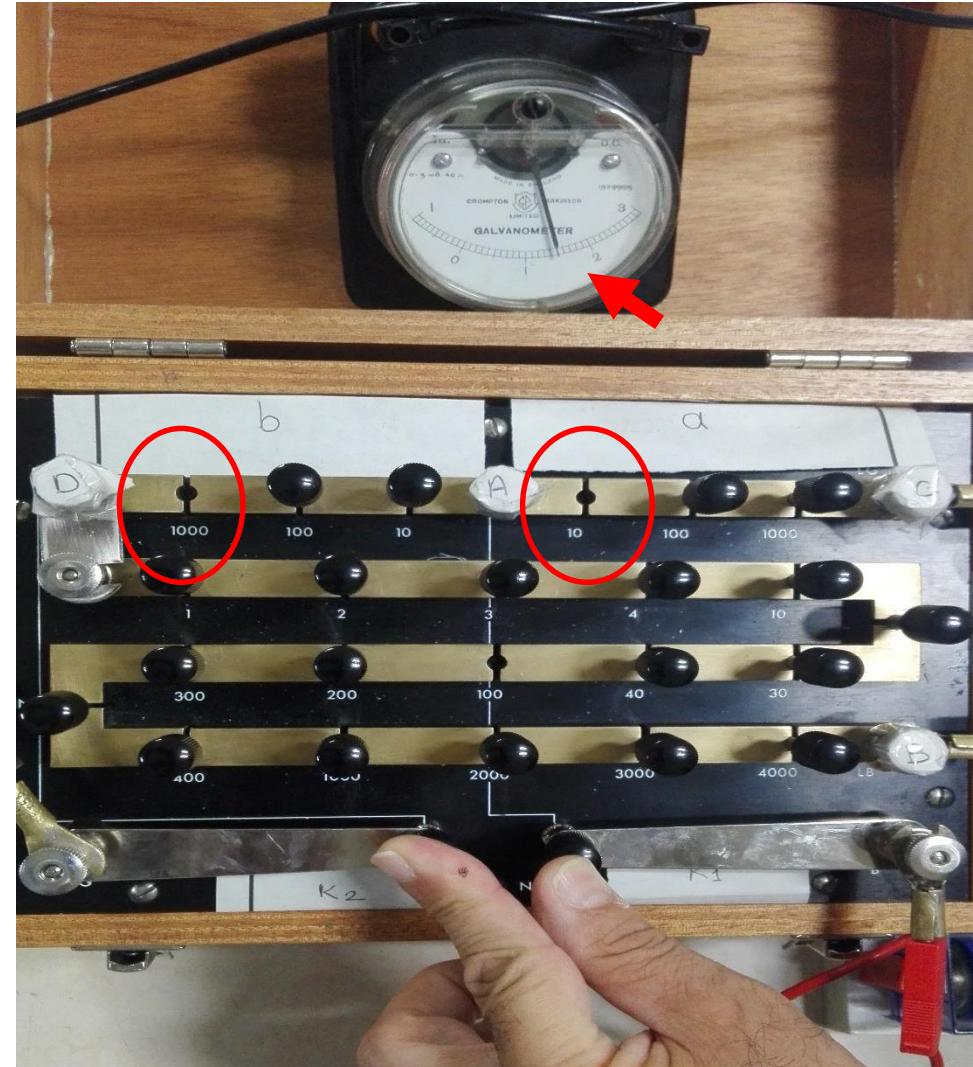
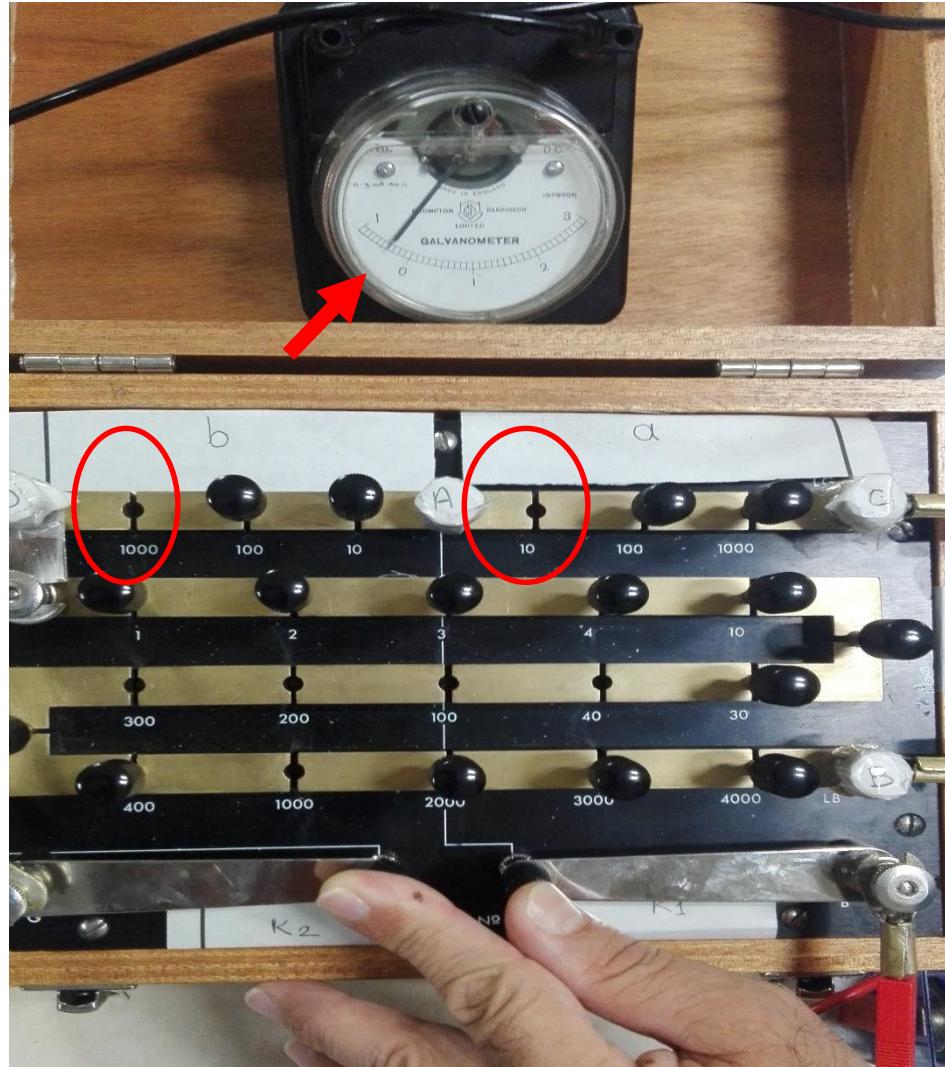




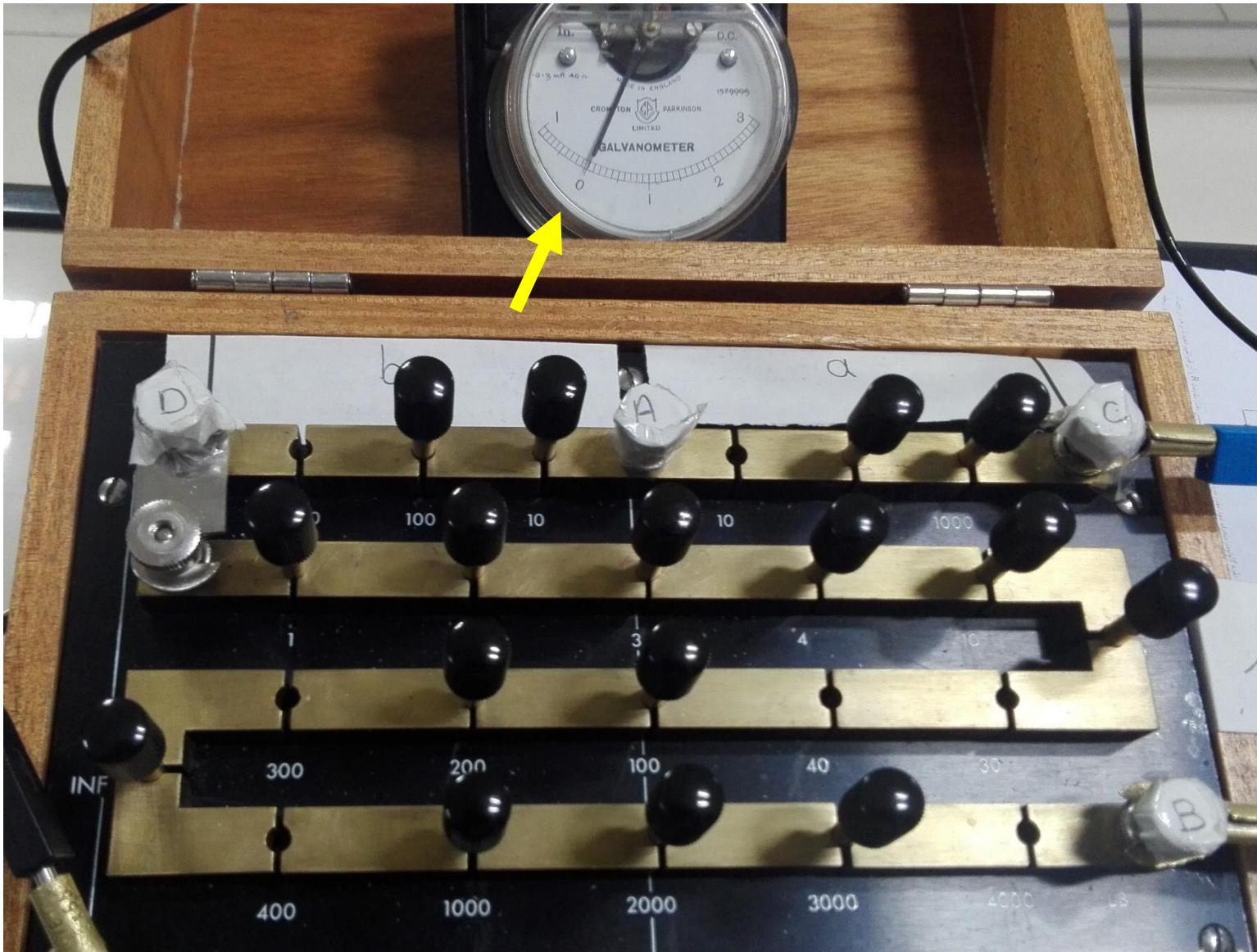
مقاومت متغیر را بینهایت قرار می‌دهیم.



۳- در ابتدا بهترین دقت دستگاه را انتخاب می‌کنیم، پس از آن دستگاه را با تغییر مقاومت متغیر در حالت تعادل قرار می‌دهیم. در شکل‌های زیر مدار در تعادل قرار ندارد.



با ادامه تغییرات مقاومت متغیر در نهایت داریم:



برای چهار حالت این کار را انجام می‌دهیم:

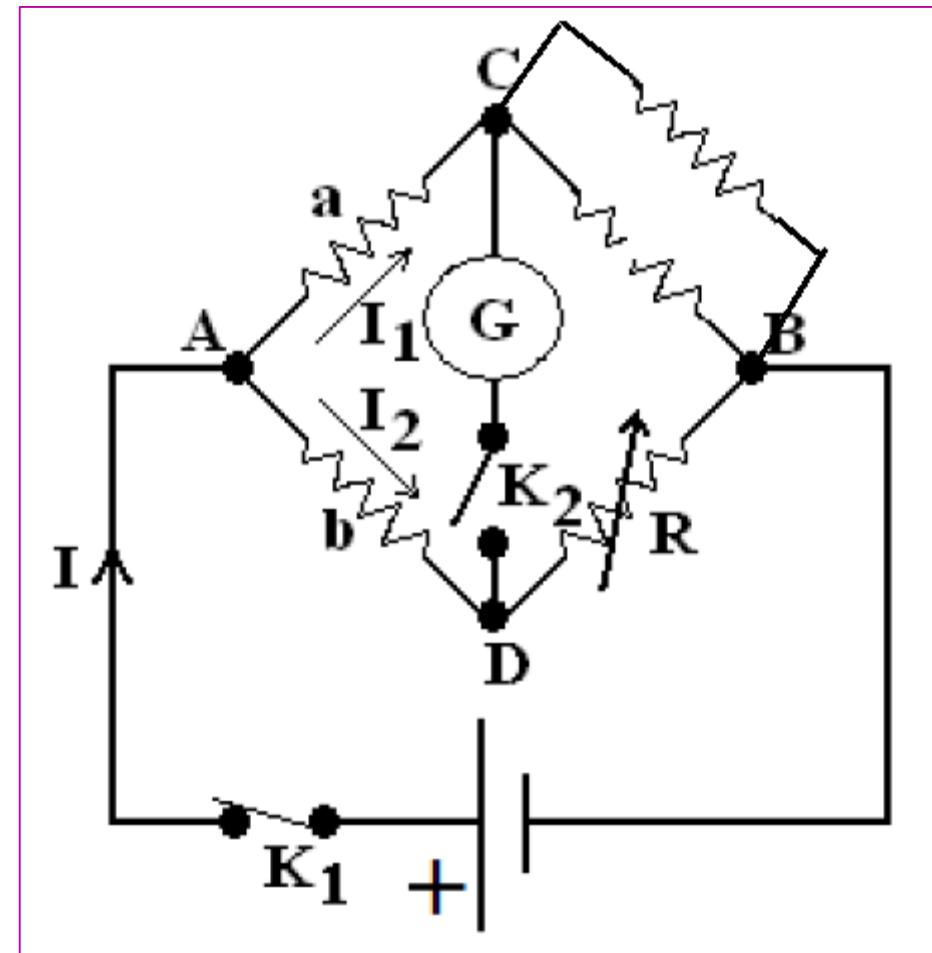
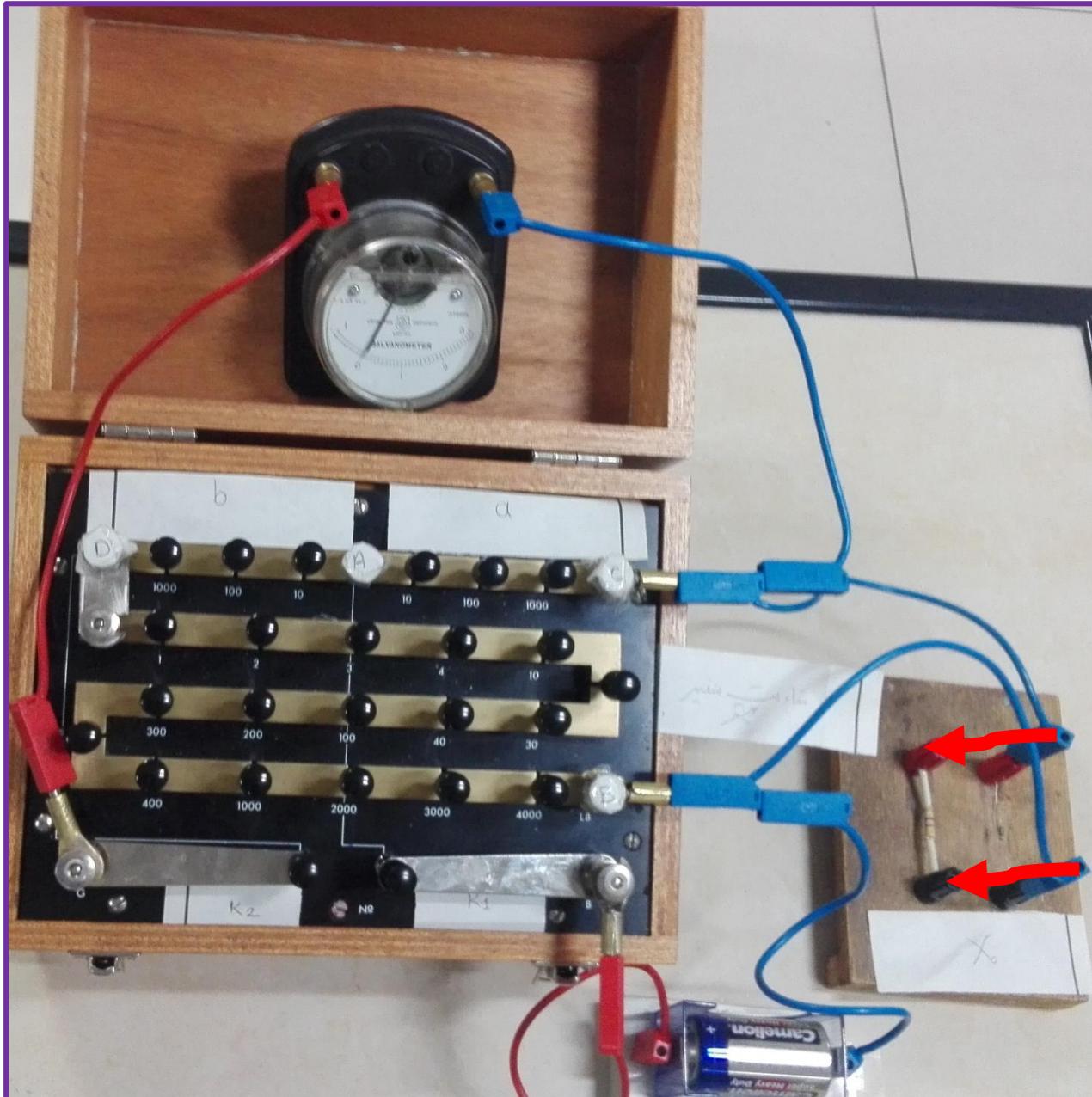
(پلی تکنیک تهران)

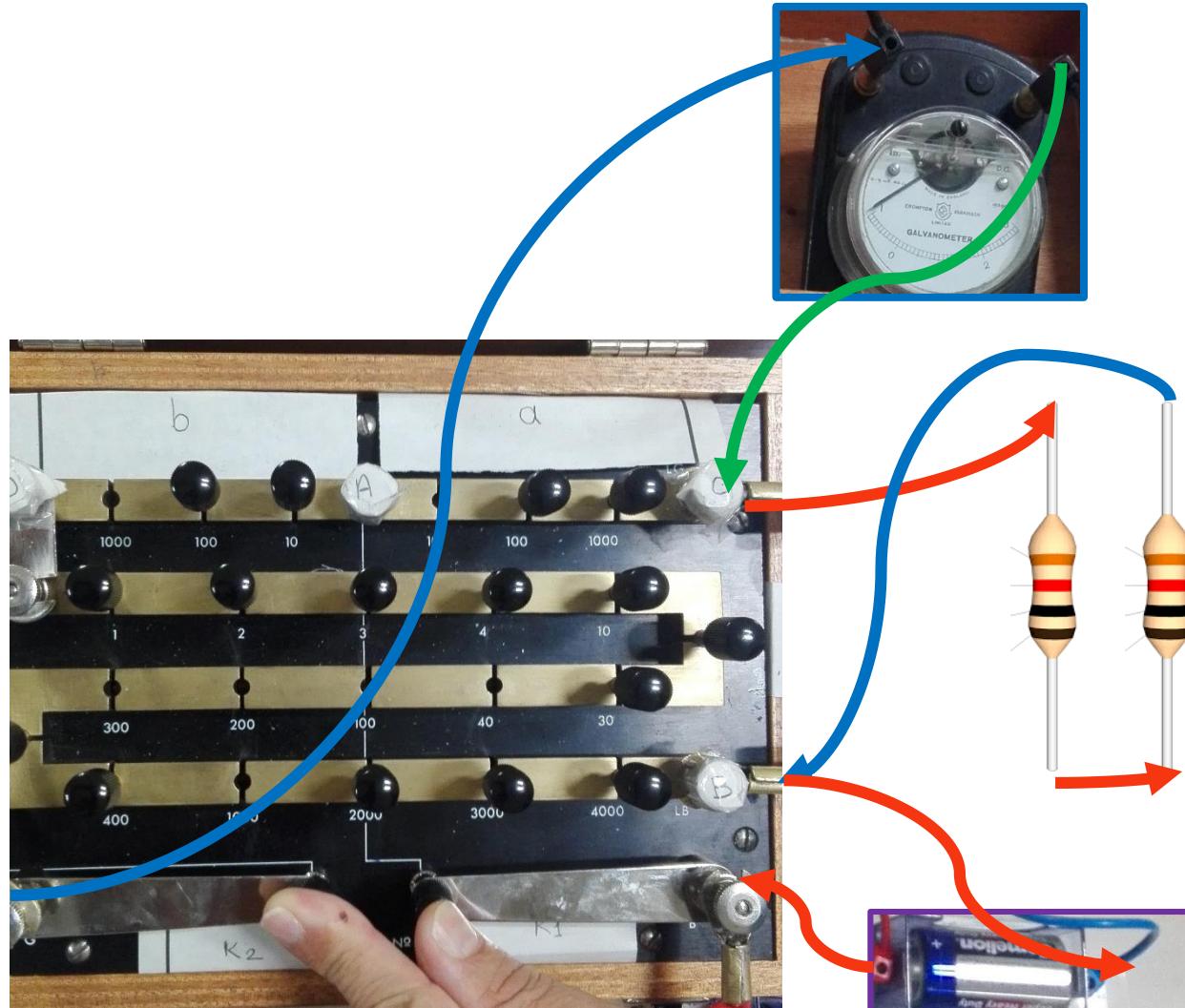
- ❖ مقاومت مجھول ۱
- ❖ مقاومت مجھول ۲
- ❖ مقاومت مجھول ۱ و ۲ در حالت سری
- ❖ مقاومت مجھول ۱ و ۲ در حالت موازی

سوال: آیا ممکن است با برداشتن تمام مقادیر مقاومت متغیر، باز هم مدار در حالت تعادل قرار نگیرد؟

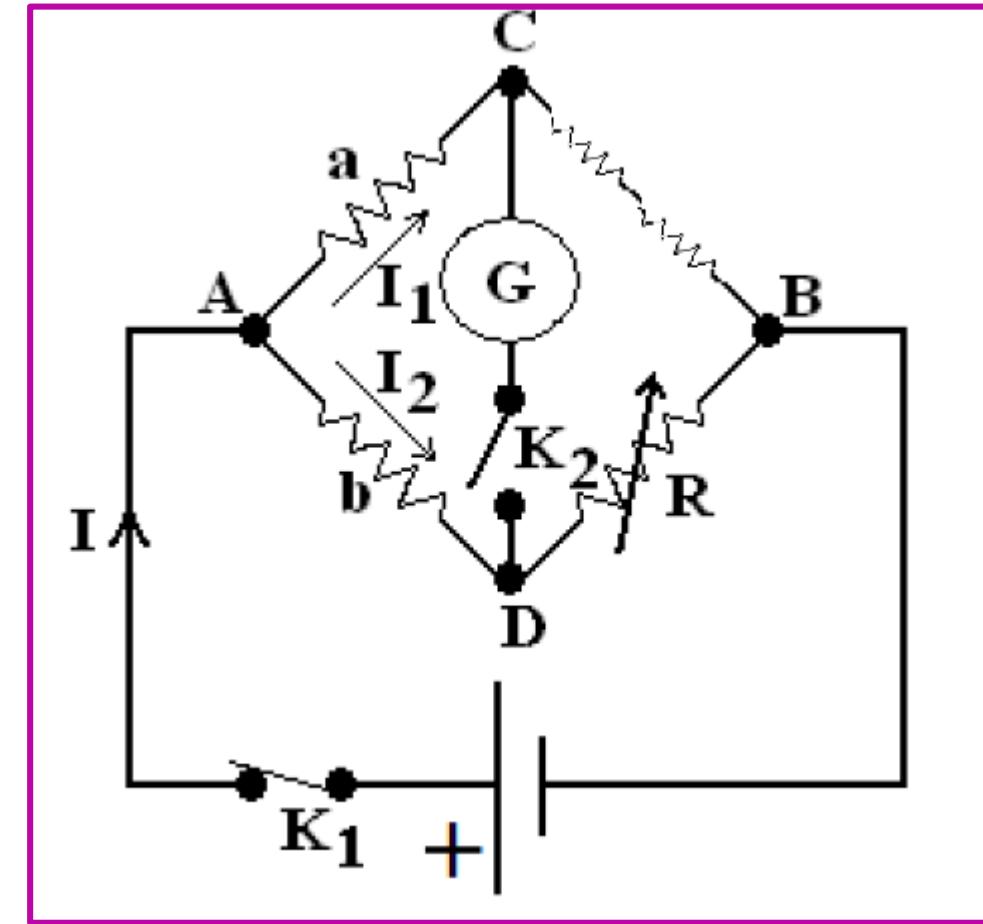
	$X \pm \Delta X$ (کد رنگی) (۲)	$\frac{a}{b}$	$R(x)$	$\frac{a}{b} R \pm \Delta X$ با استفاده از پل و تسویه
$X_1$	$4.70 \pm 0.23$	0.01	473	?
$X_2$	$47 \pm 2.3$	0.01	4700	?
$X_S$	$X_S \pm \Delta X_S$ ①	0.01	5170	?
$X_P$	$X_P \pm \Delta X_P$ ②	0.01	430	?

## مقاومت معادل موازی:

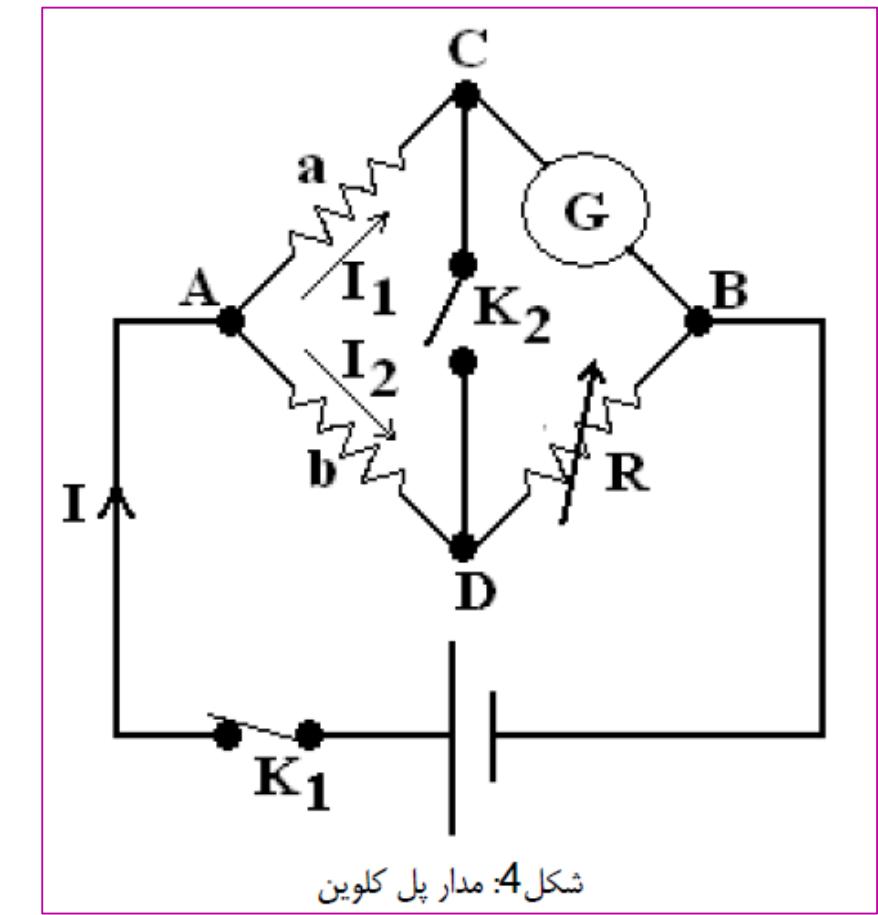
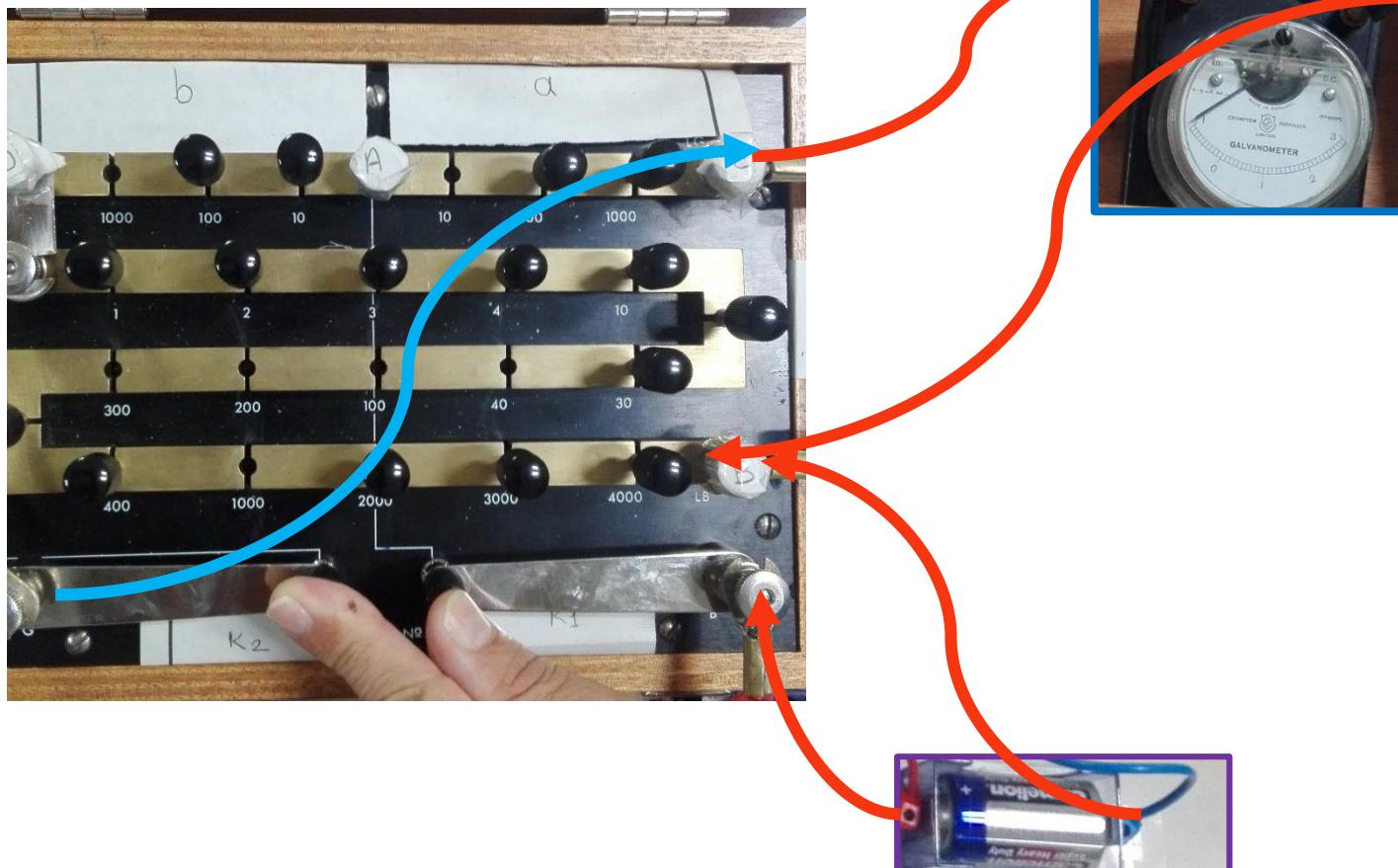




مقاومت معادل سری:



۱- مدار شکل ۴ را بیندید. مقدار مقاومتهای معلوم a و b را ۱۰۰۰ انتخاب کنید. چرا؟



- ۲- کلید ۱ را وصل می‌کنیم و جریان عبوری از گالوانومتر را یادداشت می‌کنیم.
- ۳- کلید ۱ و ۲ را همزمان وصل می‌کنیم و با تغییر مقاومت متغیر جریان را به همان مقدار مرحله قبل می‌رسانیم. در این حالت پل و تستون در حالت تعادل قرار دارد.
- ۴- از طریق رابطه زیر مقدار مقاومت درونی گالوانومتر را محاسبه می‌کنیم.

$$X_G = \left(\frac{a}{b}\right) \times R = R$$

با تشکر از  
توجه شما

