

القوة الكهربائية الدافعة وتوتر الأقطاب والقدرة

1. أهداف التجربة:

أهداف التجربة هي:

1. التعرف على المقادير الفيزيائية المتعلقة بالمصدر الكهربائي والتي هي القوة الكهربائية الدافعة وتوتر الأقطاب.
2. قياس القوة الكهربائية الدافعة والمقاومة الداخلية لبطارية معينة.
3. التعرف على علاقة القدرة على المقاومة الخارجية مع قيمة هذه المقاومة.

2. الأجهزة والأدوات:

في هذه التجربة نستخدم الأجهزة والأدوات التالية:

1. بطارية (1.5V).
2. أسلاك وبيت للبطارية.
3. مقاومة متغيرة.
4. مقاومة مقدارها 5Ω تقريبا.
5. أمبيرميتر وفولطميتر.

3. المادة النظرية:

كما نعلم، دور البطارية هو تزويد الشحنات بالطاقة اللازمة لها لكي تتحرك في الدائرة وبالتالي القيام بعمليات فيزيائية معينة كالتسخين أو تدوير محرك أو مروحة وما إلى ذلك.

القوة الكهربائية الدافعة للبطارية: مقدار الطاقة التي تزودها البطارية لكل كولون واحد من الشحنات تقوم بدفعه من خلالها يُسمى بالقوة الكهربائية الدافعة للبطارية ونرمز له بالحرف \mathcal{E} . مثلا عندما نقول أن $\mathcal{E} = 1.5J/C$ ، نفهم من هذا أن البطارية تزود كل كولون واحد تدفعه من خلالها طاقة مقدارها 1.5J. الوحدة J/C هي الفولط (V)، لهذا فإن وحدات القوة الكهربائية الدافعة هي الفولط. القوة الكهربائية الدافعة هي في الواقع التوتر على أطراف البطارية عندما لا يتبدد أي جزء من الطاقة في البطارية نفسها.

توتر الأقطاب: توتر الأقطاب والذي يُرمز له (ΔV) هو التوتر على أطراف البطارية. من المفروض أن يكون توتر الأقطاب هو نفسه القوة الكهربائية الدافعة \mathcal{E} ، لكن هذا الأمر يتحقق فقط إذا كانت البطارية مثالية (مقاومتها صفر). لكن بشكل عام توتر الأقطاب هو أقل من القوة الكهربائية الدافعة للمصدر. لكي نفهم هذا الأمر علينا أن نتذكر بأنه للبطارية توجد مقاومة داخلية، ولهذا السبب، عندما نوصل البطارية بدائرة كهربائية معينة، فإن جزء من الطاقة التي تزودها البطارية لكل كولون واحد تدفعه من خلالها، يتبدد على صورة حرارة في البطارية نفسها نتيجة مقاومتها الداخلية. لهذا ما يتبقى من الطاقة لكل كولون يخرج للدائرة يكون أقل من \mathcal{E} . مقدار الطاقة المتبقية لكل كولون بعد خروجه من المصدر يُسمى بتوتر الأقطاب ويرمز له ΔV .

العلاقة بين توتر الأقطاب (ΔV) والقوة الكهربائية الدافعة للمصدر (\mathcal{E}) والمقاومة الداخلية للمصدر (r) هي العلاقة التالية:

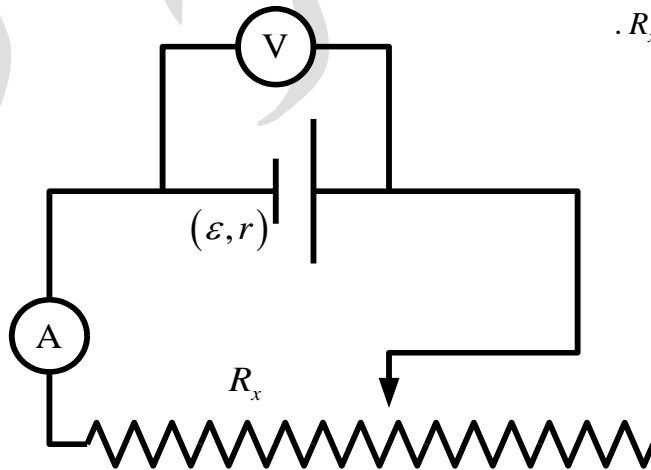
$$(1) \quad \Delta V = \mathcal{E} - rI$$

من هذه العلاقة نلاحظ:

1. بشكل عام يتحقق أن $\Delta V < \mathcal{E}$.
2. توتر الأقطاب (ΔV) يساوي القوة الكهربائية الدافعة للمصدر (\mathcal{E}) في حالتين هما: (أ) عندما المصدر مثالي $(r=0)$ ، أو (ب) عندما التيار صفر، أي عندما تكون الدائرة مفتوحة. في هذه الحالة عندما نوصل المصدر مباشرة مع الفولتميتر، فإن الفولتميتر سوف يقيس القوة الكهربائية الدافعة للمصدر (\mathcal{E}) .

القدرة على المقاومة الخارجية:

في الدائرة المبينة في الشكل التالي معطى مصدر قوته الكهربائية الدافعة \mathcal{E} ومقاومته الداخلية r . المصدر موصول مع مقاومة خارجية متغيرة R_x .

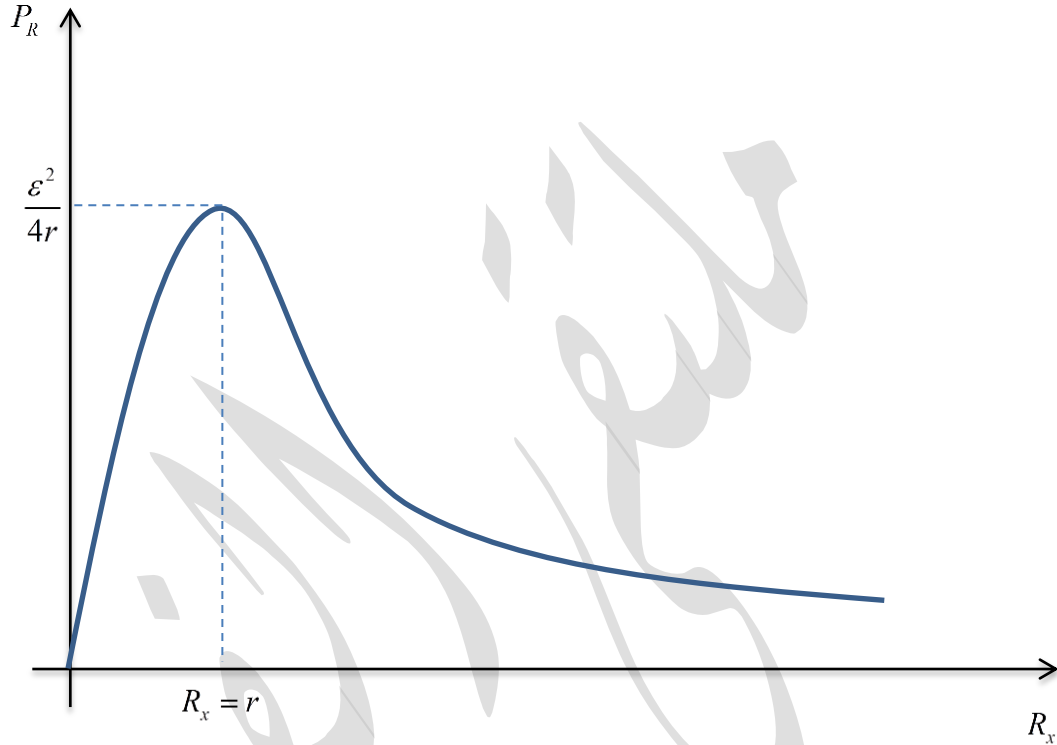


شكل 1

القدرة على المقاومة الخارجية معطاة بالعلاقة :

$$(2) \quad P_R = \frac{\varepsilon^2 R_x}{(r + R_x)^2}$$

الرسم البياني للقدرة كدالة لقيمة R_x هو عبارة عن رسم بياني من الصورة التالية :

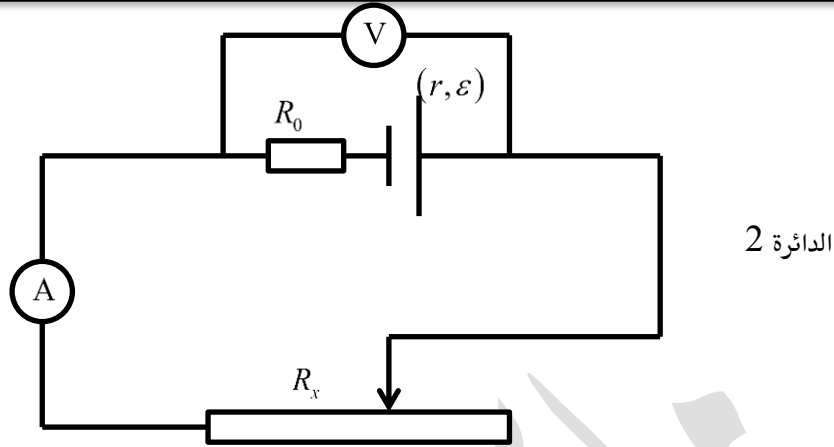


يمكن أن نبرهن أن القيمة العظمى للقدرة على المقاومة الخارجية تكون عندما يتحقق أن المقاومة الخارجية مساوية للمقاومة الداخلية ($R_x = r$) ، وبهذه الحالة القدرة معطاة بالعلاقة التالية :

$$(3) \quad P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

4. سير التجربة :

1. نقيس أولاً مقدار القوة الكهربائية الدافعة بشكل مباشر (أنظر إلى السؤال 4 في الأسئلة التحضيرية).
2. نبني الدائرة الكهربائية التالية التي تحتوي على البطارية والمقاومة المتغيرة بحيث أن الفولطميتر موصول مع أطراف البطارية (يقيس توتر الأقطاب)، والأمبيرميتر على التوالي مع المقاومة بحيث يقيس التيار في الدائرة. لكي تكون المقاومة الداخلية كبيرة نقوم بوصل المقاومة $R_0 = 5\Omega$ بالتوالي مع المصدر بين النقطتين الموصول بينهما الفولطميتر (أنظر إلى الشكل 2).



3. نضع نقطة التماس المتحركة في المقاومة المتغيرة على أكبر قيمة للمقاومة المتغيرة، ونقيس توتر الأقطاب للبطارية والتيار في الدائرة.
4. نبدأ بتقليل المقاومة المتغيرة تدريجياً وبقفزات معينة، وفي كل مرة نقيس توتر الأقطاب (ΔV) والتيار (I).
5. نجري القياس عدداً من المرات بحيث نحصل على الأقل على 10 قياسات. كلما كان أكثر يكون أفضل.

5. تحليل النتائج:

في هذه التجربة نحصل على جدول يصف توتر الأقطاب كدالة للتيار في الدائرة:

$\Delta V(V)$	$I(A)$

من أجل الوصول لأهداف التجربة نقوم بالخطوات التالية:

1. نرسم رسماً بيانياً يصف توتر الأقطاب كدالة للتيار.
2. نجد ميل الرسم ونقطة تقاطعه مع محور التوتر. من هذه القيم نتعرف على القوة الكهربائية الدافعة للمصدر وعلى مقاومته الداخلية.
3. نحضّر من الجدول أعلا جدولاً يصف القدرة على المقاومة الخارجية (P_R) كدالة لمقدار هذه المقاومة (R_x)، أي الجدول التالي:

$P_R = I\Delta V$	$R_x = \Delta V / I$
-------------------	----------------------

4. نرسم بمساعدة الجدول السابق رسماً بيانياً يصف القدرة P_R كدالة للمقاومة R .
5. نفحص بأي قيمة للمقاومة الخارجية توجد للقدرة قيمة عظمى ونقارن النتيجة مع القيمة النظرية.
6. نفحص مقدار القيمة العظمى للقدرة وذلك بحسب الرسم البياني ونقارن مع القيمة النظرية.

6. أسئلة تحضيرية:

أجب عن الأسئلة التالية:

1. عرف: القوة الكهربائية الدافعة للمصدر وتوتر الأقطاب، وحدد ما هي وحدات كل منهما.
2. برهن العلاقة (1).
3. بأي حالات تتساوى فيها القوة الكهربائية الدافعة مع توتر الأقطاب؟
4. كيف من الممكن قياس مقدار القوة الكهربائية الدافعة في الدائرة بشكل مباشر؟ اشرح.
5. ارسم رسماً بيانياً يصف توتر الأقطاب كدالة للتيار والذي يصف العلاقة (1).
6. ماذا يمثل ميل الرسم في السؤال السابق وماذا تمثل نقاط التقاطع مع المحاور.
7. متى نحصل على أكبر قيمة للتيار في الدائرة المبينة في الشكل (1)؟ ما هو التعبير الرياضي لهذه القيمة العظمى للتيار؟
8. برهن العلاقة (2).
9. برهن أن القيمة العظمى للقدرة على المقاومة الخارجية تكون عندما يتحقق أن $R_x = r$ ومقدار القدرة العظمى هذه هي $\epsilon^2 / (4r)$.