

## بجروت الكهرباء والمغناطيسية 2013

أجب عن ثلاثة أسئلة من بين خمسة أسئلة:

### السؤال الأول

مُعطى كرتان موصلتان صغيرتان،  $A$  و  $B$ . نصف قطر الكرة  $A$  هو ضعفي نصف قطر الكرة  $B$ . البُعد بين الكرتين كبير جدًا بالنسبة لنصفي قطريهما.  
شحنة الكرة  $A$  هي  $+6 \times 10^{-8} \text{ C}$ .

وصلوا الكرتين إحداهما بالأخرى بواسطة سلك موصل دقيق. بعد وصل الكرتين تغيّرت شحنة الكرة  $A$ ، وأصبحت  $+4 \times 10^{-8} \text{ C}$ .

افترض أنّ جميع الجسيمات التي تمر في السلك هي إلكترونات فقط.

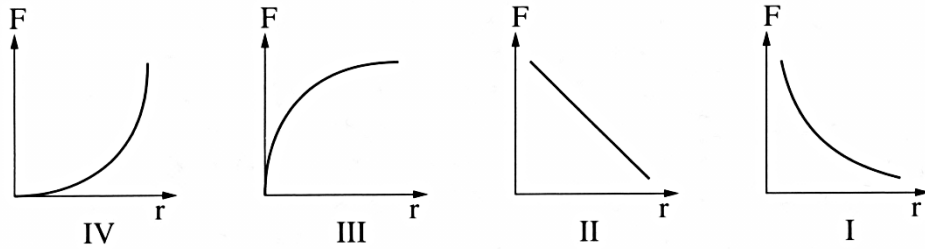
أ. احسب عدد الإلكترونات التي مرّت بين الكرتين.

ب. هل مرّت الإلكترونات من الكرة  $A$  إلى الكرة  $B$ ، أم من الكرة  $B$  إلى الكرة  $A$ ؟ علّل.

ج. ما هي شحنة الكرة  $B$  بعد وصل الكرتين؟ فسّر.

د. هل كانت الكرة  $B$  مشحونة قبل وصل الكرتين؟ إذا كانت إجابتك لا- علّل، إذا كانت إجابتك نعم- احسب شحنتها.

هـ. يفصلون الكرتين إحداهما عن الأخرى، ويضعونهما على سطح أفقي أملس، مصنوع من مادّة عازلة. يُطلقون الكرة  $A$  باتجاه الكرة  $B$  الثابتة في مكانها. أمامك أربعة رسوم بيانية:



حدّد أي رسم بياني من الرسوم البيانية I-IV يصف بشكل صحيح مقدار القوّة الكهربائيّة،  $F$ ، التي تؤثر على الكرة  $A$  كدالة للبعد  $r$  بين الكرتين. علّل تحديّدك.

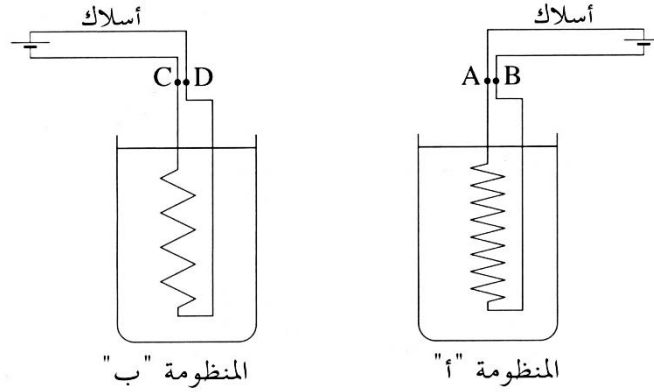
### السؤال الثاني

من أجل تسخين كأس ماء من درجة حرارة الغرفة حتّى الغليان، هنالك حاجة لطاقة مقدارها  $63,000 \text{ J}$ .

أ. احسب ماذا يجب أنّ تكون القدرة (المتوسطة) لجسم التسخين كي يغلي الماء خلال دقيقتين (افترض أنّ كل طاقة جسم التسخين تنتقل إلى الماء).

يعرض الرسم الذي أمامك منظومتين، المنظومة "أ" والمنظومة "ب"، كل واحدة من المنظومتين مكوّنة من كأس ماء مغموس فيها جسم تسخين. الكأسان وكميّة الماء في المنظومتين متطابقة. بينما جسما التسخين مختلفان.

كل واحد من جسسي التسخين يُنتج نفس القدرة- القدرة التي حسبتها في البند "أ".  
في المنظومة "أ"، فرق الجهد بين قطبي جسم التسخين هو  $V_{AB} = 240\text{ V}$ ، في المنظومة "ب"، فرق الجهد بين قطبي جسم التسخين هو  $V_{CD} = 24\text{ V}$ .



ب. احسب شدة التيار الذي يمر عبر كل واحد من جسسي التسخين.

- مُعطى أنه في المنظومتين المقاومة الكلية للأسلاك التي تصل جسسي التسخين بمصدر فرق الجهد هي  $0.1\Omega$ .  
ج. احسب ما هي القدرة التي تنتج في الأسلاك في كل واحدة من المنظومتين.  
د. احسب كفاءة (نجاعة) كل واحدة من المنظومتين (أهمل المقاومة الداخلية لمصدر فرق الجهد).  
هـ. في الولايات المتحدة فرق الجهد في شبكة الكهرباء هو  $120\text{ V}$ ، بينما في إسرائيل فرق الجهد هو  $240\text{ V}$ .  
اعتمد على دلالة النتيجة التي حسبتها في البند "د" فقط، وحدد في أي شبكة كهرباء الكفاءة هي أكبر، في إسرائيل أم في الولايات المتحدة. علّل تحديداً.

### السؤال الثالث

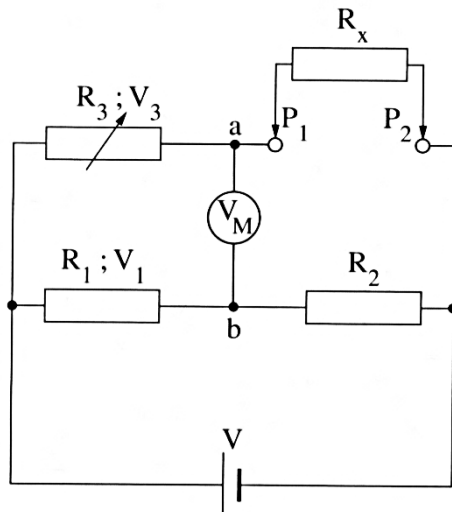
يعرض التخطيط الذي أمامك دائرة كهربائية يمكن بواسطتها قياس مقاومة مجهولة  $R_x$ . الدائرة مكوّنة من المركّبات التالية:

• مقاومين، مقاومتها ثابتتان،  $R_1$  و  $R_2$ .

• مقاوم متغيّر،  $R_3$ .

• مصدر فرق جهد  $V$  مقاومته الداخلية قابلة للإهمال.

• مقياس فرق جهد مثالي  $V_M$ .



من أجل قياس مقاومة مقاوم  $(R_x)$  يصلونه بين النقطتين  $P_1$  و  $P_2$ ، ويغيّرون المقاوم المتغيّر  $R_3$  إلى أن يُبيّن فرق الجهد صفراً.

أ. برهن أنه عندما يُبيّن مقياس فرق الجهد صفراً، فإنّ

التعبير  $V_3 = V \left( \frac{R_3}{R_3 + R_x} \right)$ ، يصف فرق الجهد  $V_3$  على

المقاوم  $R_3$ .

ب. برهن أنه عندما يُبين مقياس فرق الجهد صفراً، يمكن حساب  $R_x$  بواسطة التعبير:  $R_x = \frac{R_2}{R_1} R_3$ .

مُعطى أن:  $R_1 = 30k\Omega$  ،  $R_2 = 10k\Omega$  ،  $R_x = 2k\Omega$ .

ج. احسب مقاومة  $R_3$ .

استبدلوا المقاوم  $R_x$  بمركب آخر، مقاومته مجهولة.

مقاومة هذا المركب تتغير كدالة لدرجة الحرارة، حسب المعطيات التي في الجدول الذي أمامك:

مقاومة المركب كدالة لدرجة الحرارة	
المقاومة ( $\Omega$ )	درجة الحرارة ( $^{\circ}C$ )
32,660	0
25,400	5
19,900	10
15,710	15
12,500	20
10,000	25
8,000	30
6,500	35
5,300	40

د. استعن بالمعطيات التي في الجدول، وقدّر درجة حرارة المركب عندما يُبين مقياس فرق الجهد صفراً، في

كل واحد من الحالتين (1)-(2):

$$R_3 = 30k\Omega \quad (1)$$

$$R_3 = 54k\Omega \quad (2)$$

### السؤال الرابع

طُلب من أحد أن يقيس  $B_E$ ، المركب الأفقي للحقل المغناطيسي للككرة الأرضية. لغرض القياس، مدّ الطالب سلكا مستقيما وطويلا على سطح طاولة أفقية باتجاه شمال جنوب (للحقل المغناطيسي الأرضي). وصل الطالب بالسلك على التوالي مصدر فرق جهد ومقاوما متغيّر وأميترًا. وضع الطالب بوصلة على ارتفاع  $h$  فوق السلك، بحيث كان مستوى البوصلة موازيا لسطح الطاولة. غير الطالب الارتفاع  $h$  عدّة مرّات. في كل مرّة ضبط الطالب التيار بواسطة المقاوم المتغيّر، وفحص في أي شدة تيار انحرفت إبرة البوصلة بزاوية  $45^{\circ}$  عن الاتجاه الذي أشارت إليه عندما لم يمر تيار في السلك.

نتائج القياسات معروضة في الجدول الذي أمامك:

3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	$h(\text{cm})$
4.5	3.6	2.9	2.0	1.5	$I(\text{A})$

أ. حسب المعطيات المعروضة في الجدول، ارسم رسما بيانيا للتيار،  $I$ ، كدالة لارتفاع البوصلة،  $h$ .

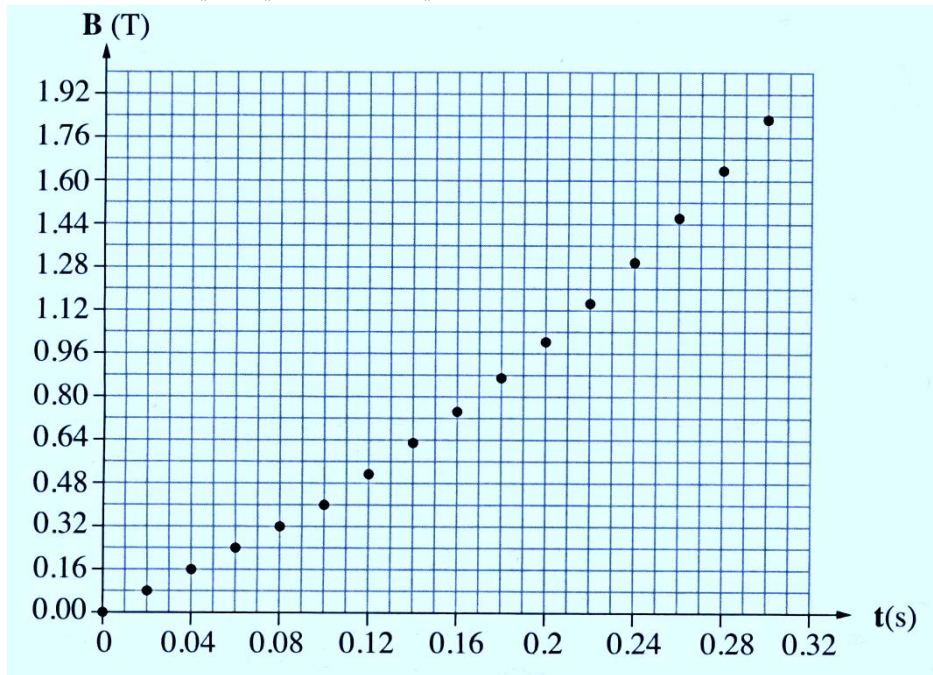
ب. بين أنّ ميل الرسم البياني هو  $(2\pi B_E / \mu_0)$ .

ج. احسب  $B_E$  بواسطة ميل الرسم البياني.

- د. كتب الطالب في الجدول أنّ التيار الذي يُلائم الارتفاع 1.5cm هو 2.0A ، وليس 2A . فسّر لماذا.
- هـ. في الحالة التي لا يسري فيها تيار في السلك، حدّد- بدون تعليل- إذا كان القطب الشمالي لإبرة البوصلة:
- (1) يتّجه إلى القطب المغناطيسي الأرضي الشمالي أم الجنوبي.
  - (2) يتّجه بالتقريب إلى القطب الجغرافي الشمالي أم الجنوبي.

### السؤال الخامس

بنت إحدى الطالبات من سلك موصل لفة دائرية نصف قطرها  $r = 2\text{cm}$  . وضعت الطالبة اللفة الدائرية في منطقة يسود فيها حقل مغناطيسي متجانس اتّجاهه معامد على مستوى اللفة الدائرية. مقدار الحقل  $\vec{B}$  يتغيّر كدالة للزمن،  $t$  ، كما هو موصوف في الرسم البياني الذي أمامك.



- أ. حدّد إذا كانت القوة الكهربائية الدافعة المستحثّة في اللفة الدائرية ثابتة أم متغيّرة، في كل واحدة من الفترتين الزمنيّتين اللّتين أمامك:
- (1)  $0 \leq t \leq 0.10\text{sec}$
  - (2)  $0.14\text{sec} \leq t \leq 0.30\text{sec}$
- علّل تحديّدك.
- ب. احسب القوة الكهربائية الدافعة المستحثّة في اللفة الدائرية في اللحظة  $t = 0.06\text{sec}$  وفي اللحظة  $t = 0.2\text{sec}$ .
- ج. حدّد ما هو اتّجاه الحقل المغناطيسي الذي يكوّنه التيار المستحث في مركز اللفة الدائرية: هل هو باتّجاه مطابق لاتّجاه  $\vec{B}$  ، أم باتّجاه معاكس لاتّجاه  $\vec{B}$  أم باتّجاه معامد لاتّجاه  $\vec{B}$  ؟ علّل.
- د. احسب مقدار القوة الكهربائية الدافعة المستحثّة التي تنتج في اللفة الدائرية في اللحظة  $t = 0.06\text{sec}$  ، عندما يكون اتّجاه الحقل المغناطيسي  $\vec{B}$  ، موازيا لمستوى اللفة الدائرية. فسّر.