

السؤال 1 من بجروت الفيزياء — كهرباء ومغناطيسية — بجروت 2008

(هنا نحلّ هذا السؤال كاملاً.)

نص السؤال

طالب يقيس المقاومة النوعية ρ لسلك كروم نيكل MN. التيار يمرّ في الدائرة من المصدر إلى نقطة التماس المتحركة C على السلك، ثمّ في قطعة السلك من C حتّى الطرف N، ثمّ في مقاوم متغيّر QL عبر نقطة التماس المتحركة P، ثمّ في أمبيرميتر ويعود إلى المصدر. الفولطميتّر موصول بين نقطة التماس C والطرف N. يقصّر الطالب القطعة NC عدّة مرّات بتحريك نقطة التماس C نحو اليمين، ويحرّك في كلّ مرّة نقطة التماس P أيضًا كي يبقى التيار ثابتًا. في كلّ مرّة يقيس طول القطعة NC وقراءة الفولطميتّر V.

المعطيات:

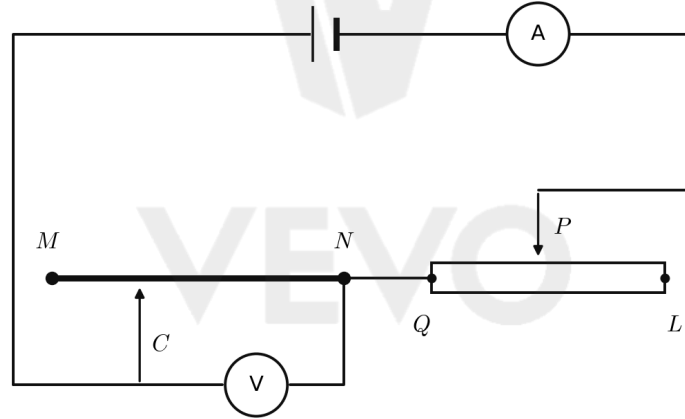
■ مساحة مقطع السلك MN هي $A = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$.

■ التيار في جميع القياسات $I = 0.5 \text{ A}$.

■ جهاز قياس التيار وجهاز قياس التوتر مثاليّان.

■ نتائج القياسات في الجدول:

طول القطعة NC بوحدة cm	20	40	60	80	100
التوتر V بوحدة الفولط	0.23	0.39	0.66	0.81	1.12



أ. المطلوب: في أيّ اتجاه يحرك الطالب نقطة التماس P كي يبقى التيار ثابتًا: نحو الطرف L أم نحو الطرف Q؟ مع التعليل.

ب. المطلوب: رسم بيانيّ لقراءة الفولطميتّر V كدالة لطول القطعة NC.

ج. المطلوب: حساب المقاومة النوعية ρ للسلك بمساعدة الرسم البيانيّ.

د. المطلوب: لماذا من المهمّ في هذه الطريقة أن يكون التيار متساويًا في كلّ القياسات؟

هـ. لو استعمل الطالب سلك كروم نيكل مساحة مقطعه ضعفًا لمساحة مقطع السلك MN. المطلوب: هل

يكون ميل الخطّ المستقيم أكبر من ميل الخطّ في البند ب، أم أصغر منه، أم مساويًا له؟ مع التعليل.

الحل: أ. نحو الطرف L ب. خط مستقيم يمرّ قرب نقطة الأصل ج. $\rho \approx 1.1 \cdot 10^{-6} \Omega m$ د. كي يكون الميل ثابتًا ويساوي $I\rho/A$ ه. أصغر: الميل نصف الميل السابق

(صياغة السؤال والرسومات والحل: فيفو · vevo)

الحل الكامل:

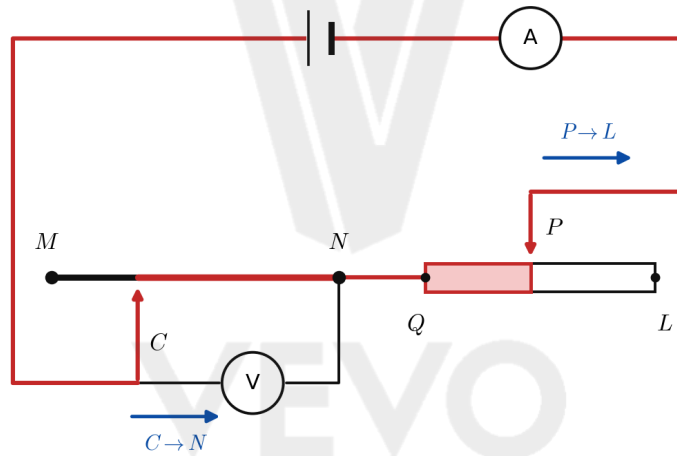
البند أ

التيار يمرّ في القطعة NC فقط من السلك، ثمّ في الجزء QP من المقاوم المتغيّر. مقاومة الدائرة الخارجيّة:

$$R_{out} = R_{NC} + R_{QP}$$

عندما نقصّر القطعة NC تقلّ مقاومتها. كي يبقى التيار ثابتًا يجب أن تبقى المقاومة الكليّة ثابتة، إذن يجب أن تزداد المقاومة R_{QP} .

الجزء من المقاوم المتغيّر الذي يمرّ فيه التيار هو الجزء من الطرف Q حتّى النقطة P. كي يطول هذا الجزء نحرك النقطة P مبتعدين عن الطرف Q:



(المسار الأحمر هو مسار التيار. الجزء المظلّل من المقاوم المتغيّر هو الجزء الذي يمرّ فيه التيار.)

إذن كلّما حرّكنا النقطة C نحو N، نحرك النقطة P نحو L.

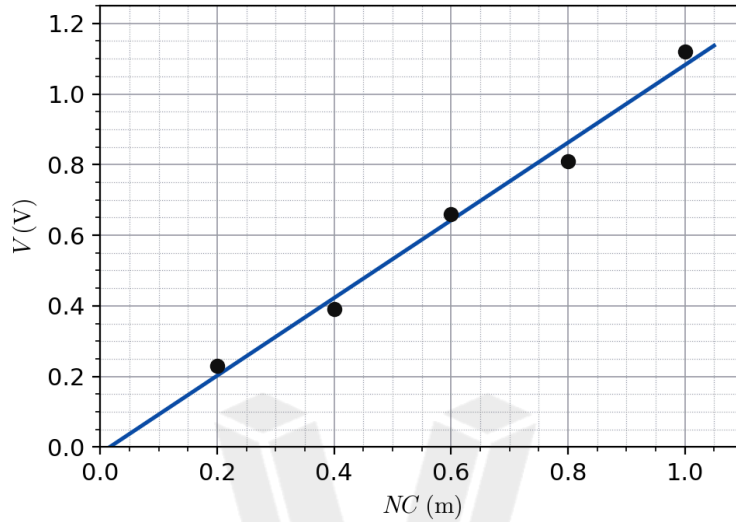
نحو الطرف L

الجواب النهائي للبند أ

البند ب

نحوّل الأطوال إلى أمتار ونرسم النقاط الخمس. المحور الأفقي هو طول القطعة NC، والمحور العمودي هو التوتر V.

النقاط قريبة من خطّ مستقيم، فنرسم الخطّ المستقيم الأقرب إلى كلّ النقاط:



الخطّ يمرّ تقريبًا في نقطة الأصل، لأنّ التوتر على قطعة طولها صفر يساوي صفرًا.

خطّ مستقيم يمرّ قرب نقطة الأصل

الجواب النهائي للبند ب

البند ج

مقاومة سلك:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

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

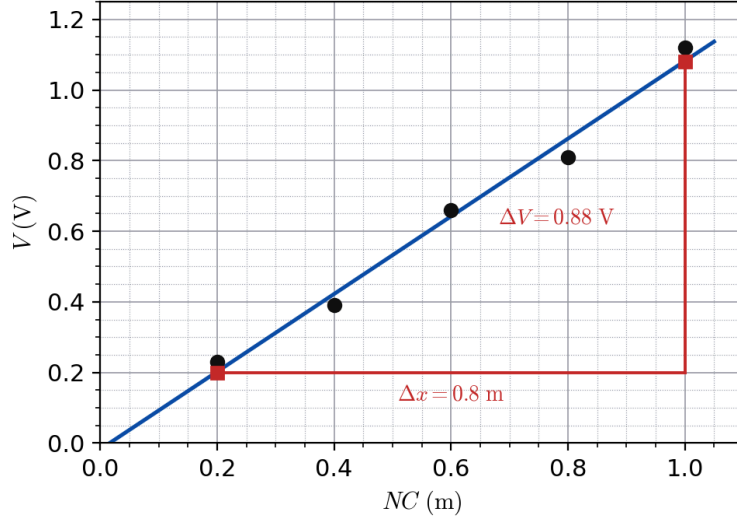
الفولتميتر يقيس التوتر على القطعة NC، وفيها يمرّ التيار I. بحسب قانون أوم:

$$V = IR_{NC} = \frac{I\rho}{A} \cdot L_{NC}$$

إذن ميل الخطّ المستقيم يساوي المقدار:

$$k = \frac{I\rho}{A}$$

نأخذ نقطتين بعيدتين على الخط (لا من الجدول):



$$k = \frac{1.08 - 0.20}{1.0 - 0.2} = \frac{0.88}{0.8} = 1.1 \text{ V/m}$$

نحسب المقاومة النوعية من الميل:

$$\rho = \frac{kA}{I} = \frac{1.1 \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{0.5} = 1.1 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$$

هذه قيمة معقولة لسلك كروم نيكل.

$$\rho \approx 1.1 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$$

الجواب النهائي للبند ج

البند د

التوتر الذي نقيسه هو:

$$V = \frac{I\rho}{A} \cdot L_{NC}$$

إذا كان التيار ثابتًا، فالتوتر يتناسب طرديًا مع الطول، والرسم البياني خط مستقيم ميله $I\rho/A$. من هذا الميل ومن التيار المعروف نحسب ρ .

لو تغير التيار من قياس إلى قياس، لتغير التوتر بسبب التيار أيضًا، وليس بسبب الطول فقط. عندها لا تقع النقاط على خط مستقيم واحد، ولا يمكن حساب ρ من الميل.

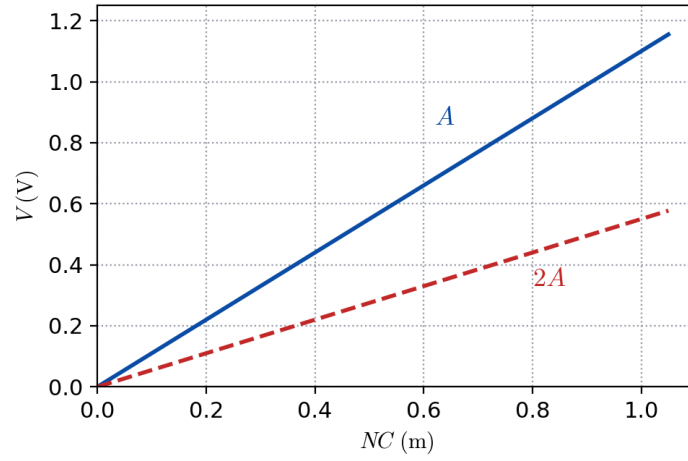
كي يتعلّق التوتر بالطول فقط ويكون الميل ثابتًا

الجواب النهائي للبند د

البند هـ

الميل يساوي $I\rho/A$. المادة نفسها، فالمقاومة النوعية نفسها، والتيار نفسه. مساحة المقطع تتضاعف:

$$k' = \frac{I\rho}{2A} = \frac{k}{2} = 0.55 \text{ V/m}$$



السلك الأسماك مقاومته أصغر لكل متر، فالتوتر على كل طول أصغر.

الميل أصغر: نصف الميل في البند ب

الجواب النهائي للبند هـ

نص الأسئلة والصور: وزارة التربية والتعليم، النموذج قديم، بجروت 2008. صياغة الأسئلة والرسومات والحل: فيفو · vevo. حقوق الطبع للوزارة: «النسخ أو النشر ممنوعان إلا بإذن من وزارة التربية والتعليم».

