

آزمایش شماره ۹

نیروی محرکه پیل

هدف آزمایش

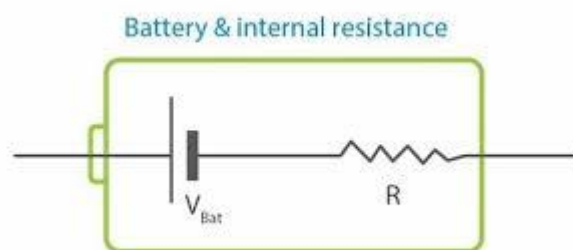
- (۱) اندازه‌گیری نیروی محرکه پیل
- (۲) اندازه‌گیری مقاومت داخلی پیل
- (۳) بهم بندی سری و موازی پیل ها

وسایل مورد نیاز

منبع تغذیه، پیل‌های مختلف، آمپر متر، ولت متر، رئوستا، گالوانومتر، جعبه مقاومت، مقاومت‌های مختلف، سیم‌های رابط، کلیدهای فشاری و معمولی

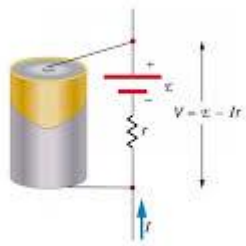
تئوری آزمایش

(۱) نیروی محرکه پیل



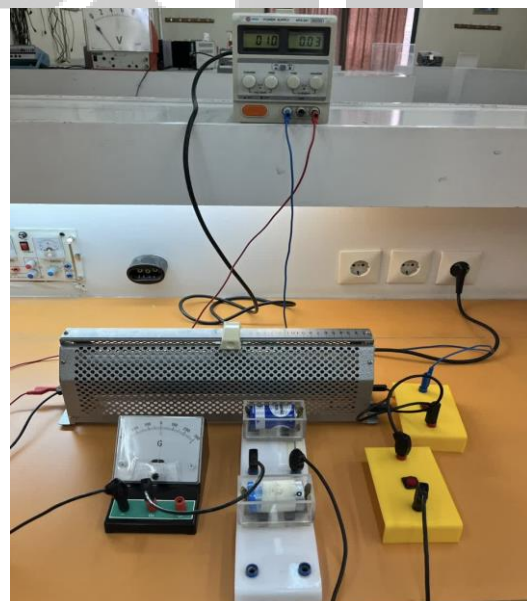
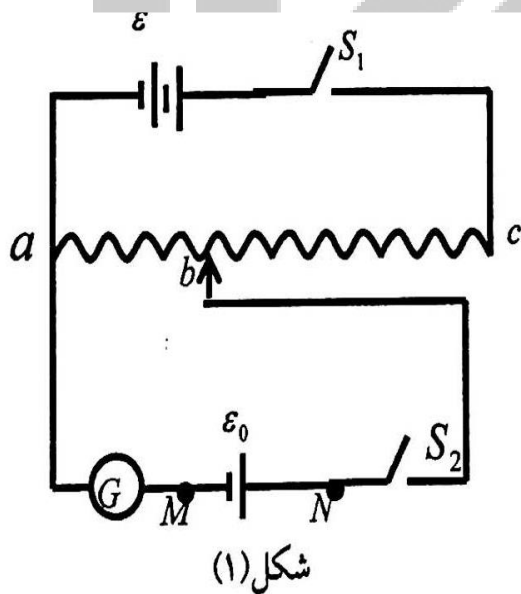
هنگامی که از یک منبع تغذیه (پیل)، جریان الکتریکی می‌گیریم، جریان از خود منبع تغذیه نیز عبور می‌کند هر منبع تغذیه دارای یک مقاومت داخلی است از این رو مقداری از انرژی الکتریکی تولید شده در منبع، صرف غلبه بر مقاومت داخلی آن می‌شود. اتلاف انرژی در داخل منبع تغذیه، سبب کاهش اختلاف پتانسیل دو سر آن می‌شود.

هرگاه دو سر ولت‌متر را به دو سر پیل با نیروی محرکه $\mathcal{E}$ و مقاومت داخلی r وصل کنیم آنچه ولت‌متر نشان می‌دهد اختلاف پتانسیل دو سر پیل (V) است که برابر است با:



$$V = \mathcal{E} - rI \quad (1)$$

به این ترتیب، در صورتی اختلاف پتانسیل دو سر پیل V و نیروی محرکه آن $\mathcal{E}$ با یکدیگر برابر خواهند شد که r و یا I صفر باشد. مقاومت داخلی پیل مقداری غیر صفر دارد که به ویژگی‌های اجزای تشکیل دهنده پیل و مدت کارکرد آن بستگی دارد. بنابراین هنگامی که به منظور اندازه‌گیری نیروی محرکه پیل، ولت‌متر را به دو سر پیل وصل می‌کنیم آنچه ولت‌متر نشان می‌دهد اختلاف پتانسیل دو سر آن و نه نیروی محرکه آن است. هر قدر بتوان شدت جریان عبوری از پیل را کاهش داد V به $\mathcal{E}$ نزدیکتر خواهد شد. اگر از ولت‌متر الکتریکی با مقاومت داخلی زیاد استفاده کنیم می‌توان تا حد امکان V را $\mathcal{E}$ نزدیک کرد، اما اگر مقاومت داخلی پیل کوچک و دقت زیاد مورد نظر باشد این روش ناکارآمد خواهد بود. یک روش مناسب برای اندازه‌گیری نیروی محرکه پیل، استفاده از مدار پتانسیومتر است.





پتانسیومتر

پتانسیومتر که در شکل (۱) نشان داده شده است دستگاهی است که نیروی محرکه پیل را بدون اینکه جریانی از آن عبور کند اندازه می‌گیرد. در این مدار ابتدا پیلی با نیروی محرکه معلوم بین نقاط M, N قرار داده می‌شود و با تغییر لغزنده رئوستا، مدار را طوری تنظیم می‌کنند که گالوانومتر صفر را نشان دهد. از قانون حلقه می‌توان نوشت:

$$\varepsilon_0 = R_{0ab}I \quad (۲)$$

که R_{0ab} مقاومت بین سر ثابت و لغزنده رئوستاست سپس پیل با نیروی محرکه مجهول جایگزین می‌شود و مانند مورد قبل عمل می‌کنند. به طور مشابه می‌توان نوشت:

$$\varepsilon_0 = R_{xab}I \quad (۳)$$

از تقسیم روابط (۲) و (۳) نیروی محرکه مجهول به دست می‌آید:

$$\varepsilon_x = \varepsilon_0 \frac{R_{xab}}{R_{0ab}} \quad (۴)$$

اگر سیم رئوستا یکنواخت باشد نسبت مقاومت‌ها برابر با نسبت طول بین سر ثابت و لغزنده رئوستاست به بیان ریاضی:

$$\varepsilon_x = \varepsilon_0 \frac{L_{xab}}{L_{0ab}} \quad (۵)$$

به این ترتیب با اندازه‌گیری L_{xab} و L_{0ab} و با معلوم بودن ε_0 ، می‌توان ε_x را محاسبه کرد.

دانشگاه بوعلی سینا

۲) مقاومت داخلی پیل

مقاومت داخلی پیل را به دو روش می‌توان اندازه گرفت. روش اول، مداری است که در شکل (۲) نشان داده شده و شامل مقاومت R و یک پیل با نیروی محرکه $\mathcal{E}$ و مقاومت داخلی r است. از قانون حلقه می‌توان نوشت:

$$\mathcal{E} - RI - rI = 0 \quad (۶)$$

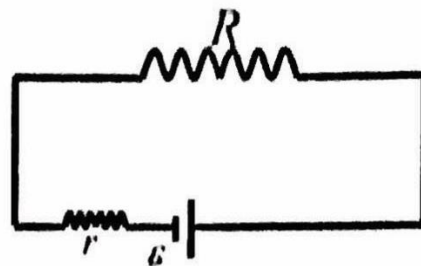
و یا

$$r = \frac{\mathcal{E} - RI}{I} \quad (۷)$$

اگر V اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت باشد رابطه فوق را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$r = \frac{R(\mathcal{E} - V)}{V} \quad (۸)$$

با داشتن $\mathcal{E}$ ، R ، V می‌توان مقاومت داخلی پیل را محاسبه کرد.



شکل (۲)

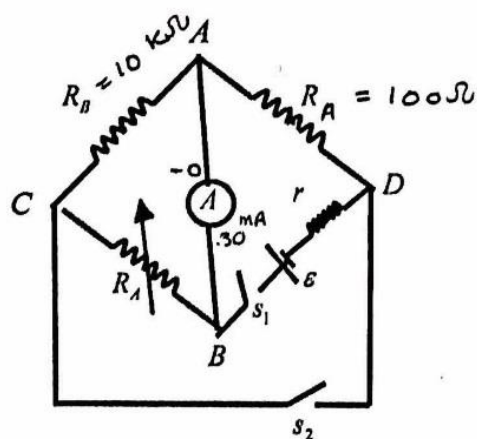
روش دوم که به روش مانس موسوم است در شکل (۳) نشان داده شده است. مقاومت‌های R_A و R_B معلوم، مقاومت R یک مقاومت متغیر از نوع جعبه مقاومت است و r مقاومت داخلی پیل است. بین نقاط A و B آمپرمتری قرار داده شده است که عبور جریان را نشان می‌دهد. اگر مقاومت متغیر R را تغییر دهیم تا با قطع و وصل کلید S_2 جریان آمپرتر تغییر نکند و به علاوه مقدار مقاومت R کوچکترین مقدار باشد، آنگاه نقاط C و D هم پتانسیل خواهند بود. همچنین جریانی که از مقاومت‌های R_A و R_B و نیز مقاومت‌های r و R می‌گذرد یکسان است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$R_A I = r I \quad (۹)$$

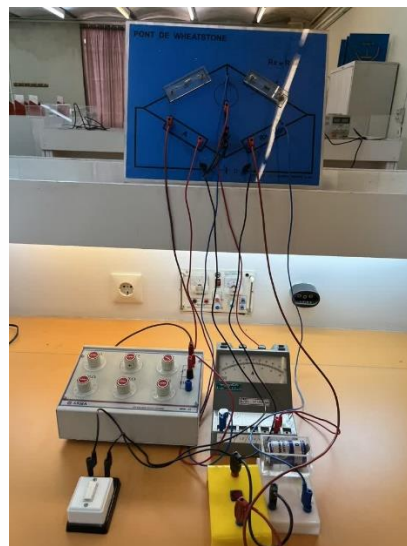
$$R_B I = R I \quad (۱۰)$$

از تقسیم دو رابطه به صورت زیر می‌توان مقاومت داخلی پیل را به دست آورد:

$$r = R \frac{R_A}{R_B} \quad (۱۱)$$



شکل (۳)



روش آزمایش

۱) اندازه‌گیری نیروی محرکه پیل

ابتدا ولتاژ دو سر باتری $\mathcal{E}_x$ را با ولتمتر اندازه‌گیری کرده و در جدول (۱) یادداشت کنید. سپس مدار شکل (۱) را ببندید. ولتاژ منبع تغذیه را ۳ ولت انتخاب کنید. باتری با نیروی محرکه معلوم $\mathcal{E}_0$ را در محل (بین نقاط NM) قرار دهید. کلیدهای S_1 و S_2 را ببندید. با تغییر لغزنده رئوس، جریان گالوانومتر را صفر کنید. در این زمان، فاصله بین سر ثابت و لغزنده رئوس (طول L_{0ab}) را اندازه‌گیری نمایید. سپس باتری مجهول $\mathcal{E}_x$ را در محل مورد نظر قرار داده و آزمایش را مشابه حالت قبل تکرار کرده و طول L_{xab} را اندازه‌گیری کنید. مقادیر L_{xab} و L_{0ab} و $\mathcal{E}_0$ را در جدول (۱) یادداشت کرده و از رابطه (۵)، $\mathcal{E}_x$ را محاسبه کرده و در جدول (۱) بنویسید.

$\mathcal{E}_x$ با ولتمتر	$\mathcal{E}_0$	L_{0ab}	L_{xab}	$\mathcal{E}_x$ با پتانسیومتر

جدول (۱)

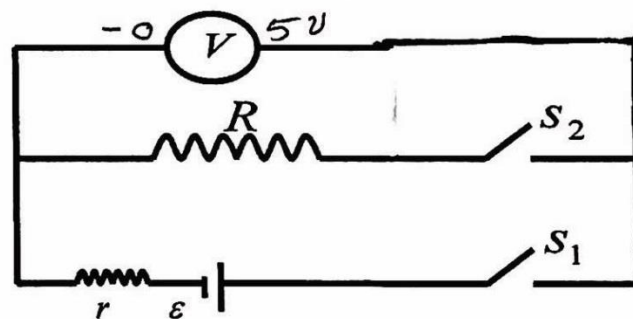
دانشگاه بوعلی سینا

۲) اندازه‌گیری مقاومت داخلی پیل

ابتدا مدار شکل (۴) را ببندید. از پایانه ۵V ولت‌متر استفاده کنید. کلید S_1 را بسته و ولتاژ دو سر باتری را که تقریباً برابر با نیروی محرکه آن است با استفاده از ولت‌متر اندازه بگیرید. کلید S_2 را فشار داده و مقدار جدید ولتاژ دو سر باتری (V) را از روی ولت‌متر بخوانید. مقادیر اندازه‌گیری شده را در جدول (۲) یادداشت کرده و با استفاده از رابطه (۸) مقاومت داخلی باتری را به دست آورید.

$R(\Omega)$	$\varepsilon(\text{Volt})$	$V(\text{Volt})$	$r(\Omega)$
۱۰			

جدول (۲)



شکل (۴)

اینک با استفاده از روش مانس مقاومت داخلی باتری را به دست آورید. برای این منظور مدار شکل (۳) را ببندید. از پایانه ۳۰mA آمپرتر استفاده کنید. باتری را بین نقاط BD قرار دهید. کلید S_1 را بسته و با قطع و وصل کلید S_2 و تغییر مقاومت R وضعیتی را بوجود آورید که جریان آمپرتر تغییر نکند. و نیز مقدار جعبه مقاومت کمترین مقدار ممکن باشد. در این حالت مقدار R را خوانده و در جدول (۳) یادداشت کنید. با استفاده از رابطه (۱۱) مقاومت داخلی باتری را به دست آورده و در همین جدول بنویسید.

$R(\Omega)$	$R_B(\Omega)$	جعبه مقاومت $R(\Omega)$	$r(\Omega)$
۱۰۰			

جدول (۳)

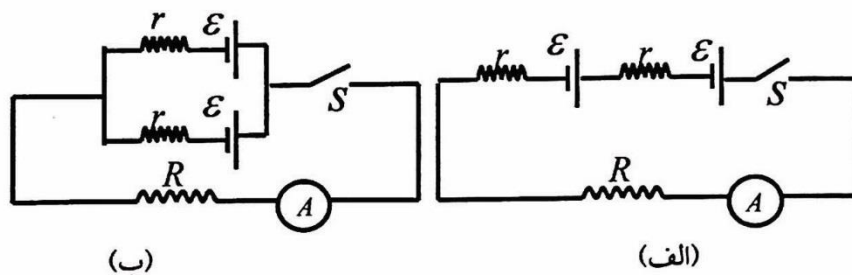
دانشگاه بوعلی سینا

۳) بهم‌بندی سری و موازی پیل‌ها

مداری مطابق شکل (۵-الف) و (۵-ب) آماده کنید. در شکل (۵-الف) دو باتری با نیروی محرکه $\mathcal{E}$ و مقاومت داخلی r به صورت متوالی و در شکل (۵-ب) به یکدیگر بسته شده‌اند. از پایانه آمپر متر $30mA$ استفاده کنید. مقاومت را 10 اهم اختیار کنید. کلید را فشار دهید. برای هر دو طریقه به هم بستن، جریان عبوری از آمپر متر را بخوانید و در جدول (۴) بنویسید. همین آزمایش را برای مقاومت 680 اهمی تکرار کرده و در جدول (۴) بنویسید.

$R_1 = 680\Omega$	$R_1 = 10\Omega$	
		$I(mA)$ (حالت متوالی)
		$I(mA)$ (حالت موازی)

جدول (۴)



شکل (۵)



محاسبات، بررسی نتایج، پرسش‌ها

- ۱) مقادیری را که برای ε_x در جدول (۱) با استفاده از ولتمتر و پتانسیومتر به دست آوردید با یکدیگر مقایسه کرده و درصد اختلاف را محاسبه کنید.
- ۲) علت اختلاف این دو مقدار را کاملاً توضیح دهید.
- ۳) مقاومت داخلی باتری را که با استفاده از دو روش مختلف در جداول (۲) و (۳) به دست آوردید با یکدیگر مقایسه کرده و درصد اختلاف را محاسبه کنید.
- ۴) به نظر شما کدامیک از روش برای اندازه‌گیری مقاومت داخلی باتری دقیق‌تر است و چرا؟
- ۵) در آزمایش ۳ در کدام حالت (بهم بندی متوالی و یا موازی پیل‌ها) جریان عبوری از مقاومت بیشینه است؟
- ۶) در آزمایش ۳ در کدام حالت (بهم بندی متوالی و یا موازی پیل‌ها) نیروی محرکه بزرگتری خواهیم داشت؟
- ۷) در آزمایش ۳ در کدام حالت (بهم بندی متوالی و یا موازی پیل‌ها) مقاومت داخلی کمتری خواهیم داشت؟
- ۸) در حالت بهم بستن متوالی پیل‌ها نیروی محرکه و مقاومت داخلی معادل چقدر است؟
- ۹) در حالت بهم بستن موازی پیل‌ها نیروی محرکه و مقاومت داخلی معادل چقدر است؟