

السؤال 1 من بجروت الفيزياء — كهرباء ومغناطيسية — بجروت 1998

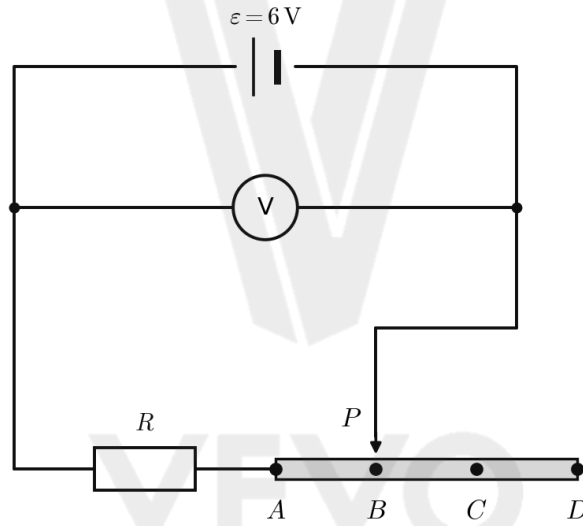
(هنا نحلّ هذا السؤال كاملاً.)

نص السؤال

مصدر له مقاومة داخلية غير معروفة موصول على التوالي مع مقاوم R ومع مقاوم متغيّر AD . النقطة B والنقطة C تقسمان المقاوم المتغيّر إلى ثلاثة أجزاء متساوية. الفولتميتر موصول بين قطبي المصدر (التخطيط «أ»).

المعطيات:

- القوة الدافعة الكهربائية للمصدر $\varepsilon = 6 \text{ V}$ ، والمقاومة الداخلية r غير معروفة.
- التماس المتحرّك P عند النقطة A : قراءة الفولتميتر 5 V ، والحرارة المتكوّنة في المقاوم R خلال 30 s هي 300 J .
- التماس المتحرّك P عند النقطة B : قراءة الفولتميتر 5.5 V .
- الفولتميتر مثالي (مقاومته لانهائية).



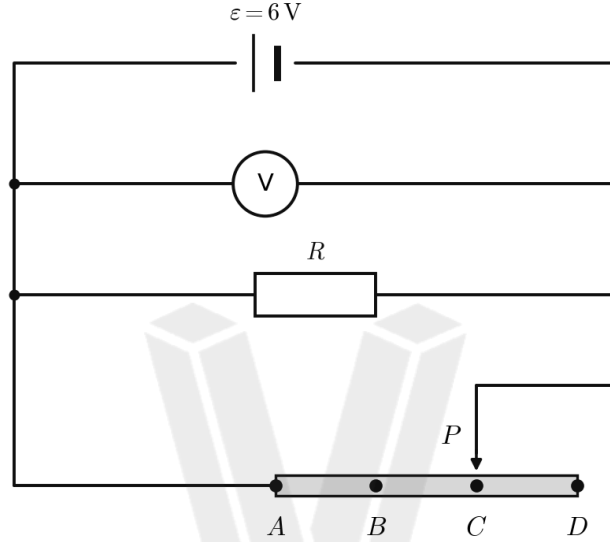
التخطيط «أ»

أ. المطلوب: مقدار مقاومة المقاوم R .

ب. المطلوب: مقدار المقاومة الداخلية للمصدر.

ج. المطلوب: المقاومة القصوى للمقاوم المتغير.

د. نصل المقاوم المتغير على التوازي مع المقاوم R (التخطيط «ب»)، وننقل التماس المتحرك من النقطة D إلى النقطة C ، ثم إلى النقطة B ، ثم إلى النقطة A . المطلوب: هل تزداد قراءة الفولتميتر، أم تقل، أم لا تتغير؟ مع التعليل.



التخطيط «ب»

VEVO

الحل: أ. $R = 2.5 \Omega$ ب. $r = 0.5 \Omega$ ج. $R_{AD} = 9 \Omega$ د. القراءة تقل (حتى الصفر عند النقطة A)

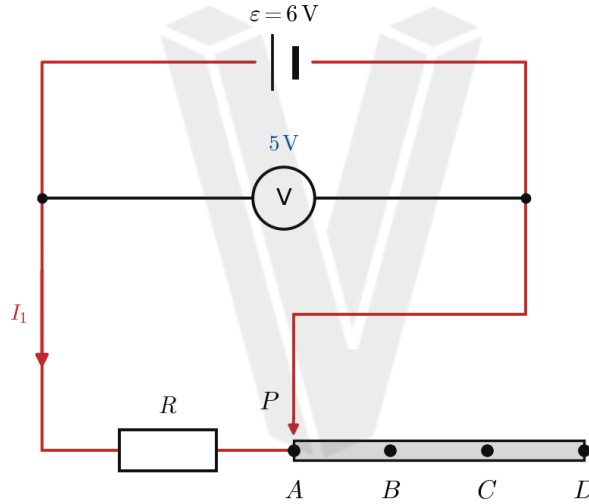
(صياغة السؤال والرسومات والحل: فيفو · vevo)

الحل الكامل:

البند أ

في التخطيط «أ» الفولتميتر موصول بين قطبي المصدر. التيار يمر في المصدر، ثم في الجزء AP من المقاوم المتغير، ثم في المقاوم R . الجزء PD لا يمر فيه تيار.

عندما يكون التماس P عند النقطة A فمقاومة الجزء AP صفر. يبقى المقاوم R وحده في الدائرة الخارجية، فقراءة الفولتميتر هي فرق الجهد على R :



$$V_R = 5 \text{ V}$$

القدرة المتحوّلة إلى حرارة في المقاوم هي الحرارة مقسومة على الزمن:

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{300}{30} = 10 \text{ W}$$

قدرة المقاوم بدلالة فرق الجهد عليه:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

(القانون موجود في لائحة القوانين التي تكون معك في الامتحان.)

$$R = \frac{V_R^2}{P} = \frac{5^2}{10} = 2.5 \Omega$$

$$R = 2.5 \Omega$$

الجواب النهائي للبند أ

البند ب

نحسب التيار في الدائرة عندما يكون التماس عند النقطة A:

$$I_1 = \frac{V_R}{R} = \frac{5}{2.5} = 2 \text{ A}$$

فرق الجهد بين قطبي المصدر:

$$V = \varepsilon - Ir$$

(القانون موجود في لائحة القوانين التي تكون معك في الامتحان).

الهبوط على المقاومة الداخلية هو الفرق بين القوة الدافعة وقراءة الفولتميتر:

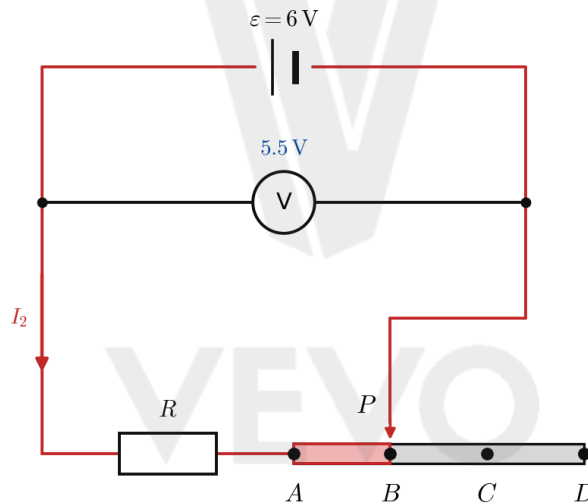
$$r = \frac{\varepsilon - V}{I_1} = \frac{6 - 5}{2} = 0.5 \Omega$$

$$r = 0.5 \Omega$$

الجواب النهائي للبند ب

البند ج

ننقل التماس إلى النقطة B. الآن يمر التيار في الجزء AB أيضًا (الأحمر)، وقراءة الفولتميتر 5.5 V:



نحسب التيار من الهبوط على المقاومة الداخلية:

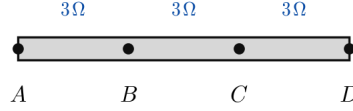
$$I_2 = \frac{\varepsilon - V}{r} = \frac{6 - 5.5}{0.5} = 1 \text{ A}$$

المقاومة الخارجية كلها (المقاوم R والجزء AB على التوالي):

$$R_{ext} = \frac{V}{I_2} = \frac{5.5}{1} = 5.5 \Omega$$

$$R_{AB} = R_{ext} - R = 5.5 - 2.5 = 3 \Omega$$

النقطتان تقسمان المقاوم المتغير إلى ثلاثة أجزاء متساوية، فمقاومته كلّ ثلاثة أضعاف الجزء الواحد:



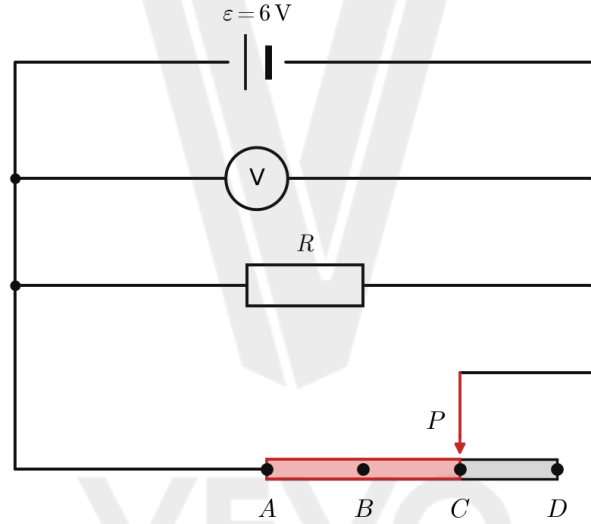
$$R_{AD} = 3R_{AB} = 3 \cdot 3 = 9 \Omega$$

$$R_{AD} = 9 \Omega$$

الجواب النهائي للبند ج

البند د

في التخطيط «ب» المقاوم R والجزء AP من المقاوم المتغير موصولان كلاهما بين السلكين الجانبيين، أي على التوازي. الفولتميتر يقيس فرق الجهد على هذا الجزء الموازي، وهو نفسه فرق الجهد بين قطبي المصدر:



$$R_{par} = \frac{R R_{AP}}{R + R_{AP}}, \quad V = \varepsilon \frac{R_{par}}{R_{par} + r}$$

(القانون موجود في لائحة القوانين التي تكون معك في الامتحان.)

فكرة فيزيائية: عندما ننقل التماس نحو النقطة A يقصر الجزء AP ، فتصغر مقاومته. لذلك تصغر المقاومة المكافئة الموازية، ويكبر التيار، ويكبر الهبوط Ir على المقاومة الداخلية، فتقل قراءة الفولتميتر.

نتأكد بالحساب في كلّ موقع:

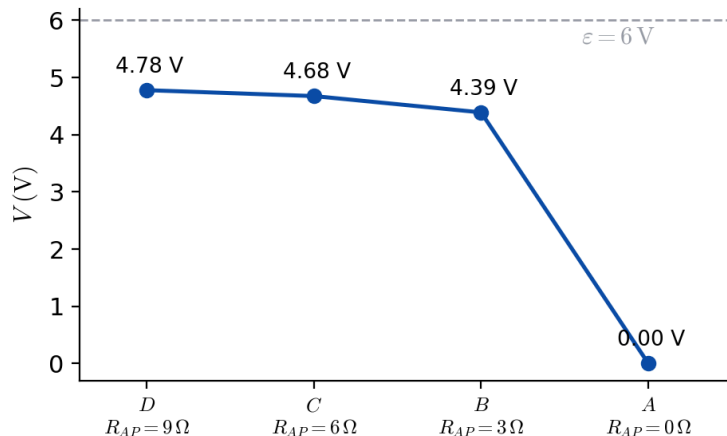
$$D : R_{AP} = 9 \Omega, \quad R_{par} \approx 1.96 \Omega, \quad V \approx 4.78 \text{ V}$$

$$C : R_{AP} = 6 \Omega, \quad R_{par} \approx 1.76 \Omega, \quad V \approx 4.68 \text{ V}$$

$$B : R_{AP} = 3 \Omega, \quad R_{par} \approx 1.36 \Omega, \quad V \approx 4.39 \text{ V}$$

عند النقطة A مقاومة الجزء صفر، فهو يقصر المقاوم R والفولتميتر (دائرة قصر). التيار كبير جدًا، وقراءة الفولتميتر صفر:

$$A : R_{AP} = 0, I = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{6}{0.5} = 12 \text{ A}, V = 0$$



إذن قراءة الفولتميتر تقلّ طوال انتقال التماسّ.

4.78 → 4.68 → 4.39 → 0 V

الجواب النهائي للبند د: القراءة تقلّ

نصّ الأسئلة والصور: وزارة التربية والتعليم، النموذج قديم، بجروت 1998. صياغة الأسئلة والرسومات والحلّ: فيفو · vevo. حقوق الطبع للوزارة: «النسخ أو النشر ممنوعان إلا بإذن من وزارة التربية والتعليم».

VEVO