

به نام خدا

## آزمایشگاه مجازی فیزیک ۲

فاطمه صداقت

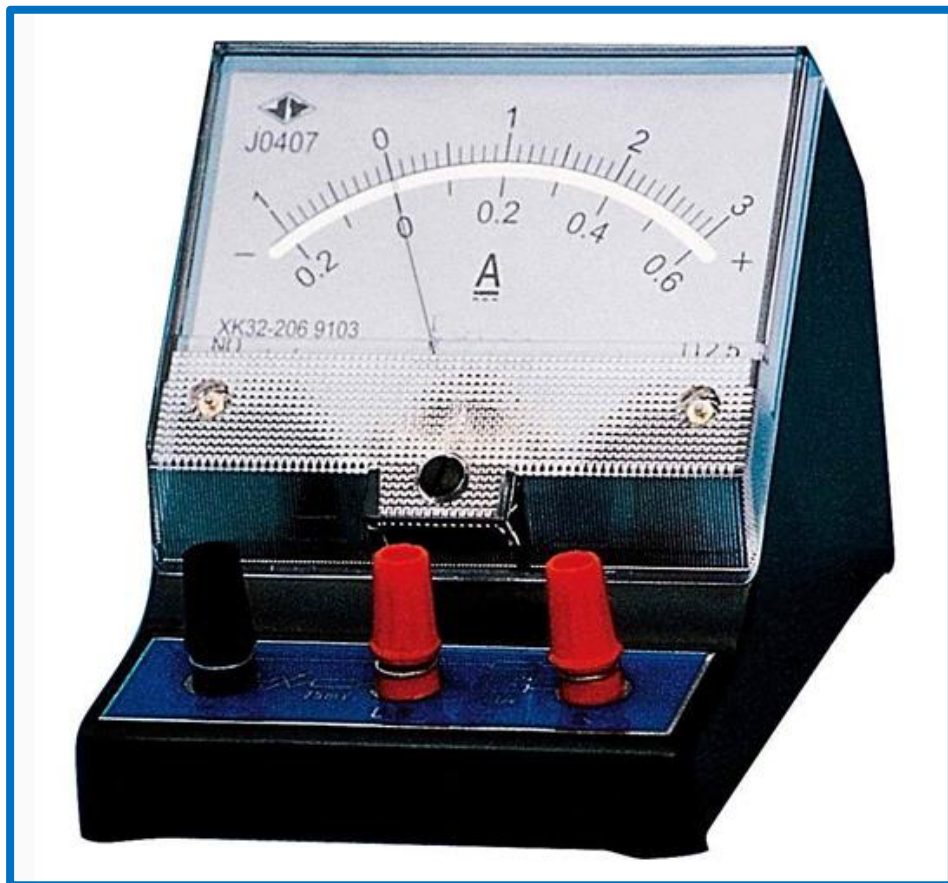
(@physics2\_lab)

جلسه چهارم - آزمایش پل وتستون



## آشنایی با گالوانومتر:

گالوانومتر وسیله‌ای برای اندازه‌گیری مقدار و جهت جریان است.

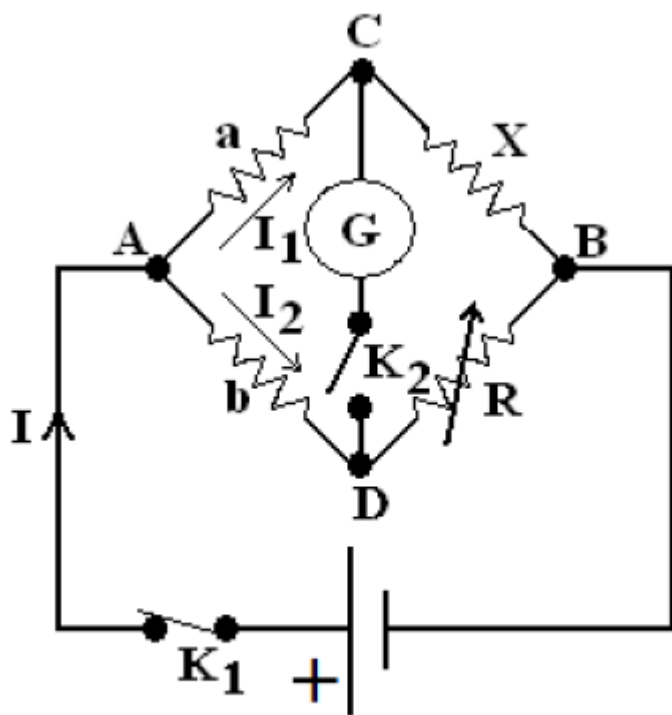


## تئوری آزمایش:

آزمایش پل وتستون برای اندازه گیری یک مقاومت مجهول به کار می رود. این آزمایش برای محدوده خاصی از مقاومتها، دارای دقت ۰.۰۱ است.

این مدار به عناصر زیر احتیاج دارد:

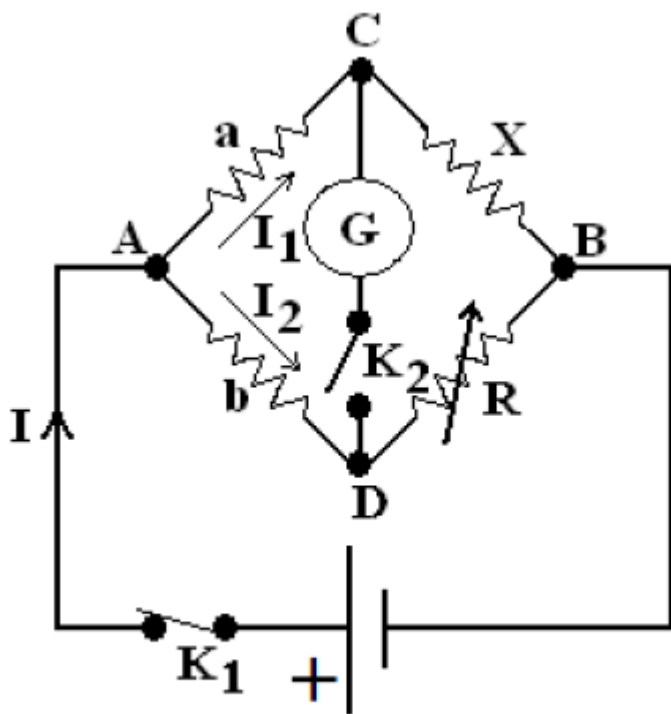
- ❖ منبع تغذیه (باتری)
- ❖ دو کلید قطع و وصل
- ❖ گالوانومتر
- ❖ دو مقاومت معلوم
- ❖ یک مقاومت متغیر
- ❖ مقاومت مجهول
- ❖ سیم رابط



شکل ۱: مدار پل وتستون

## 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.



شکل 1: مدار پل وتستون

$$I_G = 0$$



$$V_C = V_D$$

$$V_C - V_A = V_D - V_A$$



$$aI_1 = bI_2$$

$$V_C - V_B = V_D - V_B$$



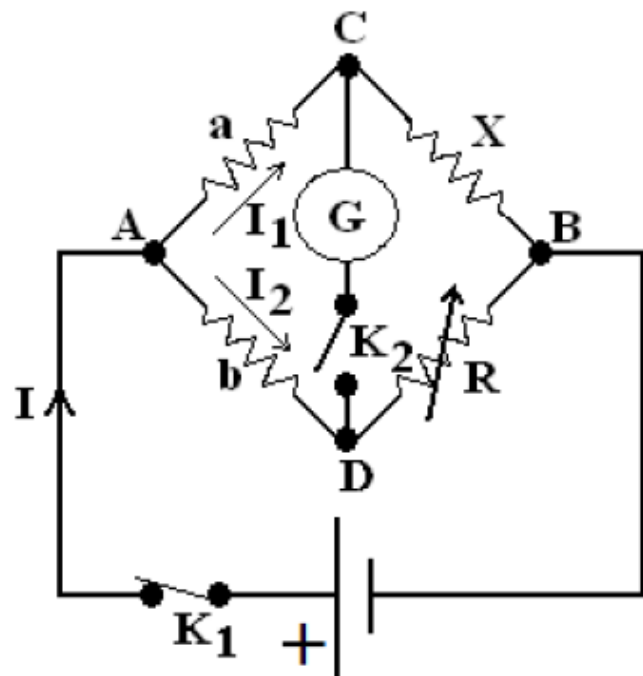
$$XI_1 = RI_2$$

$$\frac{aI_1}{XI_1} = \frac{bI_2}{RI_2}$$

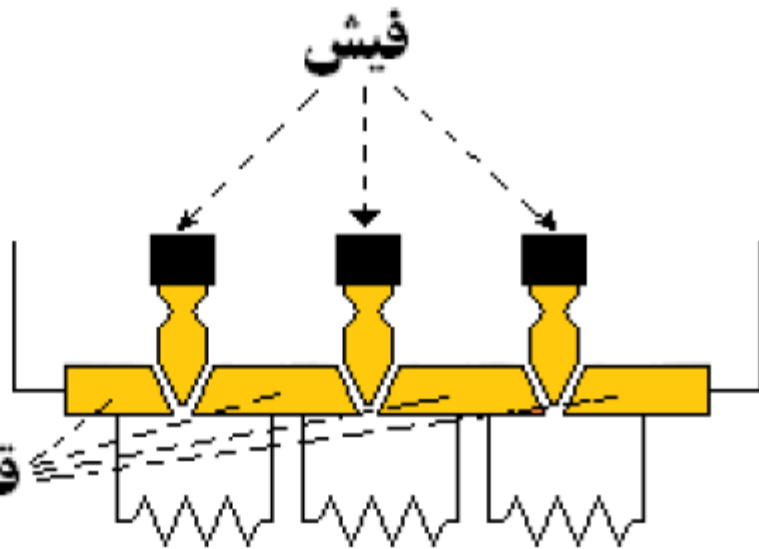
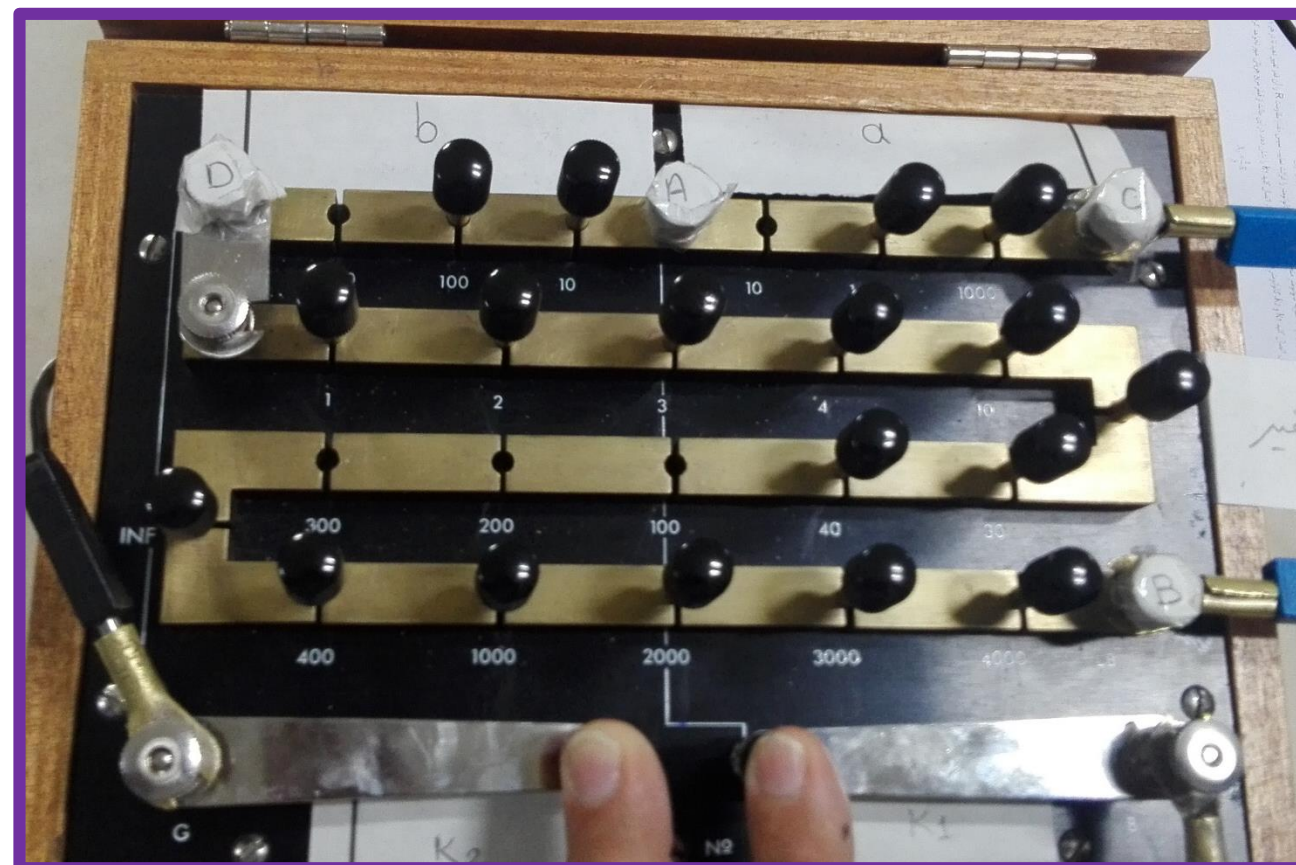


$$X = \left(\frac{a}{b}\right) R$$

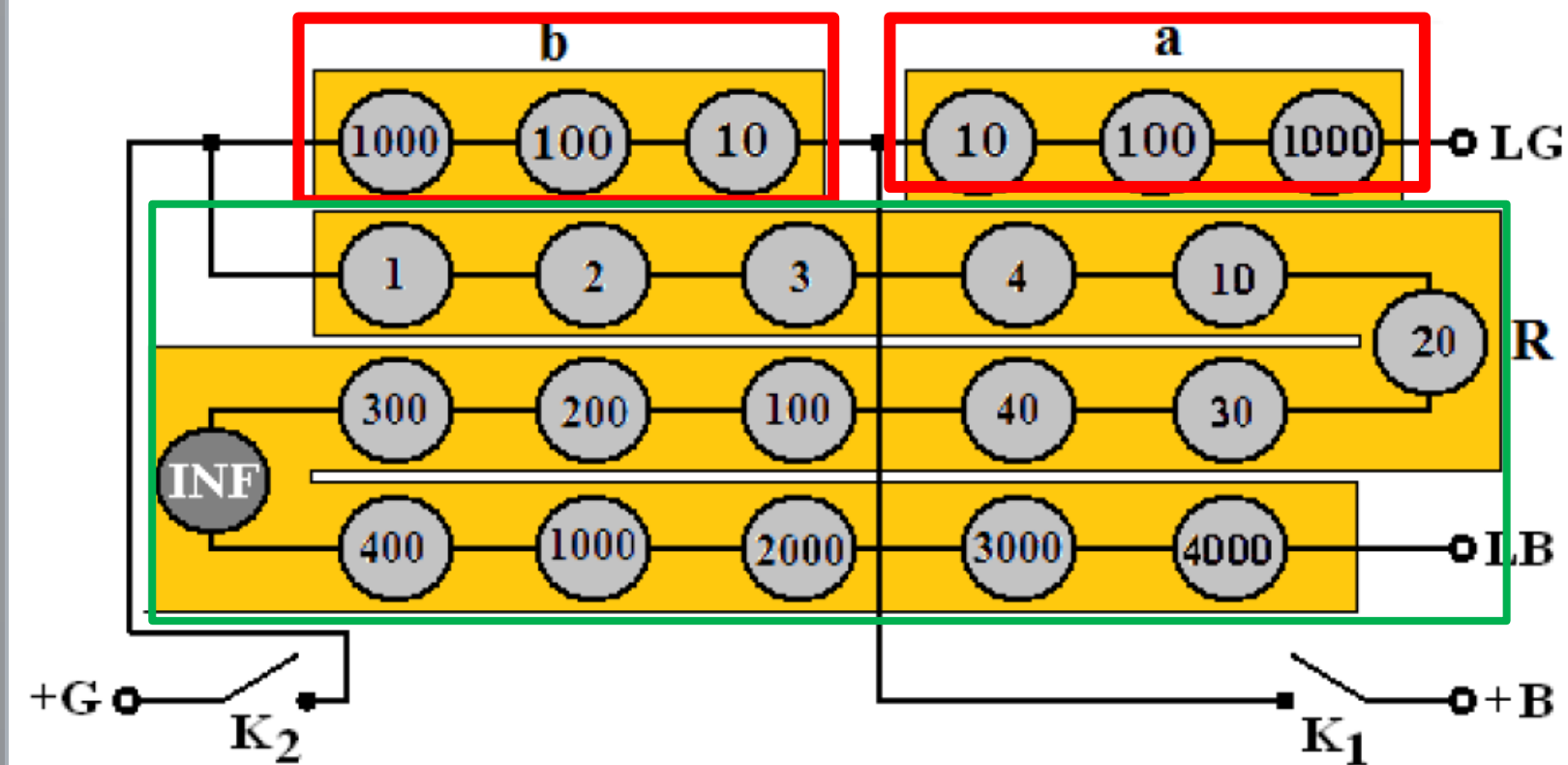
## جعبه پل وتستون:



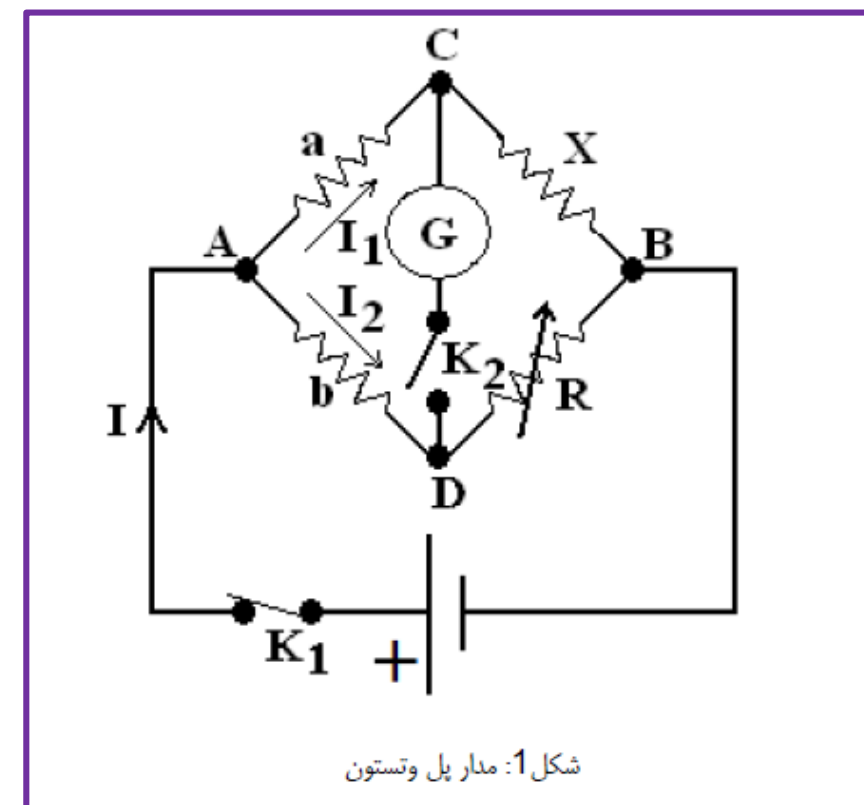
شکل 1: مدار پل وتستون







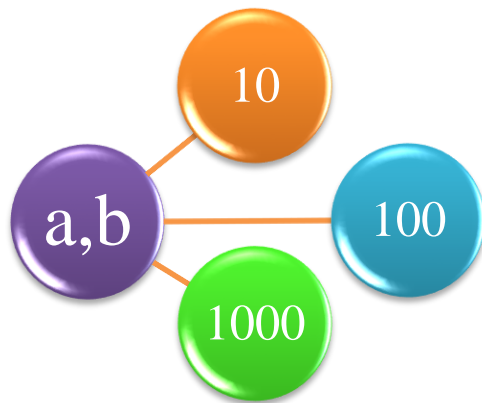
شکل 3: موقعیت مقاومتهای  $a$ ،  $b$  و  $R$  و نیز کلیدهای  $K_1$  و  $K_2$  روی دستگاه پل و تستون



شکل 1: مدار پل و تستون

## محاسبه دقت آزمایش:

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



❖ با توجه به محدوده مقاومت متغیر از ۱ تا ۱۱۱۱۰ اهم می توان دقت پل و تستون را به صورت زیر محاسبه کرد:

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

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

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

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

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

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؟

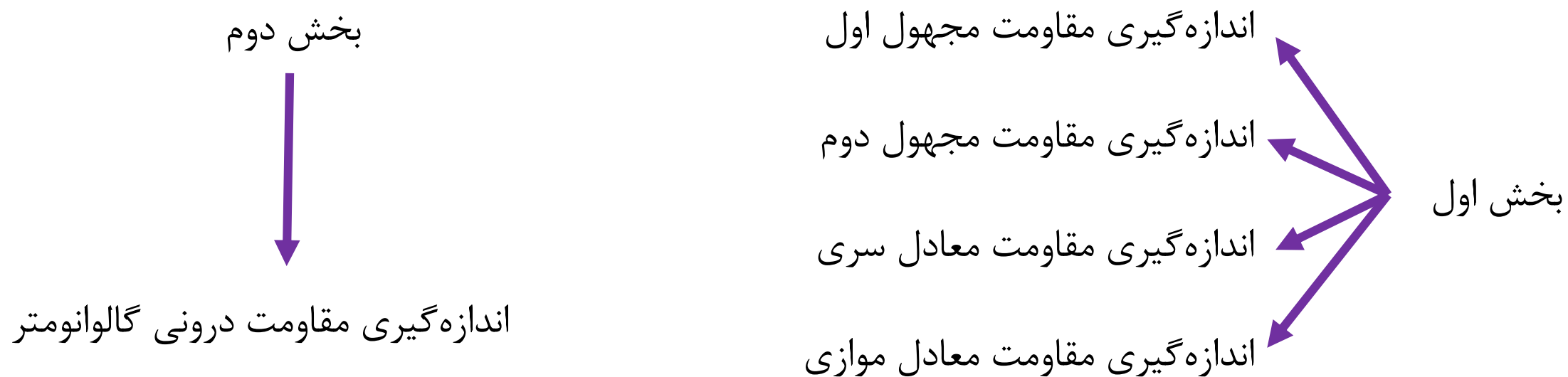
a	b	دقت	حداقل مقاومت	حداکثر مقاومت
۱۰	۱۰۰۰	۰.۰۱	۰.۰۱	۱۱۱۱.۰
۱۰۰	۱۰۰۰	۰.۱	۰.۱	۱۱۱۱۰
۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱	۱	۱۱۱۱۰





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

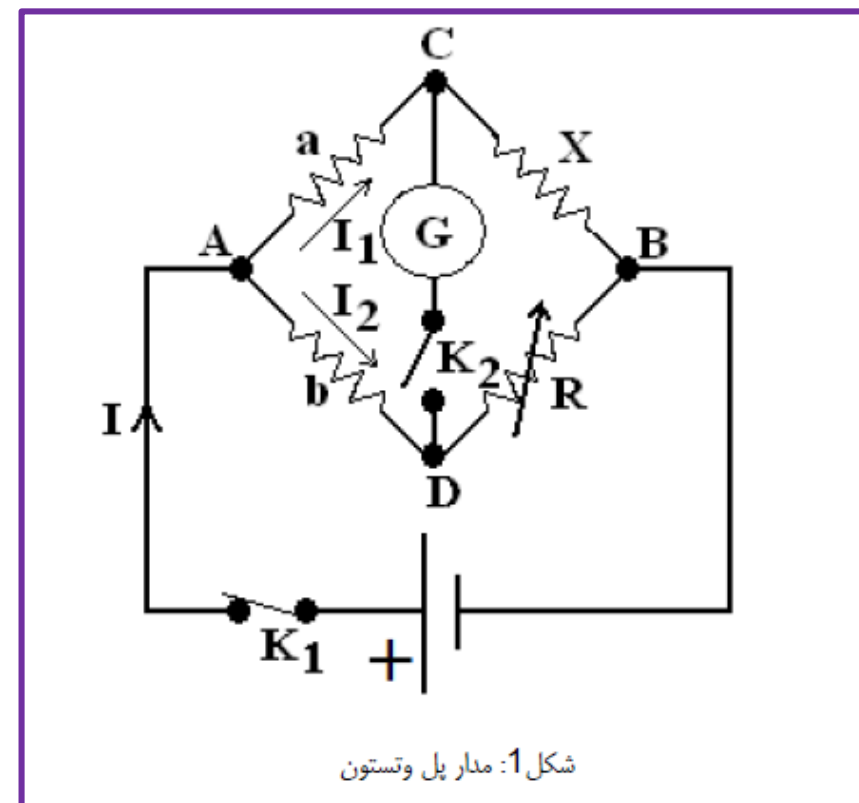
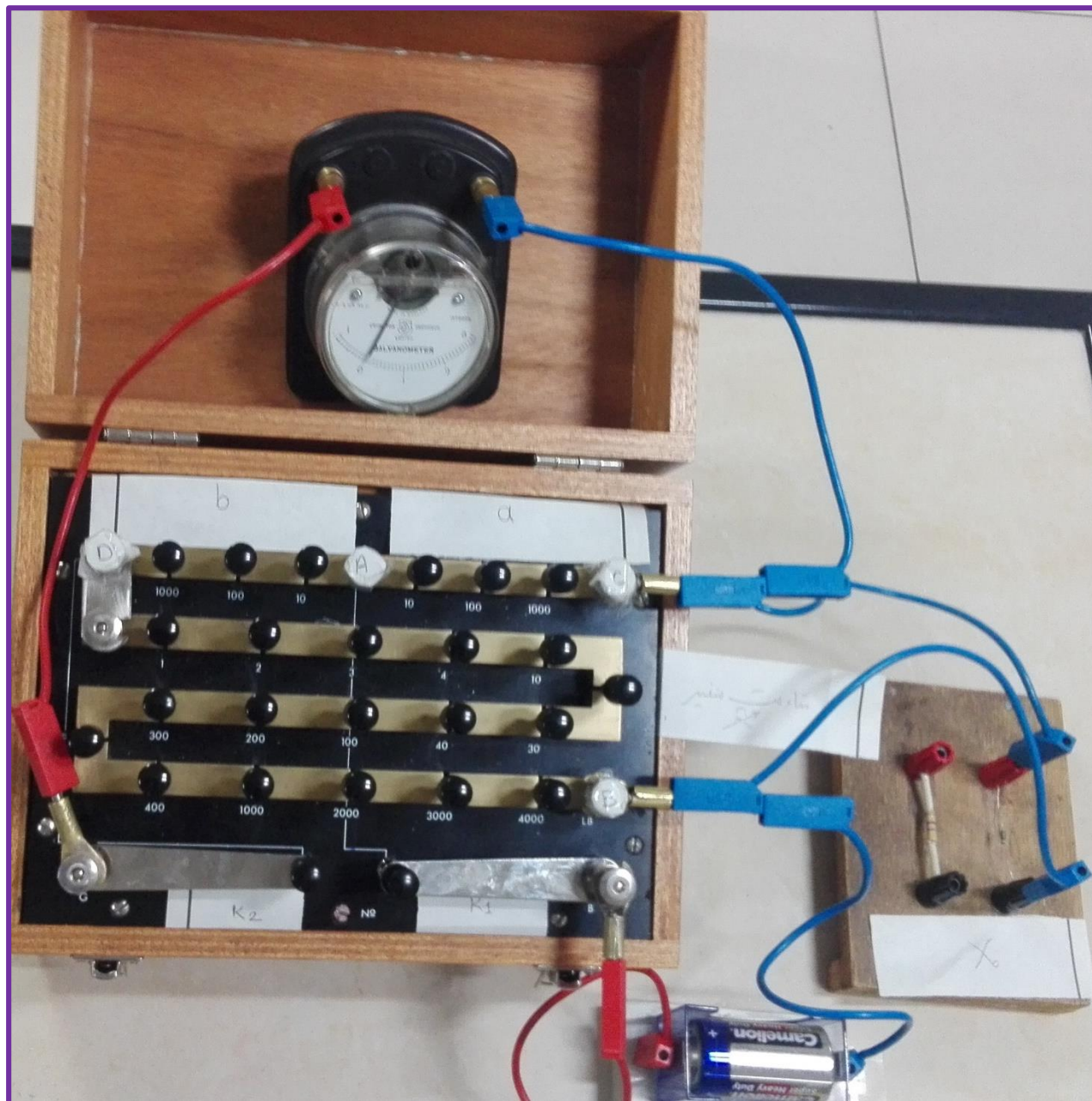
**وسایل آزمایش:** جعبه پل وتستون، گالوانومتر، مقاومت مجهول، باتری، سیم های رابط





## شرح آزمایش (بخش اول):

۱- مدار شکل ۱ را ببندید.

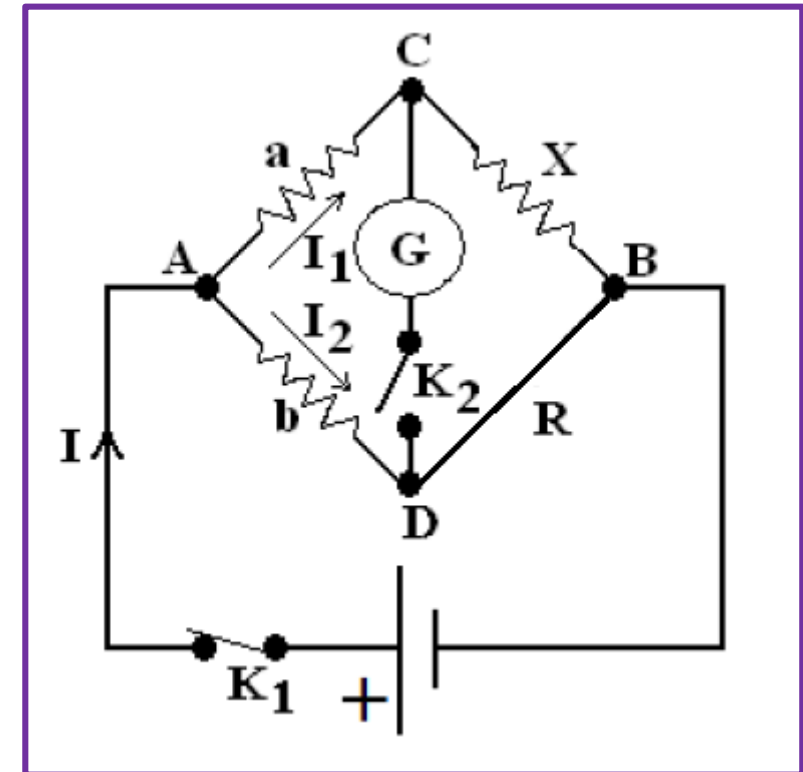


شکل ۱: مدار پل وتستون



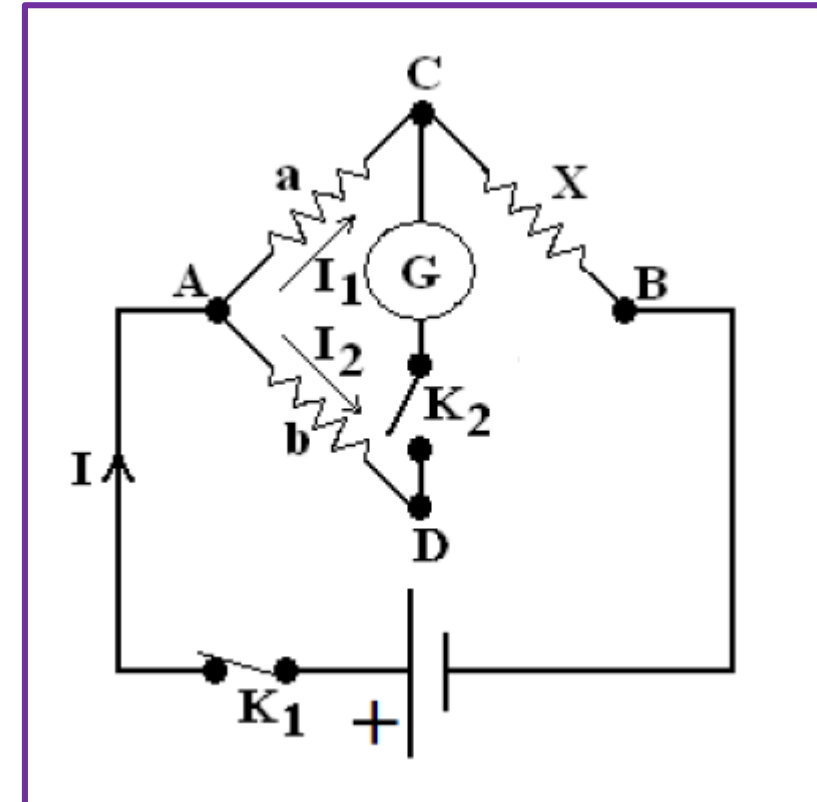
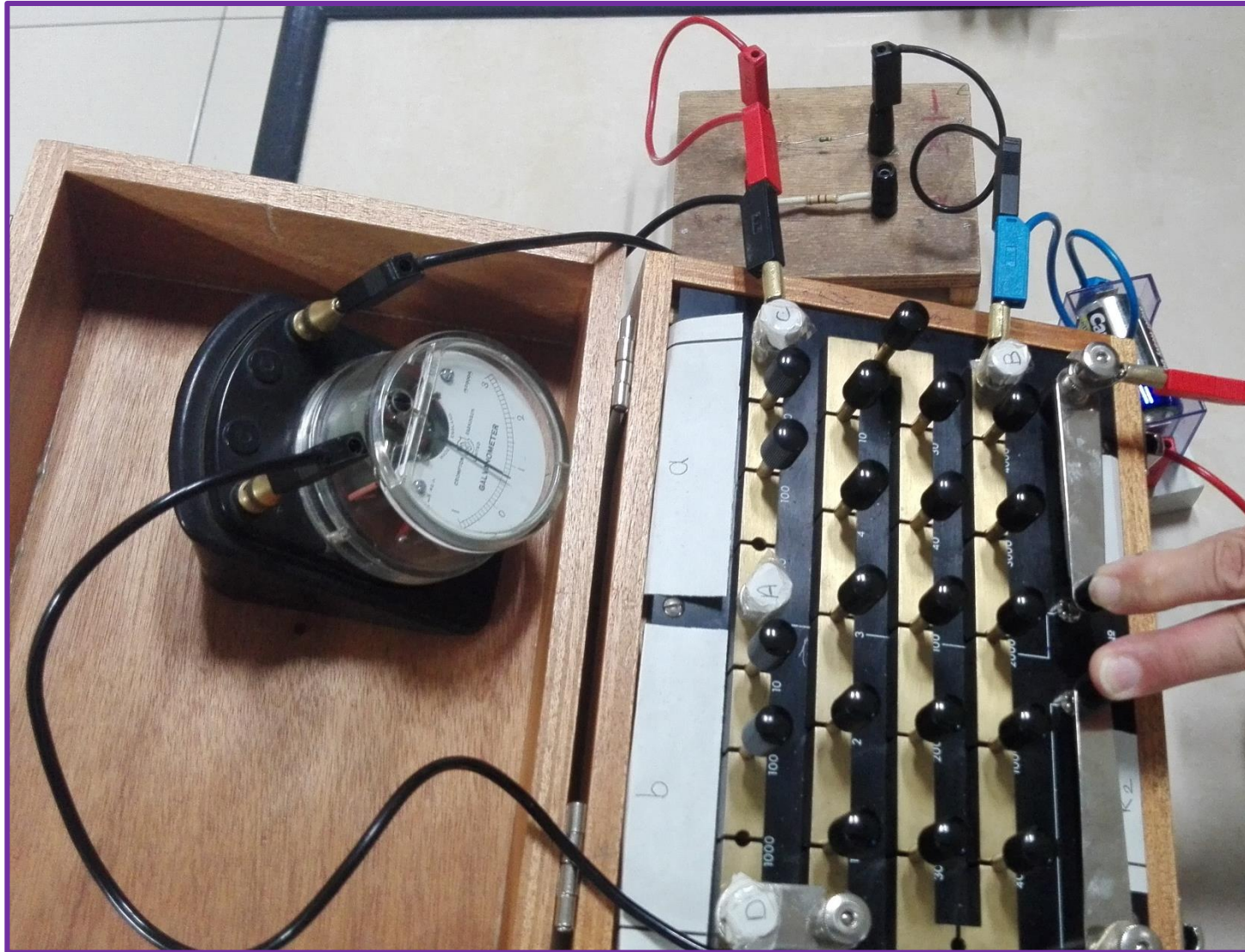
۲- مدار را تست کنید. این تست در دو گام انجام می شود:

✓ مقاومت متغیر را صفر قرار می دهیم.



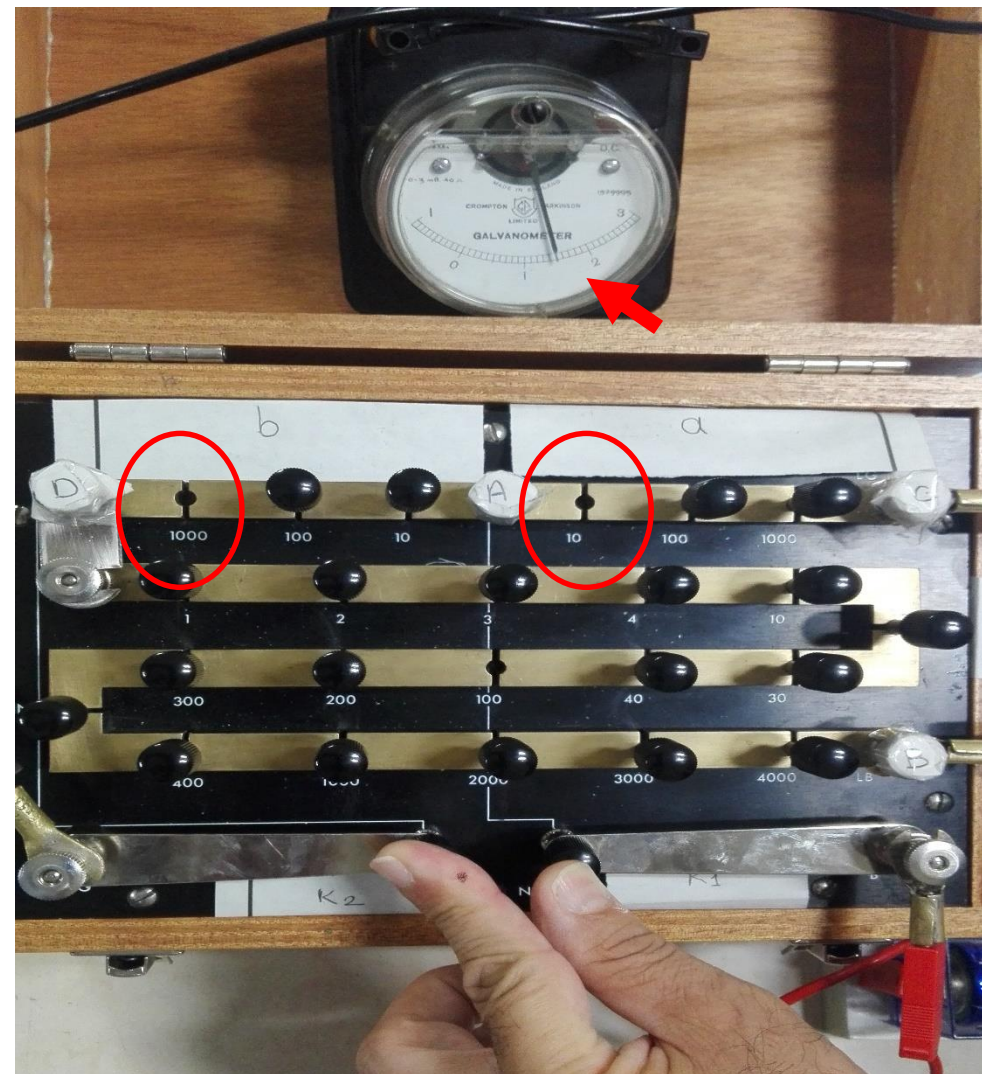
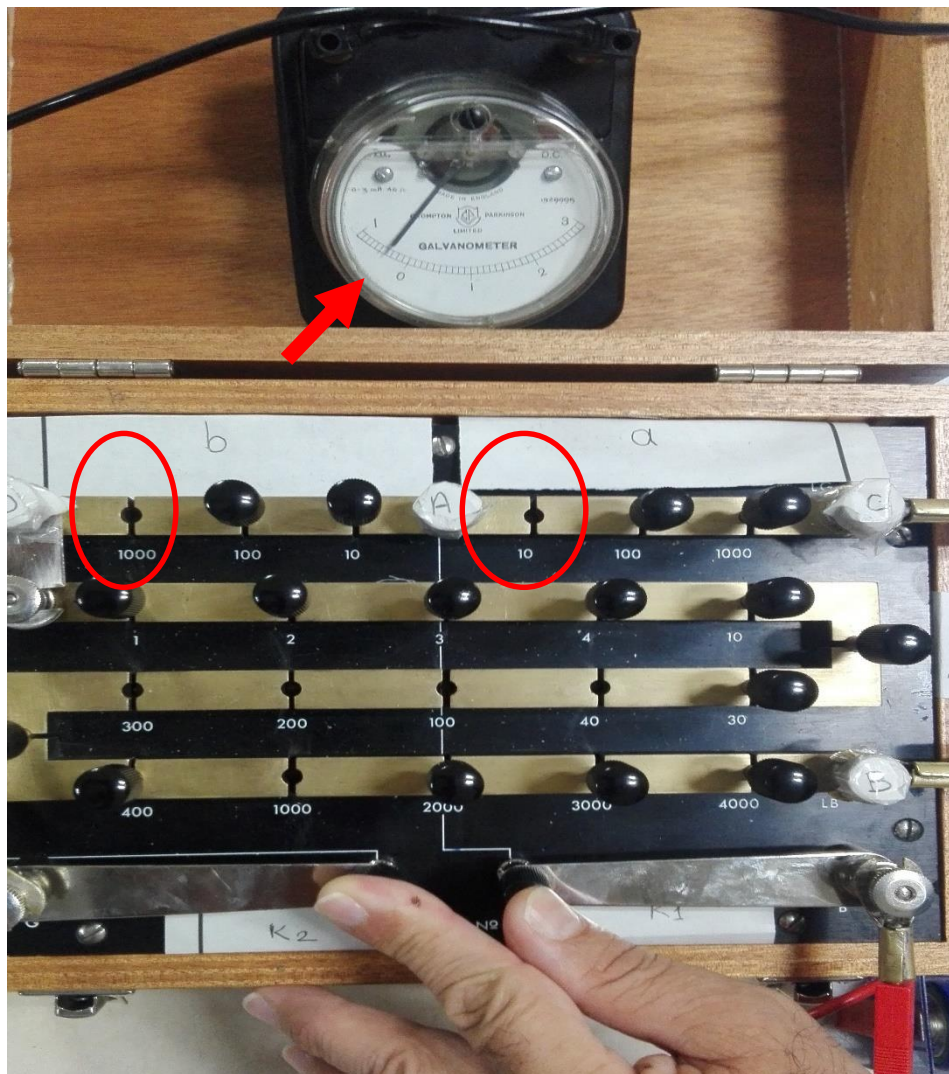


مقاومت متغیر را بینهایت قرار می دهیم.



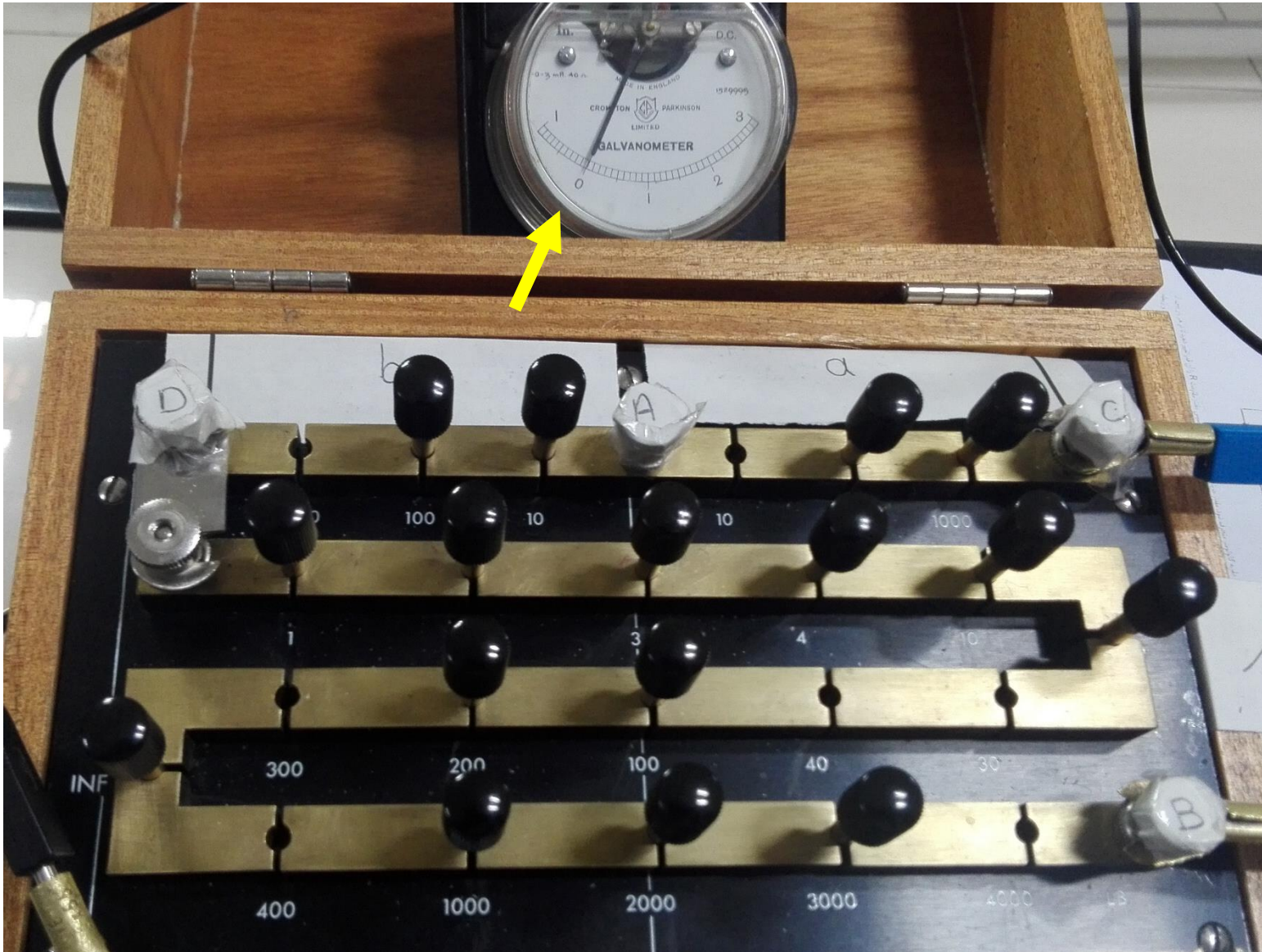


۳- در ابتدا بهترین دقت دستگاه را انتخاب می‌کنیم، پس از آن دستگاه را با تغییر مقاومت متغیر در حالت تعادل قرار می‌دهیم. در شکل‌های زیر مدار در تعادل قرار ندارد.





با ادامه تغییرات مقاومت متغیر در نهایت داریم:





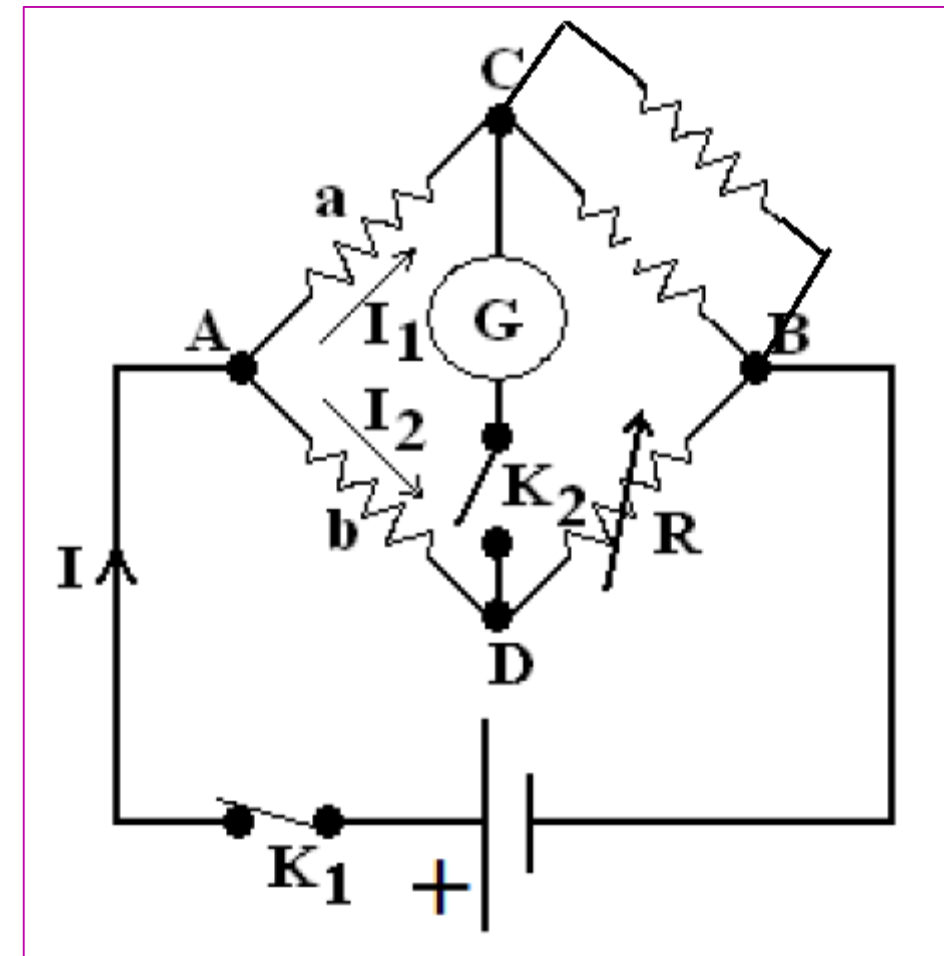
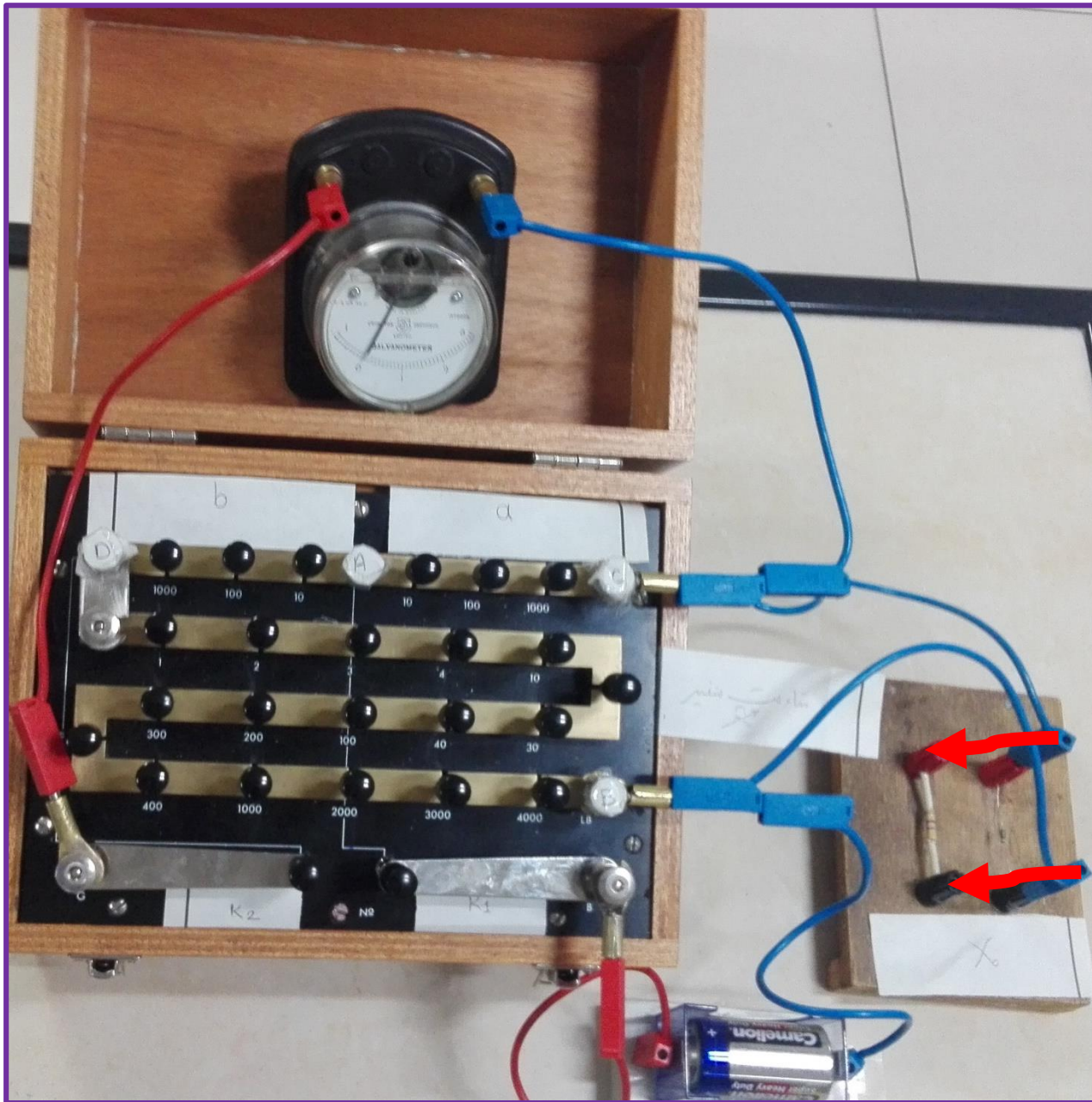
برای چهار حالت این کار را انجام می دهیم:

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

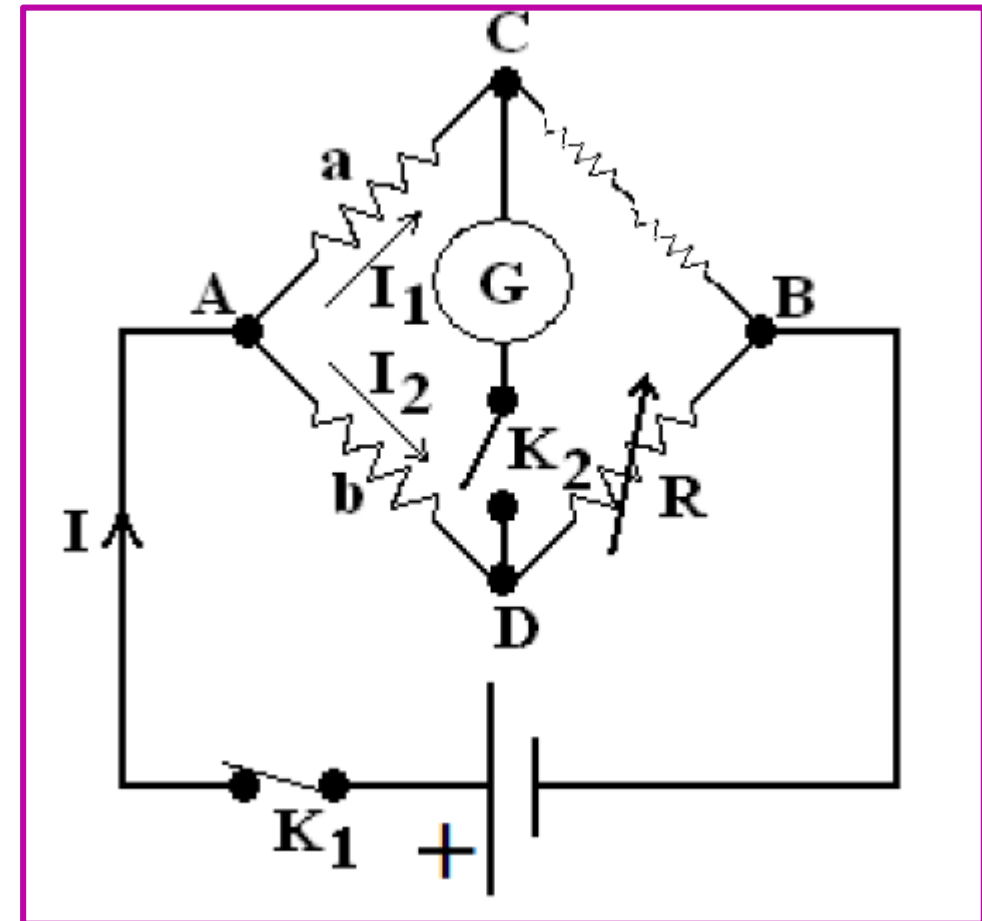
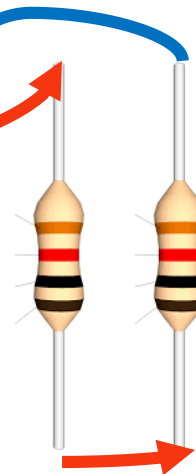
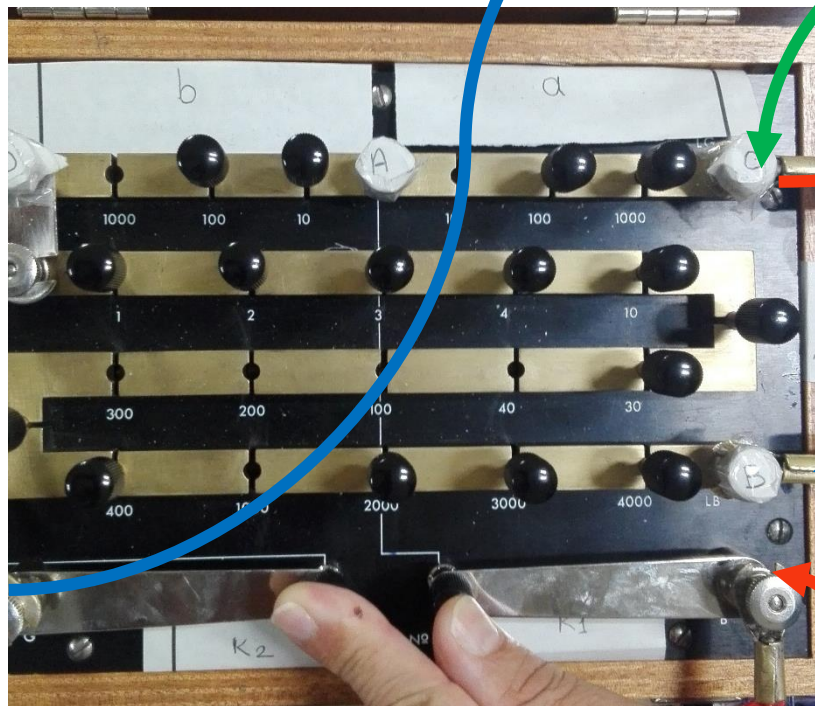
	$X \pm \Delta X$ (آهستگی) ( $\Omega$ )	$\frac{a}{b}$	$R(\Omega)$	$\frac{a}{b} R \pm \Delta X$ با استفاده از پل و تسون
$X_1$	$4.70 \pm 0.23$	0.01	473	?
$X_2$	$47 \pm 2.3$	0.01	4700	?
$X_S$	$X_S \pm \Delta X_S$ ①	0.01	5170	?
$X_P$	$X_P \pm \Delta X_P$ ②	0.01	430	?

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

## مقاومت معادل موازی:

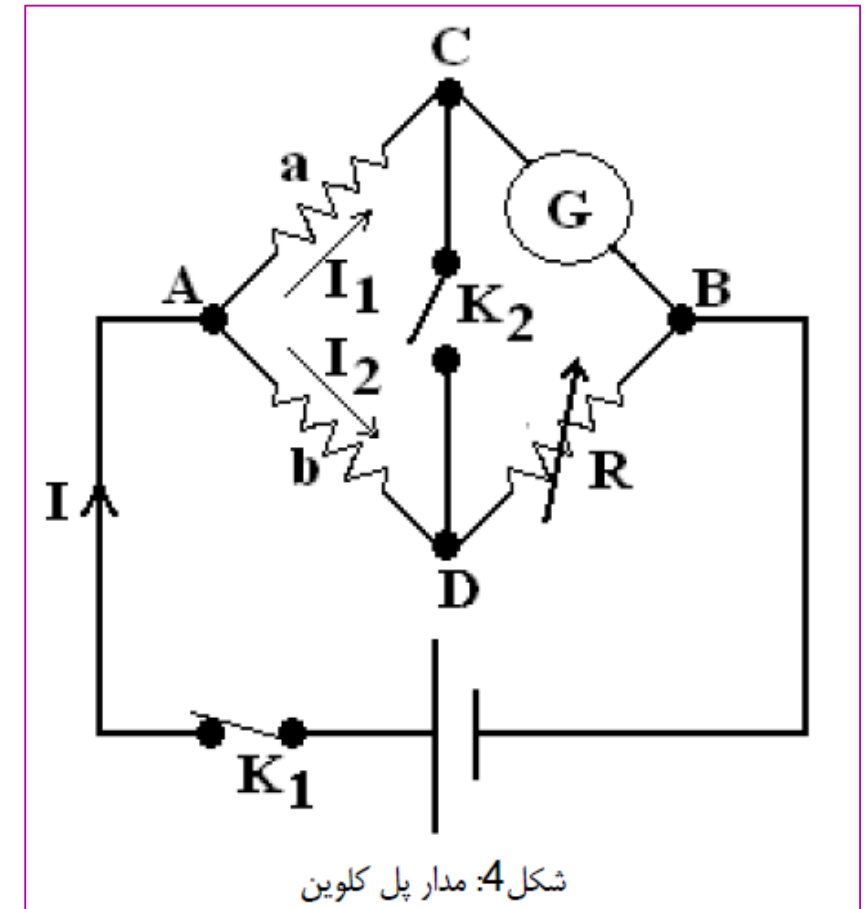
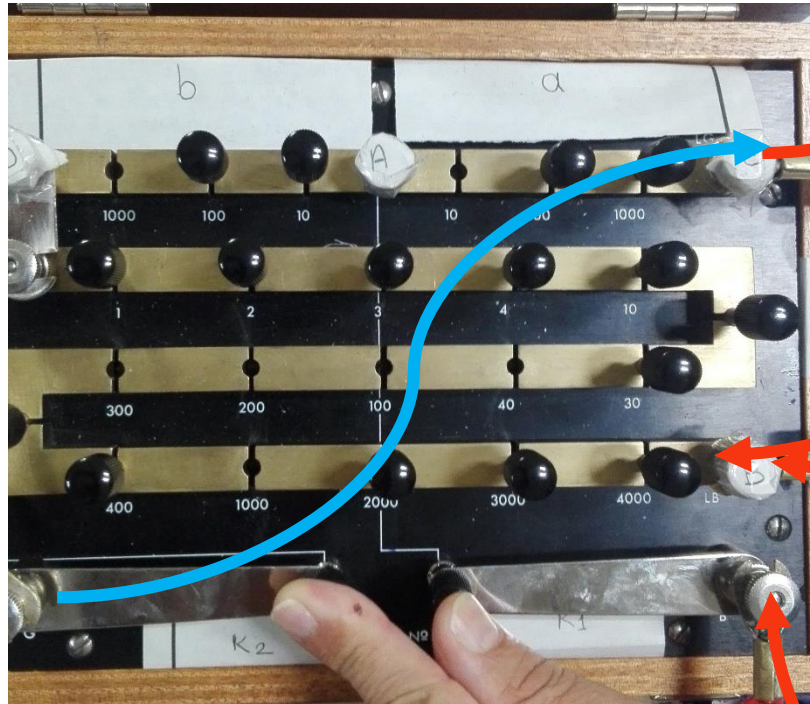


# مقاومت معادل سری:





۱- مدار شکل ۴ را ببندید. 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

