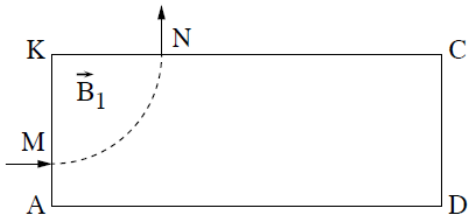
5. جسيم كتلته m وشحنته موجبه q يدخل إلى منطقة مستطيلة AKCD يسود فيها حقل مغناطيسيّ متجانس $\vec{B}_1$ اتّجاهه معامد للصفحة.

يدخل الجسيم إلى الحقل المغناطيسيّ في النقطة M معامدًا للضلع AK ، ويخرج منه في النقطة N معامدًا للضلع KC ، كما هو موصوف في المخطَّط 1.

في كلّ السؤال، يجب إهمال تأثير قوّة الجاذبيّة.



المخطَّط 1

معطى أنّ: سرعة دخول الجسيم إلى الحقل المغناطيسيّ: $v_0 = 2 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$ ، شحنة الجسيم: $q = 1.6 \cdot 10^{-19} C$ ،

مقدار الحقل المغناطيسيّ: $B_1 = 0.05T$ ، زمن مكوث الجسيم في الحقل المغناطيسيّ: $t_1 = 3.279 \cdot 10^{-7} s$.

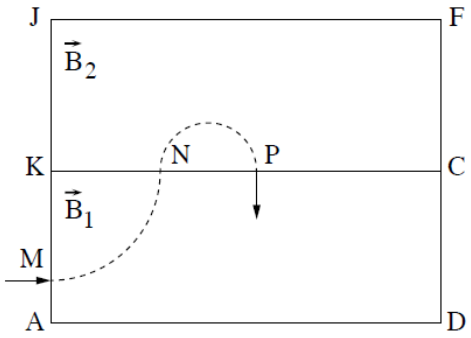
أ. جدوا اتّجاه الحقل المغناطيسيّ $\vec{B}_1$. فصِّلوا اعتباراتكم. (5 درجات)

ب. احسبوا كتلة الجسيم m . (8 درجات)

يُكوِّنون حقلًا مغناطيسيًّا آخر، $\vec{B}_2$ ، هو أيضًا متجانس ومعامد للصفحة، في منطقة مستطيلة KJFC موجودة فوق المنطقة المستطيلة الأولى، كما هو موصوف في المخطَّط 2. يُكسِبون الجسيم مرّة أخرى نفس السرعة الابتدائيّة v_0 ، ويتحرّك الجسيم في المسار الموصوف في المخطَّط 2.

يخرج الجسيم من المستطيل KJFC في النقطة P معامدًا للضلع KC .

معطى أنّ البُعد KP هو 62.6 cm .



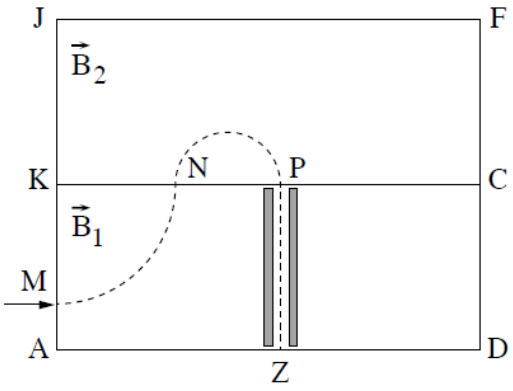
المخطَّط 2

جـ. احسبوا الحقل المغناطيسيّ $\vec{B}_2$ (مقداره واتّجاهه). (9 درجات)

(انتبهوا: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

/ يتبع في صفحة 12 /

أضافوا إلى المستطيل AKCD لوحين مشحونين يوجد بينهما حقل كهربائيّ متجانس $\vec{E}$ (مصنِّف سرعات) . بعد أن يمرّ الجسيم في النقطة P ويدخل مرّة ثانية إلى منطقة المستطيل AKCD ، فإنّه يتحرّك بخطّ مستقيم بين اللوحين ويخرج من المستطيل في النقطة Z ، كما هو موصوف في المخطَّط 3 .



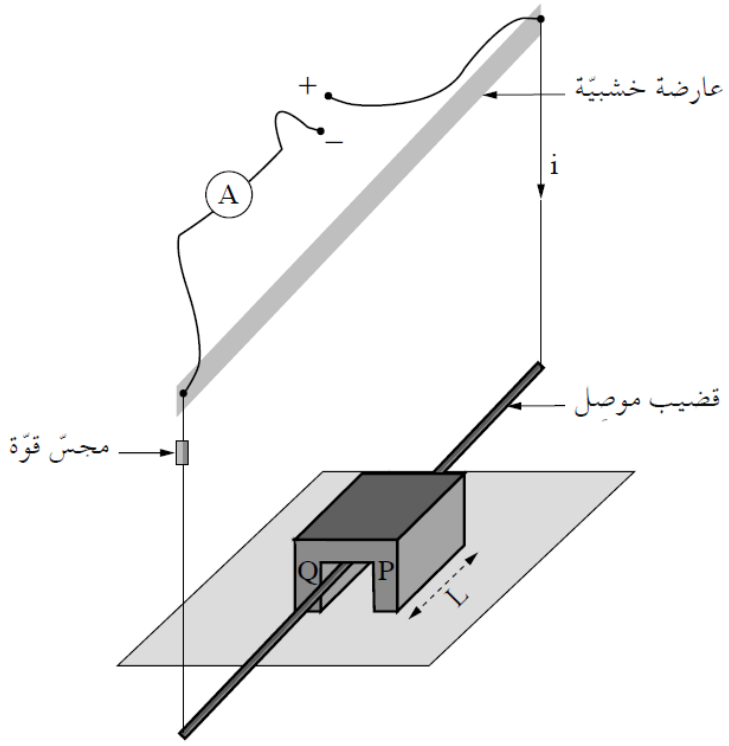
المخطَّط 3

د. احسبوا الحقل الكهربائيّ $\vec{E}$ (مقداره واتّجاهه) . فصِّلوا مراحل الحلّ . (6 درجات)

يُكسِبون نفس الجسيم (m , q) نفس السرعة الابتدائيّة، $v_0 = 2 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$.
هذه المرّة يدخل الجسيم معامدًا للضلع AD ، في النقطة Z (انظروا المخطَّط 3)، ويتحرّك بالاتّجاه المعاكس في المسار $M \leftarrow N \leftarrow P \leftarrow Z$ ويخرج معامدًا للضلع AK ، في النقطة M .

هـ. حدِّدوا هل في هذه التجربة قَلَبوا اتّجاه واحد (أو أكثر) من الحقول $\vec{B}_1$ ، $\vec{B}_2$ ، $\vec{E}$.
علِّلوا تحديدكم . ($5\frac{1}{3}$ درجات)

6. بنى طلّاب منظومة تجربة مركّبة من قضيب موصِل معلّق على عارضة خشبيّة أفقيّة بواسطة خيطين موصِلين.
القضيب والخيطان هي جزء من دائرة كهربائيّة يمكن فيها تغيير شدّة التيّار i (المخطّط 1) .
القضيب الموصِل يمرّ بين القطبين P , Q لمغناطيس حدوة موضوع على سطح. اتّجاه القضيب الموصِل معامد لاتّجاه الحقل المغناطيسيّ المتجانس $\vec{B}$ للمغناطيس، وهو لا يمسّ السطح والمغناطيس.
كتلة القضيب الموصِل هي m .
طول قطعة القضيب الموصِل الموجودة في الحقل المغناطيسيّ هو $L = 10\,cm$.
مجسّ قوّة يقيس قوّة الشدّ في أحد الخيطين. قوّة الشدّ في الخيطين متساوية.
في كلّ السؤال، يجب إهمال تأثير الحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة وكتلة الخيطين وكتلة مجسّ القوّة.



المخطّط 1

غيّر الطلّاب شدّة التيّار i عدّة مرّات، وفي كلّ مرّة سجّلوا قوّة الشدّ T التي تُقاس بواسطة مجسّ القوّة.
النتائج معروضة في الجدول الذي أمامكم.

i(A)	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0
T(N)	0.090	0.075	0.045	0.035	0.010

أ. حدِّدوا ما هو اتّجاه الحقل المغناطيسيّ في مغناطيس الحدوة (من P إلى Q أم من Q إلى P). اعتمِدوا في إجابتكم على المخطّط 1 وعلى نتائج القياسات المعروضة في الجدول. علّلوا تحديدكم. (6 درجات)

(**انتبهوا: تكملة السؤال في الصفحة التالية.**)

/ يتبع في صفحة 14 /

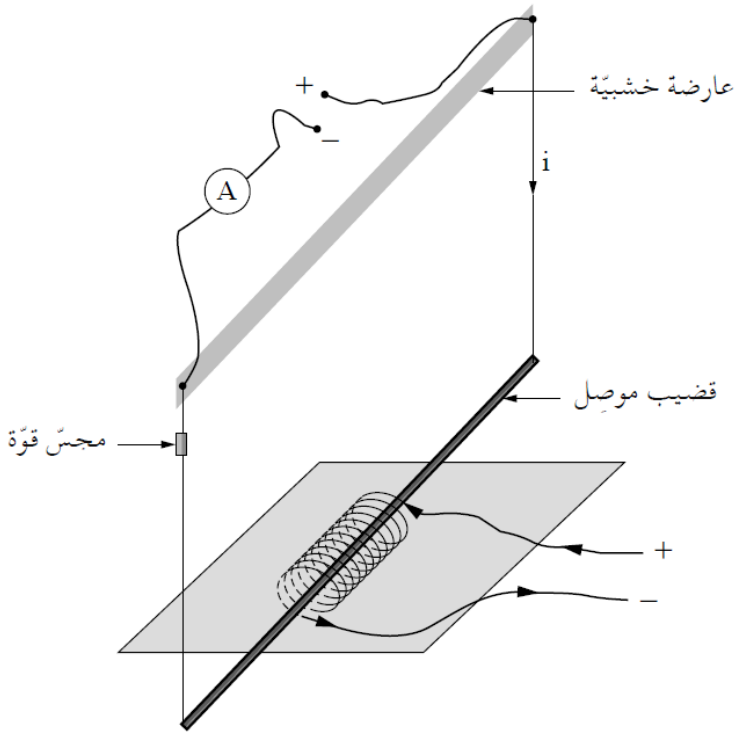
ب. طوِّروا تعبيرًا لقوّة الشدّ في الخيط كدالّة لشدّة التيّار i ، استعملوا البارامترات L , B , m وثوابت فيزيائيّة حسب الحاجة.
افترِضوا أنّ شدّة الحقل المغناطيسيّ خارج المغناطيس هي قابلة للإهمال، وداخل المغناطيس هي متجانسة .
(6 درجات)

جـ. **(1)** ارسموا في دفتركم الرسم البيانيّ المبعثر (نقاطًا في هيئة محاور) لقوّة الشدّ في الخيط كدالّة للتيّار الذي يسري في القضيب.

(2) أضيفوا إلى الرسم البيانيّ المبعثر المستقيم الأكثر ملاءَمة له (خطّ توجّه) .
(8 درجات)

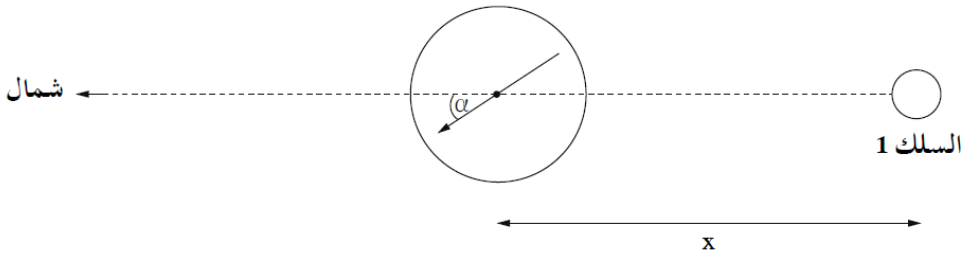
د. احسبوا الكتلة m للقضيب الموصِل وشدّة الحقل المغناطيسيّ $\vec{B}$ لمغناطيس الحدوة. اعتمِدوا في الحساب على التعبير الذي طوّرتموه وعلى الرسم البيانيّ الذي رسمتموه. (8 درجات)

أخرج الطلّاب مغناطيس الحدوة، وَوَضعوا القضيب الموصِل على طول محور ملفّ يسري فيه تيّار ثابت (اتّجاه التيّار في الملفّ مُشار إليه في المخطَّط 2) .



المخطَّط 2

4. أجرت مجموعة طلّاب قياسات لإيجاد المركّب الأفقيّ $B_{E\parallel}$ للحقل المغناطيسيّ القطريّ في منطقة سكنهم.
وضع الطلّاب بوصلة صغيرة على طاولة وَمَدُّوا سلكًا موصلًا مستقيمًا وطويلًا، السلك 1، معامدًا لمستوى الطاولة. البُعد بين البوصلة والسلك مُشار إليه بـ x.
حرّك الطلّاب البوصلة على امتداد خطّ اتّجاهه شمالًا من مكان السلك.
المخطّط 1 يصف من نظرة علويّة السلك المعامد للطاولة وانحراف إبرة البوصلة عندما يسري تيّار ما I_1 في السلك.



المخطّط 1

أثناء التجربة، انحرفت إبرة البوصلة بزاوية α بعكس اتّجاه حركة عقارب الساعة، كما هو موصوف في المخطّط 1.

أ. حدِّدوا هل اتّجاه التيّار، I_1، الذي يسري في السلك 1، هو إلى داخل الصفحة أم إلى خارج الصفحة. علّلوا تحديدكم. (4 درجات)

ب. طوِّروا تعبيرًا لـ $\tan\alpha$ كدالّة للبُعد x وللبارامترات $B_{E\parallel}$، I_1، μ_0. (6 درجات)

مرّر الطلّاب في السلك تيّارًا شدّته $I_1 = 8A$ وغيّروا البُعد x بين البوصلة والسلك عدّة مرّات. في كلّ مرّة قاس الطلّاب زاوية الانحراف α وحسبوا $\tan\alpha$.
نتائج القياسات والحسابات معروضة في الجدول الذي أمامكم.

x(m)	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
α^o	29	20	16	13	9
tan α	0.55	0.36	0.29	0.23	0.16

بهدف حساب $B_{E\parallel}$، رسم الطلّاب رسمًا بيانيًّا لـ $\tan\alpha$ كدالّة لمتغيّر جديد بحيث نتج رسم بيانيّ خطّيّ.

جـ. حدِّدوا ما هو المتغيّر الجديد، وما هي وحداته. انسخوا من الجدول إلى دفتركم سطر $\tan\alpha$، وأضيفوا تحته سطرًا واكتبوا فيه قيَم ووحدات المتغيّر الجديد. (4 درجات)

د. **(1)** ارسموا في دفتركم رسمًا بيانيًّا مبعثرًا (نقاطًا في هيئة محاور) لـ $\tan\alpha$، كدالّة للمتغيّر الجديد.

(2) أضيفوا إلى الرسم البيانيّ المبعثر، المستقيم الأكثر ملاءَمة له (خطّ توجّه).

(8 درجات)

هـ. احسبوا $B_{E\parallel}$. (7 درجات)

(انتبهوا: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

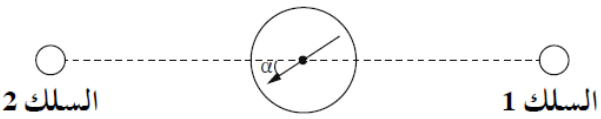
/يتبع في صفحة 9/

مَدَّ الطلّاب سلكًا موصلًا مستقيمًا وطويلًا آخر معامدًا لمستوى الطاولة، السلك 2 . وضع الطلّاب البوصلة على الخطّ المستقيم الذي يصل بين السلكين، في بُعد متساوٍ عن السلكين .

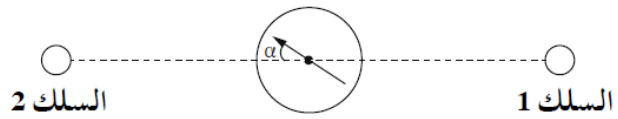
مرّر الطلّاب في السلك 1 تيّارًا شدّته $I_1 = 5A$.

عندما لم يَسْرِ تيّار في السلك 2 ، انحرفت إبرة البوصلة عن المحور جنوب – شمال بزاوية α بعكس اتّجاه حركة عقارب الساعة (انظروا المخطّط " 2 أ" ، من نظرة علويّة) .

عندما سرى في السلك 2 تيّار شدّته I_2 ، انحرفت إبرة البوصلة بنفس الزاوية α مع اتّجاه حركة عقارب الساعة (انظروا المخطّط " 2 ب" ، من نظرة علويّة) .



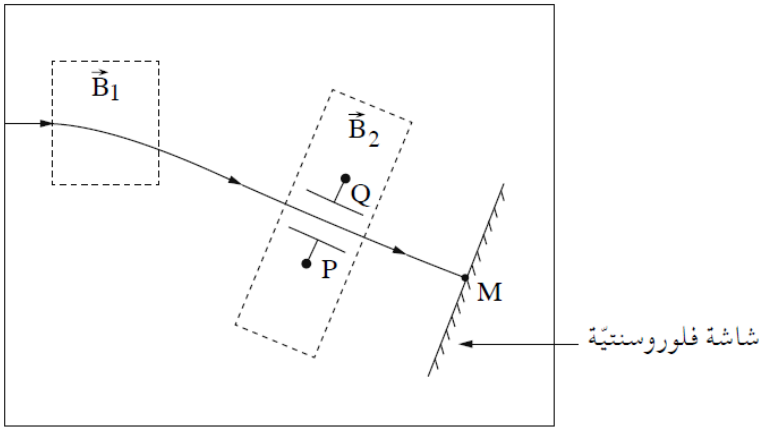
المخطّط "2 أ"



المخطّط "2 ب"

و. حدِّدوا ما هو اتّجاه التيّار في السلك 2 ، وما هي شدّته، I_2 . علِّلوا إجابتَيْكم. ($4\frac{1}{3}$ درجات)

5. المخطّط الذي أمامكم يصف مسار حركة حزمة بروتونات حتّى إصابتها شاشة فلوروسنتيّة، تتكوّن فيها نقطة ضوء.
في طريقها إلى الشاشة، تمرّ الحزمة عبر منطقتين يسود فيهما حقلان مختلفان.
في بداية المسار، تدخل الحزمة بسرعة مقدارها $v = 10^6 \frac{m}{s}$ إلى منطقة يسود فيها حقل مغناطيسيّ متجانس $\vec{B}_1$ شدّته $0.12T$ واتّجاهه معامد لمستوى الصفحة. اتّجاه السرعة معامد لاتّجاه الحقل المغناطيسيّ. تخرج حزمة البروتونات من المنطقة التي يسود فيها الحقل المغناطيسيّ بزاوية معيّنة بالنسبة لاتّجاه دخولها (انظروا المخطّط).
في طريقها إلى الشاشة، تمرّ الحزمة بين لوحَيْن معدنيَّيْن متوازيَيْن P وَ Q مَوْصولَيْن بمزوِّد فرق جهد. يسود بين اللوحين حقل كهربائيّ متجانس $\vec{E}$ وحقل مغناطيسيّ متجانس $\vec{B}_2$. تمرّ الحزمة بين اللوحين بدون تغيير اتّجاهها، وتواصل حركتها بخطّ مستقيم إلى أن تصيب الشاشة في النقطة M. الشاشة معامدة لاتّجاه مسار حركة حزمة البروتونات عند خروجها من الحقل المغناطيسيّ $\vec{B}_1$.
المنظومة كلّها موجودة في خليّة خالية من الهواء. في كلّ السؤال يجب إهمال قوّة الجاذبيّة.



أ. **(1)** حدِّدوا ما هو اتّجاه الحقل المغناطيسيّ $\vec{B}_1$ – إلى داخل الصفحة أم إلى خارج الصفحة.
(2) احسبوا نصف قطر مسار حركة البروتونات في المنطقة التي يسود فيها الحقل $\vec{B}_1$.
(8 درجات)

معطى أنّ: فرق الجهدين بين اللوحين المتوازيين P وَ Q هو $\Delta V = 800V$ ، والبُعد بين اللوحين هو $\Delta x = 5cm$.
اتّجاه الحقل المغناطيسيّ $\vec{B}_2$ مطابق لاتّجاه الحقل المغناطيسيّ $\vec{B}_1$.

ب. احسبوا مقدار الحقل الكهربائيّ $\vec{E}$ بين اللوحين، واذكروا اتّجاهه – من اللوح P إلى اللوح Q أم بالعكس. (8 درجات)

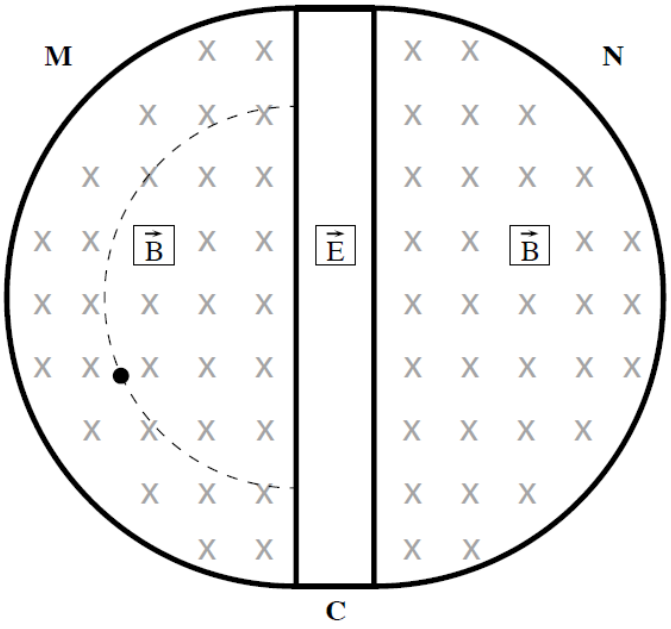
جـ. احسبوا مقدار الحقل المغناطيسيّ $\vec{B}_2$. (8 درجات)

يوقفون تأثير الحقل المغناطيسيّ $\vec{B}_2$ ، وفي أعقاب ذلك تُغيِّر حزمة البروتونات اتّجاه مسارها. تخرج حزمة البروتونات من بين اللوحين بدون أن تمسّهما، وتصيب الشاشة في نقطة أخرى وليس في النقطة M.

د. حدِّدوا إذا كان الآن مقدار سرعة البروتونات في لحظة إصابتها الشاشة، أصغر من مقدار سرعة البروتونات في لحظة إصابتها الشاشة في النقطة M أم أكبر منه أم مساويًا له. علِّلوا تحديدكم. (5 درجات)

هـ. حدِّدوا هل بَعْد وَقْف تأثير الحقل المغناطيسيّ $\vec{B}_2$ ، يكون زمن حركة البروتونات أصغر من زمن حركة البروتونات عندما أثّر الحقل أم أكبر منه أم مساويًا له. علِّلوا تحديدكم. ($4\frac{1}{3}$ درجات)

4. المخطّط 1 يصف منظومة لتسريع جسيمات مشحونة تُسمّى سيكلوترون. المنظومة مركّبة من نصفَي دائرة، M وَ N ، تفصل بينهما منطقة مستطيلة C . في كلّ واحد من نصفَي الدائرة تتحرّك الجسيمات بتأثير حقل مغناطيسيّ $\vec{B}$ مقداره ثابت. اتّجاه الحقل المغناطيسيّ هو إلى داخل الصفحة، وهو معامد لمسار حركة الجسيمات. في المنطقة المستطيلة C لا يوجد حقل مغناطيسيّ، لكن يوجد فيها حقل كهربائيّ $\vec{E}$ مقداره ثابت. اتّجاه الحقل الكهربائيّ موازٍ لاتّجاه حركة الجسيمات داخل المنطقة المستطيلة C ، ويقلب اتّجاهه في كلّ مرّة تُكمل فيها الجسيمات نصف دورة (إحاطة). بهذه الطريقة يُسرِّع الحقل الكهربائيّ الجسيمات في كلّ انتقال لها بين نصفَي الدائرة M وَ N . المخطّط يصف جسيمًا وقطعة من مسار حركته.



المخطّط 1

أ. **(1)** فسِّروا لماذا حركة الجسيمات في نصفَي الدائرة هي دائريّة (بالتقريب)، ولماذا نصف قطر دورانها يأخذ بالازدياد.

(2) حدِّدوا إذا كان البروتون الذي يتحرّك في الحقل المغناطيسيّ الموصوف، يتحرّك باتّجاه حركة عقارب الساعة أم بعكس اتّجاه حركة عقارب الساعة.

(8 درجات)

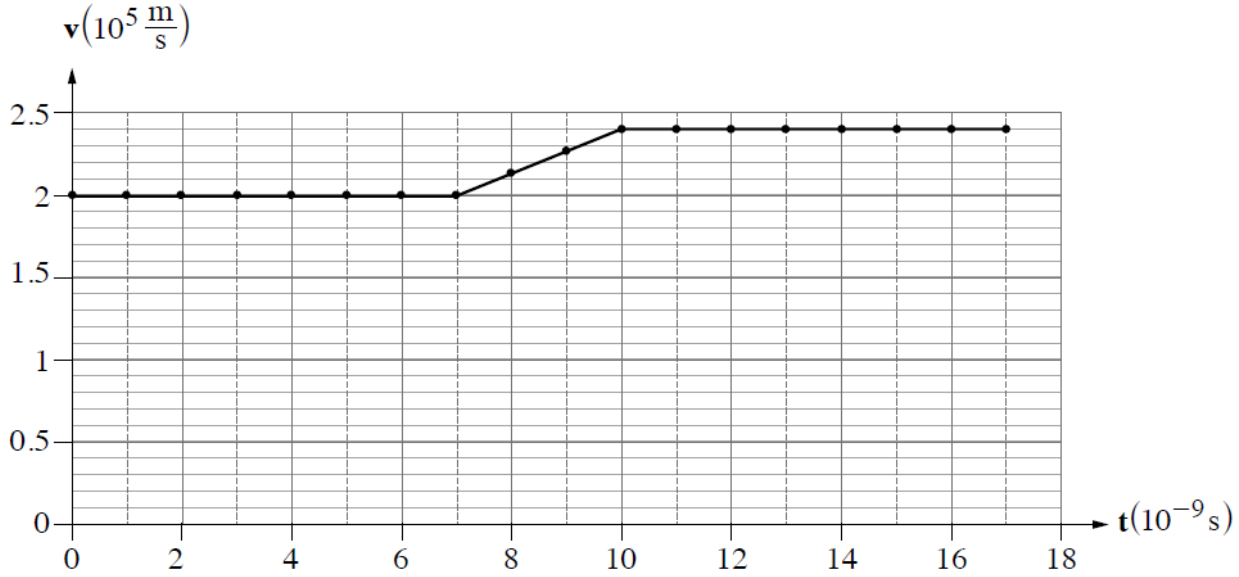
ب. برهِنوا أنّ زمن حركة البروتون في نصف الدائرة M مساوٍ لزمن حركته في نصف الدائرة N . (6 درجات)

(انتبهوا : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

/ يتبع في صفحة 8 /

في إحدى التجارب في منظومة تسريع الجسيمات الموصوفة، قاس الباحثون سرعة البروتون كدالّة للزمن، من لحظة دخوله إلى نصف الدائرة M ، وعبر حركته في منطقة الحقل الكهربائيّ C ، وحتّى خروجه من نصف الدائرة N .
رسم الباحثون من معطيات القياسات رسمًا بيانيًّا يصف مقدار سرعة البروتون كدالّة للزمن، كما هو موصوف في المخطّط 2 (انتبهوا إلى وحدات القياس في المحورين) .

مقدار سرعة البروتون كدالّة للزمن



المخطّط 2

معطى أنّ : كتلة البروتون هي $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}$.

جـ. احسبوا مقدار الحقل المغناطيسيّ $\vec{B}$ بواسطة الرسم البيانيّ . (6 درجات)

د . احسبوا مقدار الحقل الكهربائيّ $\vec{E}$ بواسطة الرسم البيانيّ . (7 درجات)

هـ. F_1 هو مقدار القوّة النصف قطريّة (الراديالّية) التي تؤثّر على البروتون في لحظة دخوله إلى نصف الدائرة M .
F_2 هو مقدار القوّة النصف قطريّة (الراديالّية) التي تؤثّر على البروتون في لحظة دخوله إلى نصف الدائرة M في المرّة التالية .
حدِّدوا هل F_1 أكبر من F_2 أم أصغر منها أم مساوية لها . علِّلوا تحديدكم . ($6\frac{1}{3}$ درجات)

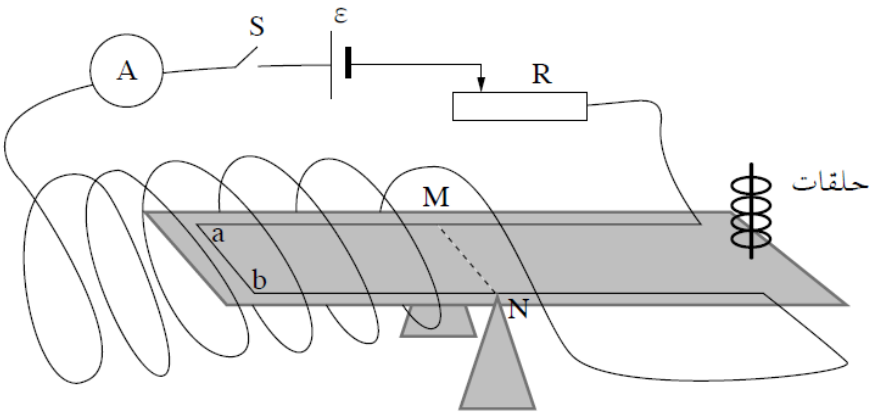
5. معطاة منظومة لقياس كتلة الأجسام الصغيرة (ميزان تيّار) . المنظومة مركَّبة من ملفّ لولبيّ طوله L وعدد لفّاته N، ولوحة عازلة مستطيلة على طول ثلاثة من أضلاعها ملتصق (متّصل) سلك موصِل، ومصدر فرق جهد مثاليّ ε ، ومقاوم متغيّر R ، ومفتاح S ، ومقياس تيّار مثاليّ، وأسلاك موصِلة مثاليّة، وعدّة حلقات متطابقة مصنوعة من مادّة عازلة .

يرغبون قياس كتلة حلقة، m_0 بواسطة المنظومة .

يُدخِلون إلى داخل الملفّ اللولبيّ قسمًا من اللوحة التي على طول أضلاعها ملتصق السلك، في حالة تكون فيها متوازنة أفقيًّا .

يصلون طرفَي السلك الملتصق باللَّوحة على التوالي بالملفّ اللولبيّ .

اللوحة حرّة التحرّك حول المحور MN الذي يمرّ في مركزها، كما هو موصوف في المخطّط .



في الحالة الابتدائيّة المفتاح S مفتوح، ولا يسري تيّار في المنظومة، واللوحة متوازنة أفقيًّا .

يُغلِقون المفتاح، وعلى قطعة السلك الموصِل الموضوع على عرض اللوحة، الذي طوله ℓ_{ab} (انظروا المخطّط)، تؤثّر قوّة F_B تؤدّي إلى خروج اللوحة من حالتها المتوازنة الأفقيّة . يضعون حلقة واحدة على طرف اللوحة الموجود خارج الملفّ اللولبيّ، ويُغيِّرون بواسطة المقاوم المتغيّر شدّة التيّار في الدائرة إلى أن توازِن القوّةُ المغناطيسيّةُ القوّةَ التي تؤثّر بها الحلقة على اللوحة، وتعود اللوحة إلى حالة متوازنة أفقيًّا .

أ. حدِّدوا ما هو اتّجاه الحقل المغناطيسيّ الذي يتكوّن في الملفّ اللولبيّ بعد إغلاق المفتاح – من اليسار إلى اليمين أم من اليمين إلى اليسار . (4 درجات)

(انتبهوا : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

/ يتبع في صفحة 10 /

يُعيدون إجراء القياسات عدّة مرّات، وفي كلّ مرّة يضعون على اللوحة حلقة إضافيّة، ويُغيِّرون شدّة التيّار حتّى عودة اللوحة إلى حالة أفقيّة، ويُسجِّلون شدّة التيّار وتربيع شدّة التيّار.

نتائج التجربة معروضة في الجدول التالي.

عدد الحلقات K	$I(A)$	$I^2(A^2)$
1	4.0	16.0
2	5.0	25.0
3	6.5	42.3
4	7.5	56.3
5	8.5	72.3

ب. عبِّروا عن مقدار القوّة المغناطيسيّة F_B التي تؤثّر على قطعة السلك ab ، كدالّة لشدّة التيّار I (استعملوا البارامترات μ_0 ، ℓ_{ab} ، L ، N ، I). (6 درجات)

جـ. عبِّروا عن تربيع شدّة التيّار (I^2) كدالّة لعدد الحلقات (K) التي وُضِعت على اللوحة. (6 درجات)

د. حسب النتائج المعروضة في الجدول:

(1) ارسموا رسمًا بيانيًّا مبعثرًا (نقاطًا في هيئة محاور) لتربيع شدّة التيّار (I^2) كدالّة لعدد الحلقات (K).

(2) أضيفوا إلى الرسم البيانيّ المبعثر المستقيم الأكثر ملاءمة له (خطّ توجّه).

(7 درجات)

معطى أنّ: $\ell_{ab} = 2.8\ cm$ ، $L = 25\ cm$ ، $N = 2500$.

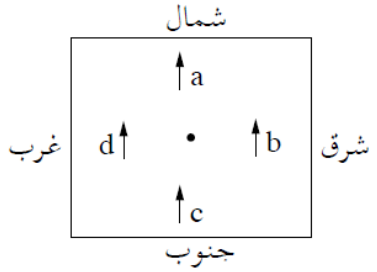
هـ. حسب قيمة ميل الرسم البيانيّ، احسبوا كتلة الحلقة، m_0. (5 درجات)

يقلبون قطبيّة مصدر فرق الجهد.

و. هل يمكن في هذه الحالة استعمال المنظومة من أجل قياس كتلة الأجسام الصغيرة؟ علّلوا تحديدكم.

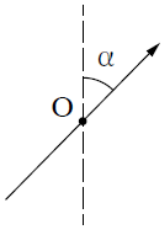
($5\frac{1}{3}$ درجات)

4. أراد طالب في فرع الفيزياء قياس المركّب الأفقيّ للحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة، $B_{E\parallel}$، في منطقة سكنه.
لهذا الغرض ركّب الطالب منظومة تجربة: أدْخَل الطالب سلكًا موصلاً طويلاً ومستقيمًا عبر ثُقْب في مركز طاولة، وَشَدَّهُ بحيث كان السلك معامدًا لمستوى الطاولة. وضع الطالب على الطاولة أربع بوصلات a وَ b وَ c وَ d، كلّ واحدة في بُعد r عن السلك، حسب الاتّجاهات المعروضة في التخطيط 1 الذي أمامك.
التخطيط 1 هو نظرة علويّة للمنظومة، ونرى فيه مقطع السلك واتّجاهات إبَر البوصلات عندما لم يمرّ تيّار في السلك.



التخطيط 1

عندما مرّر الطالب في السلك تيّارًا اتّجاهه ليس معطًى وشدّته $I = 8.5A$، استدارت إبرة البوصلة a مع اتّجاه عقارب الساعة، واستقرّت بزاوية α (انظر التخطيط 2).



التخطيط 2

أ. انسخ التخطيط 2 إلى دفترك، وأَشِر في النقطة O إلى اتّجاهَي الحقلين المغناطيسيّين اللذين يؤثّران على إبرة البوصلة a: إلى اتّجاه المركّب الأفقيّ للحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة، $B_{E\parallel}$، وإلى اتّجاه الحقل المغناطيسيّ، B_I، الذي يُكوِّنه التيّار. (6 درجات)

ب. حدِّد إذا كان اتّجاه التيّار في السلك نحو الأعلى ("من الصفحة خارجًا") أم نحو الأسفل ("إلى داخل الصفحة"). علّل تحديدك. (6 درجات)

جـ. عبِّر عن $\tan(\alpha)$ كدالّة لِـ I بدلالة r وَ $B_{E\parallel}$ وَ μ_0. (6 درجات)

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

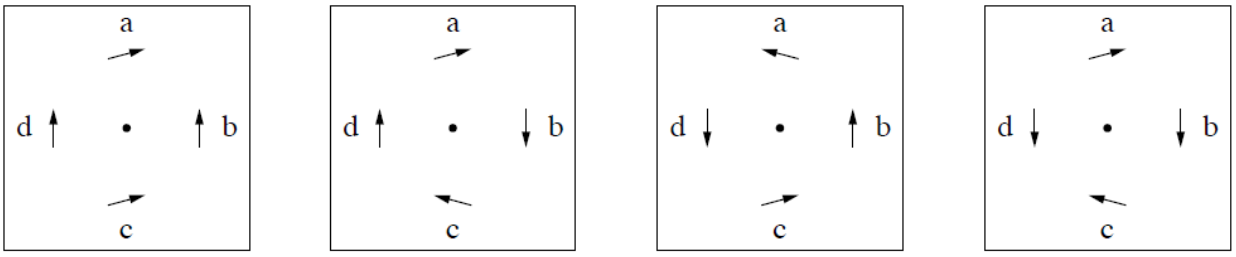
/ يتبع في صفحة 7 /

معطى أنّ : $r = 10cm$ ، $\alpha = 37^o$.

د. احسب، بمساعدة التعبير الذي طوّرتَه في البند "جـ"، مقدار المركّب الأفقيّ للحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة، $B_{E\parallel}$ ، في منطقة سكن الطالب. (5 درجات)

أراد الطالب أن يفحص الاتّجاهات التي تستقرّ فيها إبَر البوصلات في أعقاب مرور تيّار في السلك. لهذا الغرض، زاد الطالب تدريجيًّا شدّة التيّار I حتّى قيمة معيّنة وهزّ قليلاً الطاولة التي كانت البوصلات موضوعة عليها.
معطى أنّ الإبرة في البوصلة a استقرّت بزاوية α التي تساوي الآن 55^o .

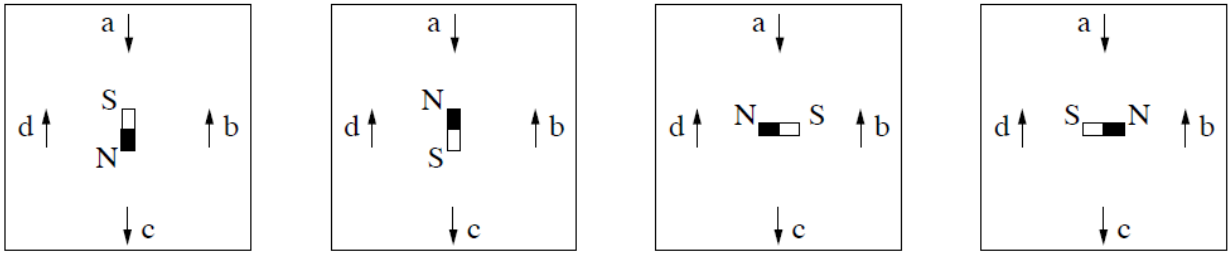
هـ. أمامك أربعة تخطيطات 1-4، أحدها فقط يصف صحيحًا اتّجاهات إبَر جميع البوصلات.



حدِّد أيّ تخطيط من التخطيطات هو الصحيح. علّل تحديدك. (6 درجات)

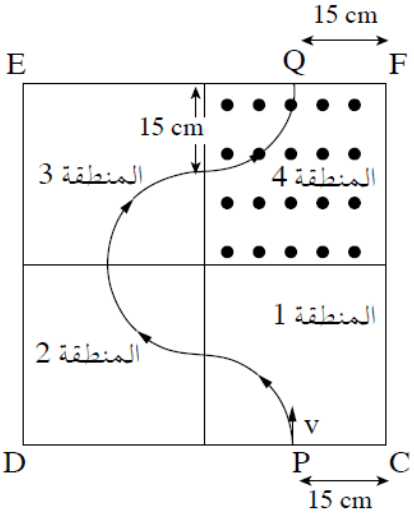
في حالة أخرى، أزالَ الطالب السلك ووضع في مركز الطاولة مغناطيس قضيب.

و. أمامك أربعة تخطيطات 1-4، أحدها فقط يصف صحيحًا اتّجاهات إبَر جميع البوصلات ومغناطيس القضيب.



حدِّد أيّ تخطيط من التخطيطات هو الصحيح. ($4\frac{1}{3}$ درجات)

5. المربّع CDEF مقسَّم إلى أربع مناطق 1-4 (انظر التخطيط) .
كلّ واحدة من المناطق الأربع هي مربّع أبعادُهُ $30\ cm \times 30\ cm$. يسود في كلّ منطقة حقل مغناطيسيّ متجانس مقداره $B = 1T$ ، واتّجاهه معامد للمربّع CDEF . في المنطقة 4 الحقل "يخرج من الصفحة" .
يدخل الجسيم "أ" المشحون إلى مجال المربّع CDEF في النقطة P (انظر التخطيط)، التي بُعدها عن النقطة C هو 15 cm ، بسرعة اتّجاهها معامد للخطّ CD ولاتّجاه الحقل المغناطيسيّ، ومقدارها $v = 3.6 \cdot 10^6 m/s$.
كتلة الجسيم هي $6.67 \cdot 10^{-27} kg$.



أ. هل الشحنة الكهربائيّة للجسيم "أ" موجبة أم سالبة؟ علّل . (5 درجات)

ب. ما هي اتّجاهات الحقول المغناطيسيّة في المناطق 1 ، 2 ، 3 ؟ (اكتب × إذا كان اتّجاه الحقل "إلى داخل الصف
واكتب • إذا كان اتّجاه الحقل "يخرج من الصفحة") . علّل . (6 درجات)

جـ. احسب شحنة الجسيم "أ" . (5 درجات)

د. هل على طول مسار حركة الجسيم "أ" من النقطة P إلى النقطة Q ، متّجه سرعة الجسيم يتغيّر:

(1) في اتّجاهه؟ علّل .

(2) في مقداره؟ علّل .

(8 درجات)

هـ. احسب المدّة الزمنيّة التي تحرّك خلالها الجسيم "أ" من النقطة P إلى النقطة Q . (5 درجات)

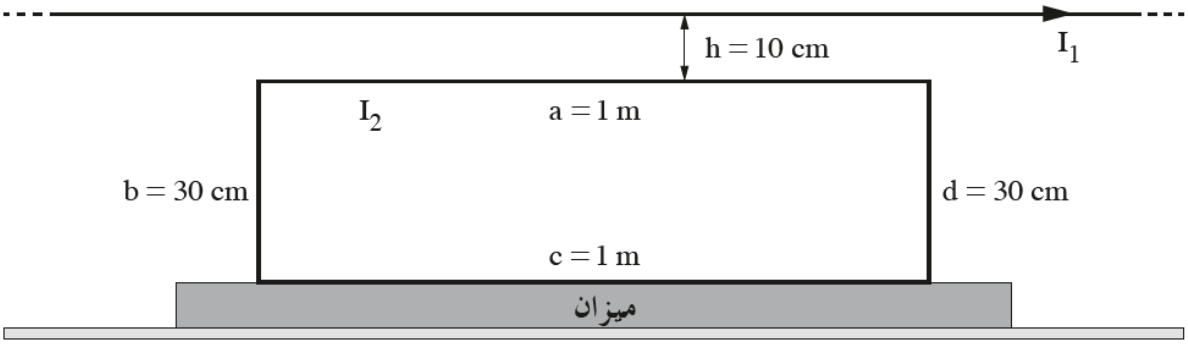
و. يُطلِقون في النقطة Q إلى داخل المنطقة 4 جسيمين، "ب" وَ "جـ" الواحد تلو الآخر، بنفس مقدار السرعة $(v = 3.6 \cdot 10^6 m/s)$، وبالتعامد لِـ EF وللحقل المغناطيسيّ الذي في المنطقة 4 .
للجسيمين "ب" وَ "جـ" كتلتان مطابقتان لكتلة الجسيم "أ" . للجسيم "ب" شحنة مطابقة لشحنة الجسيم "أ"، وللجسيم "جـ" شحنة معاكسة لشحنة الجسيم "أ" .
أيّ من الجسيمين – "ب" أم "جـ" – يتحرّك على طول مسار حركة الجسيم "أ"؟ علّل .
(افترِضْ أنّه لا يوجد تأثير متبادل بين الجسيمين خلال حركتهما في الحقول المغناطيسيّة .)
($4\frac{1}{3}$ درجات)

/ يتبع في صفحة

4. أجرت طالبة تجربة بواسطة المنظومة المعروضة في التخطيط الذي أمامك. المنظومة مبنيّة من ملفّ مستطيل موصِل موضوع على ميزان. مستوى الملفّ معامد لسطح الميزان.

أطوال أضلاع الملفّ $a = c = 1\ m$ وَ $b = d = 30\ cm$. كتلة الملفّ، m ، ليست معطاة.

في ارتفاع $h = 10\ cm$ فوق الضلع a للملفّ، مشدودٌ سلك موصِل مستقيم وطويل جدًّا بالنسبة لأضلاع الملفّ. السلك موازٍ للضلعين a وَ c للملفّ. في السلك المستقيم يسري تيّار شدّته I_1 واتّجاهه إلى اليمين (انظر التخطيط).

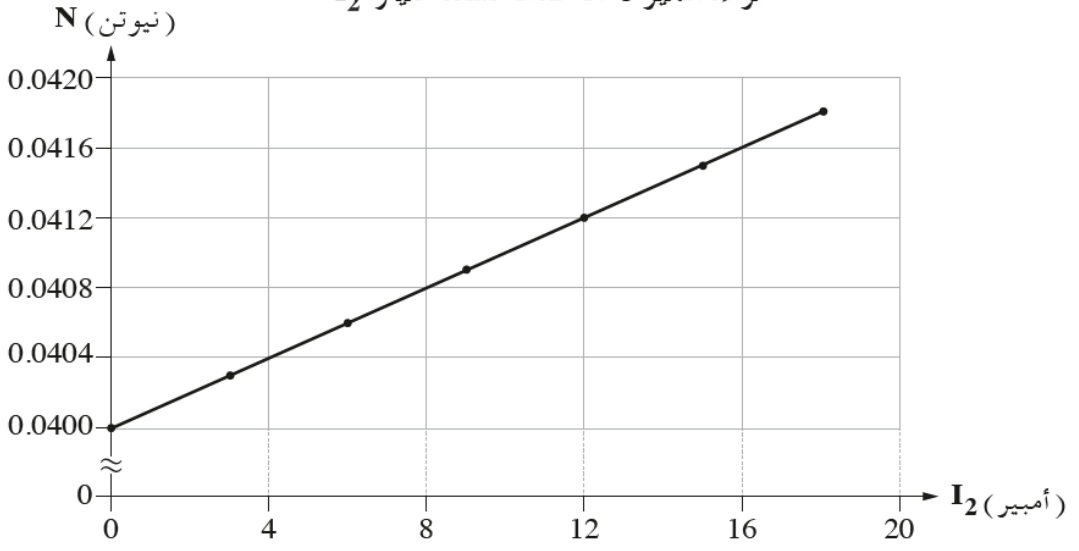


مجرى التجربة: مرّرت الطالبة في الملفّ عدّة تيّارات الواحد تلو الآخر. كان كلّ واحد من التيّارات بشدّة مختلفة، لكن جميعها في نفس الاتّجاه (هذا الاتّجاه غير معطى). في كلّ قياس قرأت الطالبة شدّة التيّار في الملفّ، I_2 ، وقراءة الميزان، N .

خلال كلّ مجرى التجربة لم تتغيّر المسافات المعطاة وشدّة التيّار في السلك، I_1 .

عرض نتائج القياسات: حسب نتائج القياسات، رسمت الطالبة رسمًا بيانيًّا يصف قراءة الميزان، N ، كدالّة لشدّة التيّار في الملفّ، I_2 .

قراءة الميزان N كدالّة لشدّة التيّار I_2



(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

/ يتبع في صفحة 9 /

في هذا السؤال يجب إهمال تأثير الحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة.

أ. **(1)** ما هو اتّجاه **محصّلة** القوى المغناطيسيّة التي تؤثّر على الملفّ؟ علّل إجابتك.

(2) حدِّد هل مقدار القوّة المغناطيسيّة التي تؤثّر على الضلع a هو أصغر من مقدار القوّة المغناطيسيّة التي تؤثّر على الضلع c أم أكبر منه أم مساوٍ له. علّل تحديدك.

(8 درجات)

ب. **(1)** ما هو اتّجاه التيّار I_2 في الضلع a – إلى اليمين أم إلى اليسار؟ علّل إجابتك.

(2) ارسم الملفّ المستطيل في دفترك. أشر على كلّ واحد من أضلاع الملفّ إلى اتّجاه القوّة المغناطيسيّة التي يؤثّر بها عليه الحقل المغناطيسيّ الذي مصدره من I_1 .

(7 درجات)

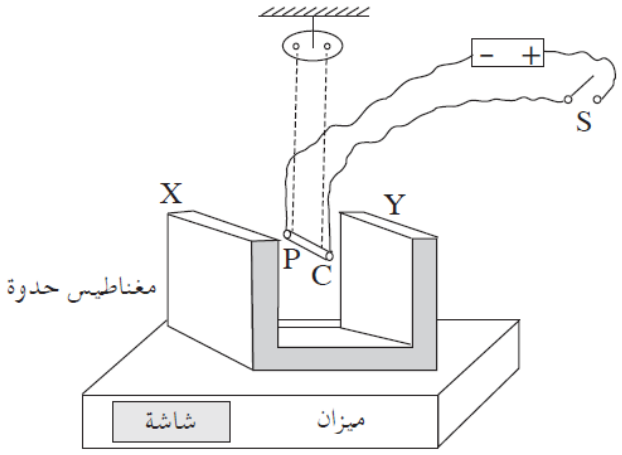
جـ. عَبِّر عن قراءة الميزان، N ، كدالّة لشدّة التيّار في الملفّ، I_2 .

استعمِل الثوابت: a ، b ، h ، m ، g ، I_1، μ_0 . (7 درجات)

د. احسب m، كتلة الملفّ. (5 درجات)

هـ. احسب شدّة التيّار في السلك، I_1 . ($6\frac{1}{3}$ درجات)

4. التخطيط 1 الذي أمامك يصف منظومة لقياس الحقل المغناطيسيّ لمغناطيس حدوة. يوجد في هذه المنظومة قضيب موصِل PC معلَّق بين القطب X والقطب Y لمغناطيس الحدوة وبموازاتهما.
القضيب PC هو جزء من دائرة كهربائيّة فيها مصدر فرق جهد ومفتاح S وأسلاك توصيل مثاليّة.
كتلة المغناطيس هي m ، وهو موضوع على ميزان رقميّ. بين قطبَي المغناطيس يوجد حقل مغناطيسيّ متجانس B .



التخطيط 1

في حلّ السؤال يجب إهمال الحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة والقوى التي تؤثّر على الأسلاك.

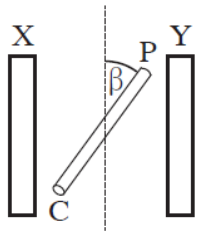
عندما يُغلقون المفتاح S ، يسري تيّار I في القضيب PC وقراءة الميزان تكبر.

أ. حدِّد ما هو اتّجاه القوّة التي يؤثّر بها الحقل المغناطيسيّ على القضيب PC: إلى الأعلى أم إلى الأسفل.
علِّل تحديدك. (5 درجات)

ب. حدِّد ما هو اتّجاه الحقل المغناطيسيّ: $X \longrightarrow Y$ أم $Y \longrightarrow X$. فصِّل اعتباراتك. (5 درجات)

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

خلال تجربة معيّنة، يُديرون القضيب PC في مستوى أفقيّ وبزاوية β بالنسبة لموقعه الابتدائيّ (انظر التخطيط 2، من نظرة علويّة). خلال التجربة، يسري عبر القضيب تيّار ثابت $I = 15A$. طول القضيب PC هو $\ell = 4cm$.
يقيسون قراءة الميزان F بوحدات نيوتن (N) بالنسبة لزوايا β مختلفة.



التخطيط 2

الجدول الذي أمامك يعرض عدّة نتائج للتجربة :

$\beta(^o)$	0	36	48	72	90	120
$\cos\beta$	1	0.81	0.67	0.31	0	− 0.5
F(N)	0.88	0.80	0.70	0.56	0.40	0.18

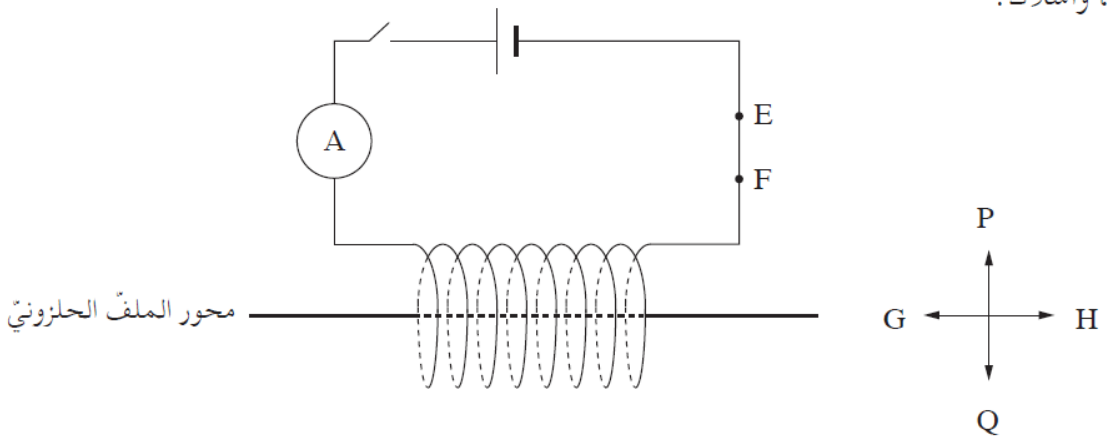
جـ. ارسم في دفترك رسما بيانيًّا يصف قراءة الميزان F كدالّة لـ $\cos\beta$. (8 درجات)

د. عبِّر بدلالة البارامترات B، ℓ ، I، m، g (g – مقدار تسارع السقوط الحرّ) عن العلاقة بين قراءة الميزان F وبين $\cos\beta$. (6 درجات)

هـ. احسب مقدار الحقل المغناطيسيّ B بمساعدة الرسم البيانيّ والتعبير الذي طوّرتَه. (5 درجات)

و. احسب كتلة المغناطيس، m. ($4\frac{1}{3}$ درجات)

4. التخطيط 1 الذي أمامك يصف دائرة كهربائيّة مركّبة من مصدر فرق جهد، وملفّ حلزونيّ (طويل)، ومقياس تيّار، ومفتاح، وأسلاك .



التخطيط 1

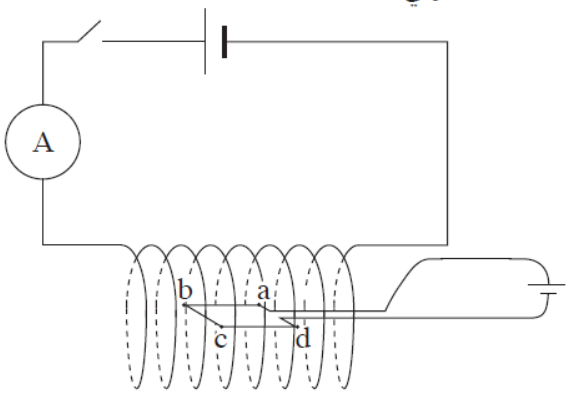
أغلقوا المفتاح، وفي الملفّ الحلزونيّ يسري تيّار I_1 .

أ. **(1)** حدِّد ما هو اتّجاه التيّار في الدائرة: من E إلى F أم من F إلى E .

(2) حدِّد ما هو اتّجاه الحقل المغناطيسيّ، B_1، داخل الملفّ الحلزونيّ: Q أم P أم H أم G (انظر إشارات الأسهم في التخطيط 1) . علّل تحديدك .

(8 درجات)

أدخلوا إلى الملفّ الحلزونيّ إطارًا مربّعًا موصلاً abcd ، كما هو موصوف في التخطيط 2، يسري عبره تيّار I_2 . الضلع cd للإطار موازٍ لمحور الملفّ الحلزونيّ .



التخطيط 2

معطى أنّ: كثافة لفّات الملفّ الحلزونيّ هي 6,000 لفّة للمتر، $I_1 = 0.1A$ ، $I_2 = 20A$ ،

طول ضلع الإطار abcd هو 4 cm .

ب. احسب القوّة المغناطيسيّة (مقدارها واتّجاهها) التي تؤثّر على كلّ واحد من الضلعين bc ، ab .

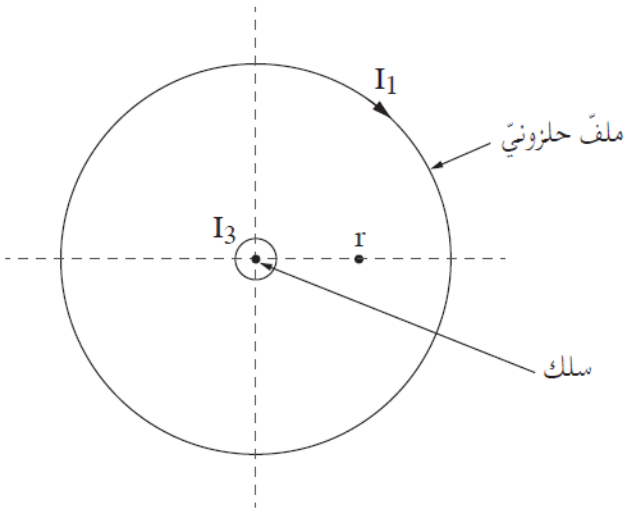
فصّل اعتباراتك. ($11\frac{1}{3}$ درجة)

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

/ يتبع في صفحة 9

أخرجوا الإطار من الملفّ الحلزونيّ، ووضعوا على طول محور الملفّ الحلزونيّ سلكًا موصِلاً طويلاً جدًّا يسري فيه تيّار $I_3 = 20A$.

أمامك تخطيط للملفّ الحلزونيّ وللسلك من نظرة جانبيّة (مقطع عرضيّ) . اتّجاه التيّار في الملفّ الحلزونيّ، I_1 ، هو باتّجاه عقارب الساعة، واتّجاه التيّار في السلك، I_3 ، هو "من الصفحة خارجًا" .



التخطيط 3

جـ. انسخ التخطيط 3 إلى دفترك . أشر في النقطة r في التخطيط الذي في دفترك إلى اتّجاه الحقل المغناطيسيّ الذي يُكوِّنه الملفّ الحلزونيّ، B_1 ، وإلى اتّجاه الحقل المغناطيسيّ الذي يكوِّنه السلك، B_3 . (8 درجات)

د. احسب في أيّ بُعد عن محور الملفّ الحلزونيّ، مقدار الحقل B_1 يساوي مقدار الحقل B_3 . (6 درجات)

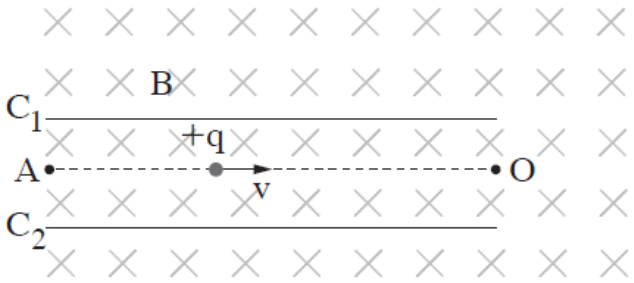
4. يمكن بواسطة سپكترومتر الكُتَل الفصل بين جسيمات مشحونة كُتَلُها وشحناتها مختلفة (أيونات). في عمليّة الفصل تمرّ الأيونات في البداية في المنطقة التي فيها حقل كهربائيّ وحقل مغناطيسيّ ("مصنِّف سرعات"). بعد ذلك تُواصل الأيونات إلى المنطقة التي يسود فيها حقل مغناطيسيّ فقط.

التخطيط 1 الذي أمامك يصف مصنِّف سرعات.

يسود في المصنِّف حقل مغناطيسيّ متجانس B اتّجاهه "إلى داخل الصفحة"، كما هو موصوف في التخطيط.

يسود بين اللوحين C_1 وَ C_2 حقل كهربائيّ متجانس E اتّجاهه موازٍ لمستوى الصفحة (الحقلان B وَ E متعامدان). أحد اللوحين مشحون بشحنة موجبة والآخر بشحنة سالبة.

أهمِل قوّة الجاذبيّة ومقاومة الهواء.



التخطيط 1

يتحرّك أيون موجب $+q$ باتّجاه اليمين بين اللوحين، بخطّ مستقيم AO موازٍ للّوحين.

أ. ارسم في دفترك مخطّط القوى التي تؤثّر على الأيون، وأشر إلى أسماء كلّ واحدة من القوى. (4 درجات)

ب. حدِّد أيّ لوح، C_1 أم C_2، مشحون بشحنة موجبة. فسّر تحديدك. (4 درجات)

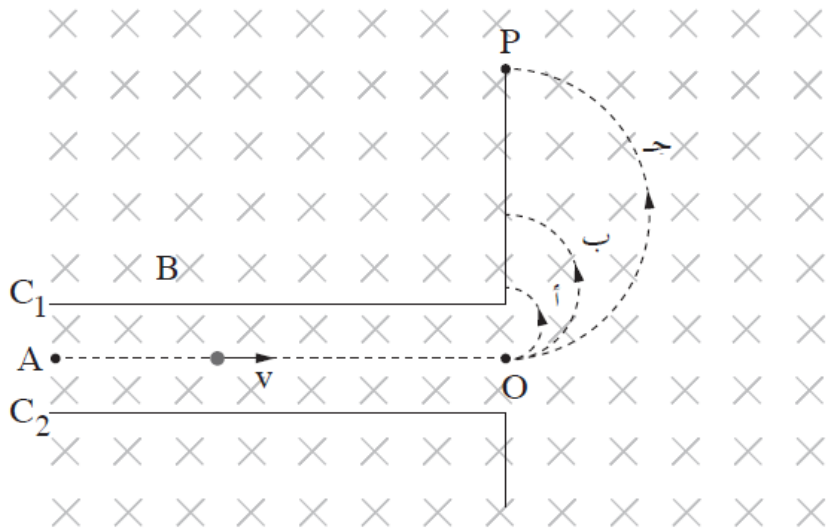
جـ. طوِّر تعبيرًا لمقدار السرعة v التي يتحرّك بها الأيون على طول الخطّ AO. (6 درجات)

استبدلوا الأيون الموجب بأيون سالب $-q$، سرعته مساوية لسرعة الأيون الموجب، بدون أن يغيّروا الحقل المغناطيسيّ.

د. حدِّد إذا كانت هناك حاجة لقلب اتّجاه الحقل الكهربائيّ بين اللوحين كي يتحرّك هذا الأيون أيضًا باتّجاه اليمين على طول الخطّ AO. فصّل اعتباراتك. (5 درجات)

انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية

تدخل ثلاثة أيونات: 1، 2، 3، إلى السپكترومتر. تتحرّك الأيونات الواحد بعد الآخر داخل مصنِّف السرعات على طول الخطّ AO بنفس السرعة v. تنتقل الأيونات من النقطة O إلى المنطقة التي فيها حقل مغناطيسيّ فقط، الذي شدّته واتّجاهه هما نفس شدّة واتّجاه الحقل الذي يسود في مصنِّف السرعات. بتأثير الحقل المغناطيسيّ، يتحرّك كلّ أيون في أحد المسارات "أ" أو "ب" أو "جـ". شكل كلّ واحد من المسارات هو نصف دائرة، كما هو موصوف في التخطيط 2.



التخطيط 2

الجدول الذي أمامك يعرض معطيات عن كتلة وشحنة ثلاثة الأيونات.

الأيون	الكتلة	الشحنة
1	$M_1 = m$	$Q_1 = q$
2	$M_2 = m$	$Q_2 = 2q$
3	$M_3 = 2m$	$Q_3 = q$

هـ. حدِّد في أيّ مسار من المسارات "أ" أم "ب" أم "جـ" يتحرّك كلّ واحد من ثلاثة الأيونات 1، 2، 3. فصّل اعتباراتك. (9 درجات)

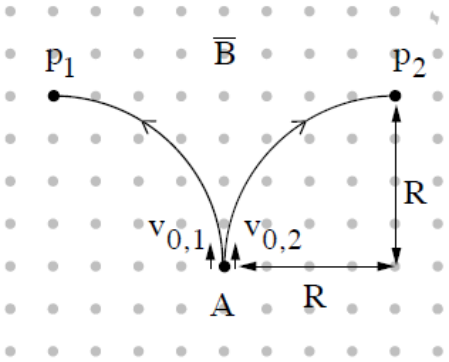
معطى أنّ: $q = 1.6 \cdot 10^{-19}\,C$ ، $m = 1.3 \cdot 10^{-26}\,kg$ ، $B = 0.1T$ ، $E = 6.15 \cdot 10^{3}\frac{V}{m}$

و. احسب البُعد OP. ($5\frac{1}{3}$ درجات)

6. النقطة A تقع داخل حقل مغناطيسيّ متجانس شدّته $B = 6.8 \cdot 10^{-4} T$ واتّجاهه مُشار إليه في التخطيط. من جسيم موجود في النقطة A تَكَوَّنَ في اللحظة t_0 جسيمان، 1 وَ 2 ، في عمليّة تُسمّى تكوين أزواج. (عمليّة تكوين الأزواج مشروحة باختصار في نهاية السؤال. فهمها ليس ضروريًّا لحلّ هذا السؤال.) مباشرةً بعد تكوّنهما، تحرّك الجسيمان بنفس الاتّجاه (انظر $v_{0,1}$ وَ $v_{0,2}$ في التخطيط).

معطى أنّ: كتلة كلّ واحد من الجسيمين هي $m = 9.11 \cdot 10^{-31} kg$.

افترض أنّه يسود فراغ في الحيّز الذي يتحرّك فيه الجسيمان.



التخطيط 1

من اللحظة $t_0 = 0$ وحتّى اللحظة $t_1 = 1.3 \cdot 10^{-8} s$ تحرّك كلّ واحد من الجسيمين على طول رُبع دائرة. في اللحظة t_1 وصل الجسيم 1 إلى النقطة P_1 ، ووصل الجسيم 2 إلى النقطة P_2 (انظر التخطيط).

أ. فسّر لماذا مسارا الجسيمين حتّى اللحظة t_1 هما دائريّان. (3 درجات)

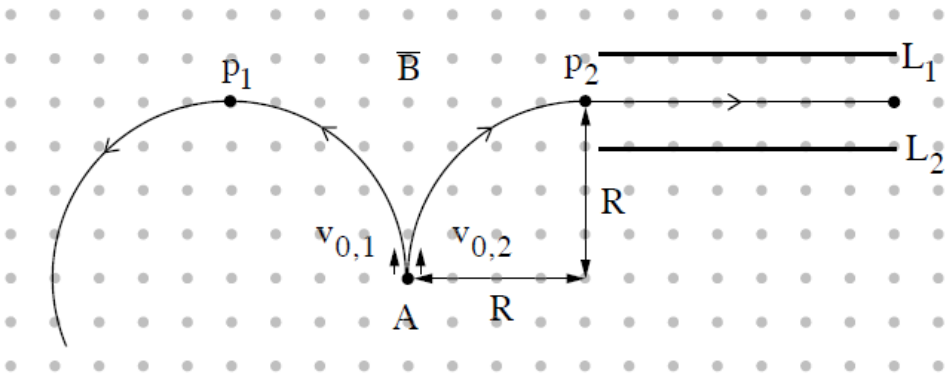
نصف قطر كلّ واحد من المسارين الدائريّين هو $R = 5 cm$.

ب. احسب مقدار سرعة كلّ واحد من الجسيمين. (4 درجات)

جـ. احسب مقدار الشحنة الكهربائيّة لكلّ واحد من الجسيمين. (4 درجات)

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

عند وصوله إلى النقطة P_2 دخل الجسيم 2 إلى ما بين اللوحين L_1 وَ L_2 اللذين يكوّنان حقلاً كهربائيًّا متجانسًا. اللوحان متوازيان ومعامدان لمستوى الصفحة. واصل الجسيم التحرّك بين اللوحين على طول خطّ مستقيم (انظر التخطيط 2). الجسيم 1 واصل التحرّك بمسار دائريّ.



التخطيط 2

د. **(1)** ما هي شدّة الحقل الكهربائيّ المتجانس بين اللوحين؟

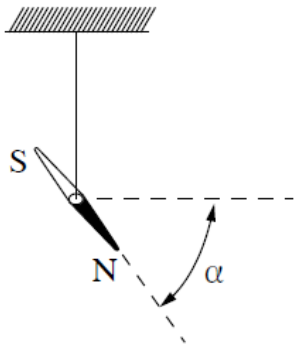
(2) ما هو اتّجاه الحقل الكهربائيّ المتجانس بين اللوحين – من اللوح L_1 باتّجاه اللوح L_2 أم من L_2 باتّجاه L_1؟ علّل.

(6 درجات)

هـ. ماذا سيكون شكل مسار الجسيم 2 إذا اختفى الحقل المغناطيسيّ (عندما لا يزال الجسيم بين اللوحين)؟ فسّر إجابتك. (3 درجات)

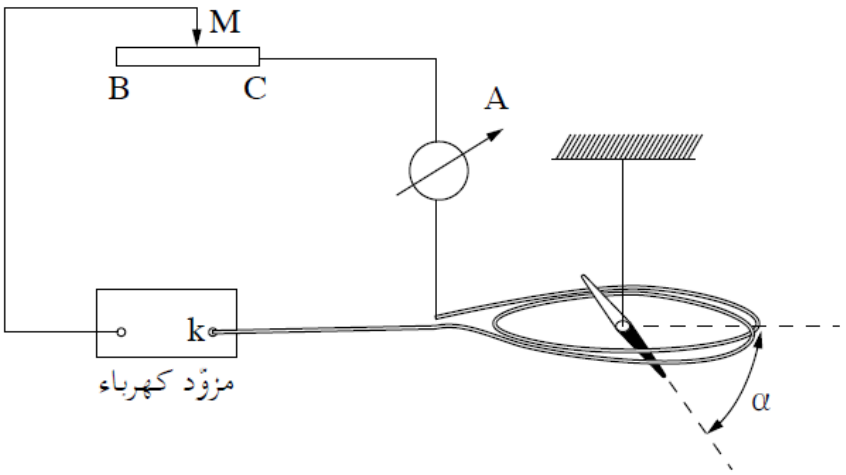
ملاحظة: "تكوين أزواج" هي عمليّة فيزيائيّة يختفي فيها جسيم، وفي نفس اللحظة يتكوّن مكانه جسيمان. مثلاً يختفي فوتون ويتكوّن مكانه الجسيمان إلكترون وبوزيترون.
الجسيم بوزيترون يشبه الإلكترون، لكنّ الشحنة الكهربائيّة للبوزيترون هي موجبة، لذلك يُسمّى أيضًا "أنتي – إلكترون (إلكترون مضادّ)".

4. أجرى طالب تجربة لقياس مقدار الحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة، B_E ، في محيط سكنه.
بهدف إيجاد اتّجاه الحقل، علّق الطالب إبرة مغناطيسيّة على خيط دقيق مربوط بمركز الإبرة.
تعليق الإبرة يُمكّنها من التحرّك بحرّيّة.
α هي زاوية الميلان، وهي الزاوية التي بين اتّجاه الإبرة وبين المستوى الأفقيّ (انظر التخطيط 1).
قاس الطالب الزاوية α ووجد أنّ $\alpha = 53^o$. نتجت هذه النتيجة بتأثير الحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة فقط.



التخطيط 1

بهدف قياس مقدار الحقل المغناطيسيّ، B_E ، رَكّبَ الطالب دائرة كهربائيّة فيها:
مزوّد كهرباء ومقاوم متغيّر ومقياس تيّار وملفّ دائريّ دقيق موجود في المستوى الأفقيّ.
علّق الطالب الإبرة المغناطيسيّة فوق مركز الملفّ (انظر التخطيط 2).
معطى أنّ: الملفّ الدقيق مكوّن من 4 لفّات $(N = 4)$. نصف قطر كلّ لفّة $r = 20\,cm$.



التخطيط 2

أزاح الطالب التماسّ المتحرّك M للمقاوم المتغيّر، ورأى أنّ الزاوية α صغرت بالتدريج، حتّى نقطة معيّنة استقرّت فيها الإبرة المغناطيسيّة في حالة أفقيّة $(\alpha = 0^o)$.

انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية

أ. حسب اتّجاه الحقول المغناطيسيّة، حدِّد إذا كان القطب k لمزوِّد الكهرباء موجبًا أم سالبًا. علّل تحديدك. (6 درجات)

ب. هل أثناء التجربة أزاح الطالب التماسّ المتحرّك M للمقاوم المتغيّر من النقطة C إلى النقطة B أم من النقطة B إلى النقطة C ؟ علّل إجابتك. (6 درجات)

جـ. عندما استقرّت الإبرة في حالة أفقيّة، كانت قراءة مقياس التيّار 3.2 A . احسب مقدار المركّب العموديّ للحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة، $B_{E\perp}$. (6 درجات)

لم يكن الطالب راضيًا عن دقّة القياس في التجربة التي أجراها، ولذلك قرّر إيجاد المركّب العموديّ للحقل المغناطيسيّ، $B_{E\perp}$ ، بواسطة رسم بيانيّ. لهذا الغرض، أعاد الطالب القياسات عدّة مرّات، وفي كلّ مرّة غيرّ عدد اللفّات.

في كلّ قياس سجّل الطالب عدد اللفّات N والتيّار I الذي نتج عندما استقرّت الإبرة المعلّقة في حالة أفقيّة ($\alpha = 0^o$) . حَسَبَ الطالب قيَم $\frac{1}{I}$ وسجّلها هي أيضًا.

النتائج معروضة في الجدول الذي أمامك.

لفّات N	4	6	8	10	12
I (A)	3.2	2.1	1.5	1.3	1
$\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{I}}(\frac{1}{A})$	0.3	0.5	0.7	0.8	1

د. ارسم في دفترك رسمًا بيانيًّا لـ $\frac{1}{I}$ كدالّة لعدد اللفّات N . (9 درجات)

هـ. بواسطة ميل الرسم البيانيّ، احسب مقدار المركّب العموديّ للحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة، $B_{E\perp}$. ($6\frac{1}{3}$ درجات)

2015,4

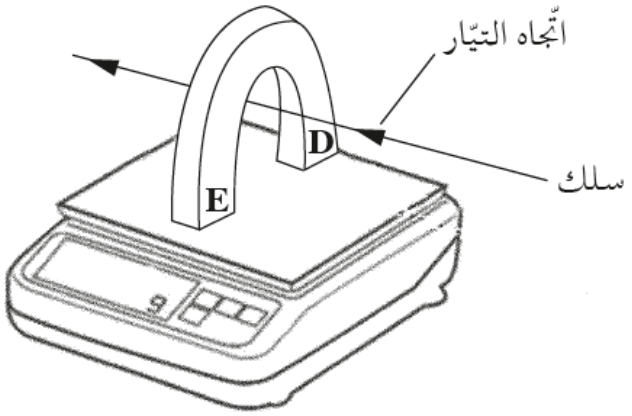
4. يصف التخطيط الذي أمامك تجربة أجراها أحد الطلّاب. وضع الطالب ميزانًا رقميًّا على طاولة وشغّله. قراءة الميزان كانت 0.

بعد ذلك وضع الطالب مغناطيس حِذْوة حصان على السطح العلويّ للميزان. أُشير إلى قطبَي المغناطيس في التخطيط بالحرفين D وَ E.

وفي النهاية مرّر الطالب سلكًا موصِلاً بين قطبَي المغناطيس، كما هو موصوف في التخطيط: السلك ليس موضوعًا على سطح الميزان وليس على المغناطيس، واتّجاهه معامد لاتّجاه خطوط الحقل المغناطيسيّ التي مصدرها من المغناطيس. السلك موصول على التوالي بمصدر فرق جهد وبمقياس تيّار (لا يظهران في التخطيط).

افترِضْ أنّ الحقل المغناطيسيّ في منطقة الميزان هو ثابت، وأنّ طول قطعة السلك الموجودة في الحقل المغناطيسيّ هو $\ell = 0.1\ \text{m}$.

في إجاباتك أهمِل تأثيرات الحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة على منظومة التجربة.



انتبه: تتمة السؤال في الصفحة التالية

مَرَّرَ الطالب في السلك تيّارات بِشِدَد متعدّدة. في كلّ تمرير تيّار، قاس الطالب شدّة التيّار في السلك وقراءة الميزان. نتائج القياسات معروضة في السطرين 1 ، 2 في الجدول الذي أمامك.
في نهاية التجربة أنقص الطالب من كلّ واحدة من قيَم قراءة الميزان التي قاسها (السطر 2 في الجدول) قيمة قراءة الميزان التي نتجت في شدّة تيّار صفر. نتائج هذه الحسابات هي قيَم القوّة F (السطر 3 في الجدول).

1	شدّة التيّار في السلك – I (A)	0	4	8	12	16	20
2	قراءة الميزان (N)	1.500	1.509	1.524	1.530	1.548	1.555
3	القوّة F (N)	0	0.009	0.024	0.030	0.048	0.055

أ. استعن بالمعطيات التي في الجدول واحسب كتلة المغناطيس. (3 درجات)

ب. عندما كانت شدّة التيّار 4A كان اتّجاه التيّار كما هو موصوف في التخطيط.
هل غَيَّرَ الطالب اتّجاه التيّار أثناء التجربة؟ علّل. (6 درجات)

جـ. هل قطب المغناطيس المشار إليه بِـ D هو القطب الشماليّ (N) للمغناطيس أم قطبه الجنوبيّ (S) ؟ علّل. (8 درجات)

د. **(1)** ارسم في دفترك رسمًا بيانيًّا مبعثرًا (رسم بيانيّ نقاط) للقوّة F (السطر 3 في الجدول) كدالّة لشدّة التيّار في السلك – I (السطر 1 في الجدول).

(2) أضِف خطّ توجُّه خطّيًّا إلى الرسم البيانيّ المبعثر.

(10 درجات)

هـ. احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ في منطقة الميزان. ($6\frac{1}{3}$ درجات)

2014,5

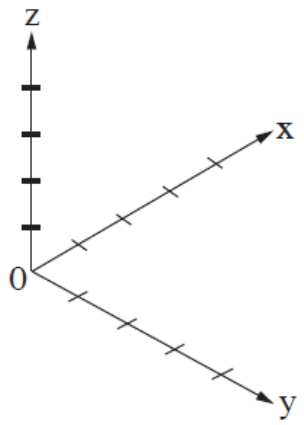
5. في سلسلة تجارب معيّنة، بحثوا سلوك جسيمات مشحونة في منطقة أُثِّر فيها بحقل مغناطيسيّ وبحقل كهربائيّ. شحنة كلّ جسيم هي $+q$ وكتلته هي m.

(أَهمِل تأثير قوّة الجاذبيّة.)

في المرحلة الأولى، أثّروا في المنطقة بحقل مغناطيسيّ B **فقط**، بالاتّجاه الموجب للمحور x. أدخلوا الجسيمات المشحونة إلى الحقل المغناطيسيّ بسرعة مقدارها v. وُجد أنّ الجسيمات استمرّت في التحرّك بخطّ مستقيم.

أ. تحرّكت الجسيمات بموازاة أحد المحاور z, y, x المعروضة في هيئة المحاور التي في التخطيط "أ".

حدِّد بموازاة أيّ محور تحرّكت الجسيمات. علّل تحديدك. (6 درجات)



التخطيط "أ"

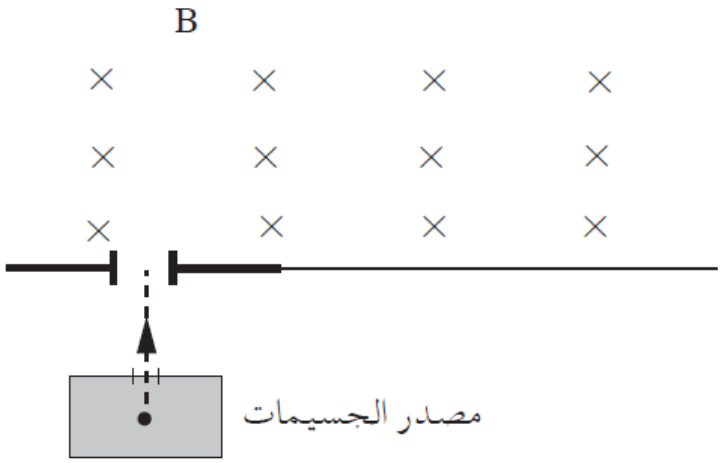
في المرحلة الثانية، بالإضافة إلى الحقل المغناطيسيّ B أثّروا أيضًا بحقل كهربائيّ E، بالاتّجاه الموجب للمحور y.

ب. حرَّروا الجسيمات من حالة السكون في منطقة التجربة.

حدِّد إذا بقيت الجسيمات في حالة سكون أم تحرّكت بخطّ مستقيم أم تحرّكت بخطّ مُنْحَنٍ. علّل. (6 درجات)

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

في تجربة أخرى، في منطقة أثّر فيها الحقلان، تحرّكت الجسيمات بموازاة المحور z ، وبعد ذلك انتقلت إلى منطقة أخرى أثّر فيها الحقل المغناطيسيّ فقط (انظر التخطيط "ب") .



التخطيط "ب"

جـ. تتحرّك الجسيمات بخطّ مستقيم في المنطقة التي يؤثّر فيها الحقلان، فقط عندما تتحقّق علاقة معيّنة بين شدّتَي الحقلين وبين مقدار سرعة الجسيمات .

اعتمِد على مبادئ فيزيائيّة، وَجِد هذه العلاقة . فصّل اعتباراتك . (9 درجات)

د. صف بالكلمات مسار الجسيمات في المنطقة التي يؤثّر فيها الحقل المغناطيسيّ فقط .

(4 درجات)

هـ. استعمِل البارامترات : B ، E ، q ، m ، وطوِّر معادلة تُبيِّن أنّ المنظومة الموصوفة في التخطيط "ب" يمكنها أن تُستعمَل لفصل نظائر لعنصر ما عن بعضها . ($8\frac{1}{3}$ درجات)

4. طُلب من أحد الطلّاب أن يقيس B_E ، المركّب الأفقيّ للحقل المغناطيسيّ للكرة الأرضيّة. لغرض القياس، مدّ الطالب سلكًا مستقيمًا وطويلاً على سطح طاولة أفقيّة باتّجاه شمال – جنوب (للحقل المغناطيسيّ الأرضيّ). وصل الطالب بالسلك على التوالي مصدر فرق جهد ومقاومًا متغيّرًا وأميترًا. وضع الطالب بوصلة في ارتفاع h فوق السلك، بحيث كان مستوى البوصلة موازيًا لسطح الطاولة. غيّر الطالب الارتفاع h عدّة مرّات. في كلّ مرّة ضبط الطالب التيّار بواسطة المقاوِم المتغيّر، وفحص في أيّة شدّة تيّار انحرفت إبرة البوصلة بزاوية 45^o عن الاتّجاه الذي أشارت إليه عندما لم يمرّ تيّار في السلك.

نتائج القياسات معروضة في الجدول الذي أمامك.

h (cm)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
I (A)	1.5	2.0	2.9	3.6	4.5

أ. حسب المعطيات المعروضة في الجدول، ارسم رسمًا بيانيًّا للتيّار، I ، كدالّة لارتفاع البوصلة، h . (10 درجات)

ب. بيّن أنّ ميل الرسم البيانيّ هو $\frac{2\pi B_E}{\mu_0}$. (10 درجات)

جـ. احسب B_E بواسطة ميل الرسم البيانيّ. (6 درجات)

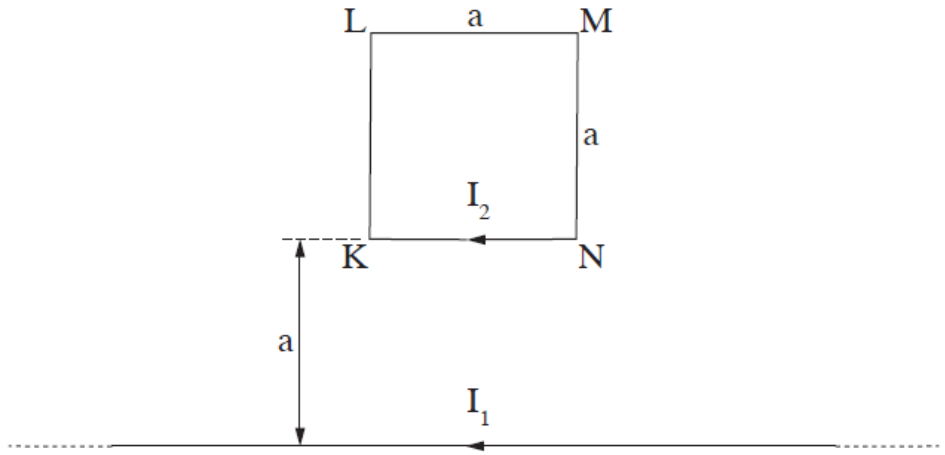
د. كتب الطالب في الجدول أنّ التيّار الذي يلائم الارتفاع 1.5 سم هو 2.0A ، وليس 2A. فسّر لماذا. ($3\frac{1}{3}$ درجات)

هـ. في الحالة التي لا يسري فيها تيّار في السلك، حدِّد – بدون تعليل – إذا كان القطب الشماليّ لإبرة البوصلة

(1) يتّجه إلى القطب المغناطيسيّ الأرضيّ الشماليّ أم الجنوبيّ. (درجتان)

(2) يتّجه بالتقريب إلى القطب الجغرافيّ الشماليّ أم الجنوبيّ. (درجتان)

4. وُضع على طاولة أفقية ملفّ مربّع الشكل KLMN طول ضلعه $a = 0.1m$ ، وسلك طوله كبير جدًّا بالنسبة لطول الضلع a . السلك الطويل يوازي الضلع KN ، وموجود على بُعد $y = a$ عنه (انظر التخطيط) .



يمرّ في السلك الطويل تيّار شدّته $I_1 = 8A$ ، ويمرّ عبر الملفّ المربّع الشكل تيّار شدّته $I_2 = 5A$. اتّجاها التيّارَيْن معروضان في التخطيط .

أ. جد القوّة (مقدارها واتّجاهها) التي يؤثّر بها السلك الطويل على الضلع KN للملفّ . (7 درجات)

ب. جد القوّة (مقدارها واتّجاهها) التي يؤثّر بها السلك الطويل على الملفّ المربّع الشكل بأكمله . (7 درجات)

جـ. جد القوّة (مقدارها واتّجاهها) التي يؤثّر بها الملفّ على السلك . فسّر إجابتك . (6 درجات)

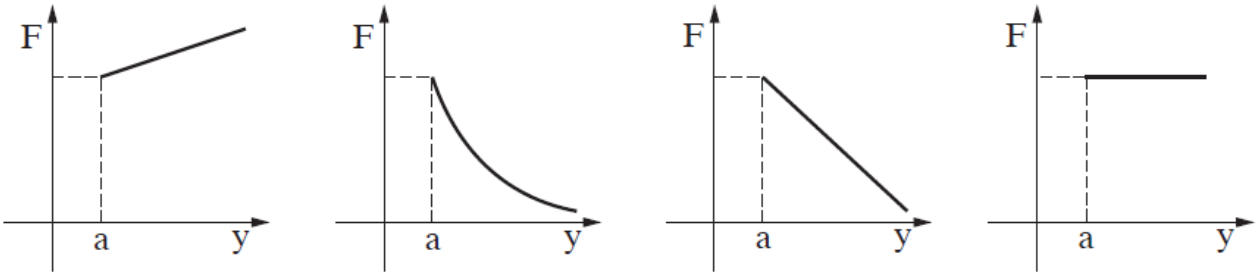
د. حدّد دون حساب، إذا كان مقدار القوّة التي يؤثّر بها السلك الطويل على الضلع العمودي KL أكبر من أم أصغر من أم يساوي مقدار القوّة التي يؤثّر بها السلك الطويل على الضلع KN . فسّر إجابتك . (6 درجات)

(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

/ يتبع في صفحة 9 /

يزيدون بالتدريج البُعد y للملفّ عن السلك الطويل (بحيث يبقى الضلع KN موازيًا للسلك) .

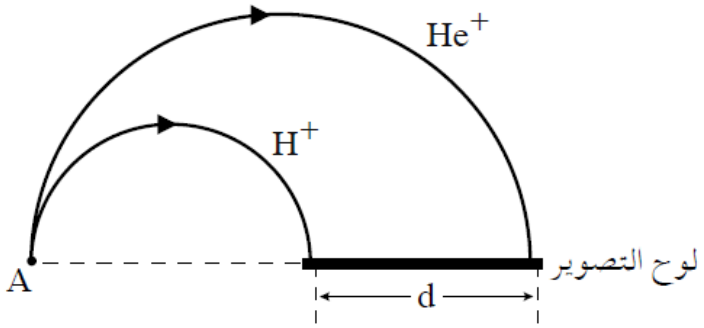
هـ. أيّ من الرسوم البيانية "أ" – "د" التالية يصف بشكل صحيح مقدار القوّة التي يؤثّر بها السلك الطويل على الملفّ كدالة للبُعد y (تجاهل التيّارات التي تتكوّن في المنظومة من الحثّ الكهرومغناطيسي)؟ فسّر إجابتك. ($7\frac{1}{3}$ درجات)



أ ب جـ د

2011,4

٤ . أيون الهيدروجين، H^+ (جسيم مشحون كتلته m_H وشحنته q_H) ، وأيون الهيليوم، He^+ (جسيم مشحون كتلته $m_{He} = 4m_H$ وشحنته $q_{He} = q_H$) ، يُسرَّعان من حالة السكون في حقل كهربائي بواسطة فرق جهد V . بعد التسريع يدخل الأيونان في النقطة A إلى حقل مغناطيسي متجانس، $\vec{B}$. يدخل الأيونان إلى الحقل المغناطيسي معامدين لخطوط الحقل، ويتحرّكان في مسارين دائريين حتّى يصيبا لوح التصوير . الحقل المغناطيسي معامد لمستوى الصفحة (انظر التخطيط) .



أ . ما هو اتّجاه الحقل المغناطيسي – يخرج من الصفحة أم يدخل إلى الصفحة؟ علّل .
(٦ درجات)

ب . هل يتغيّر مقدار سرعة الأيونَيْن أثناء حركتهما في الحقل المغناطيسي؟ علّل . (٦ درجات)

عبّر عن إجاباتك في البندين "جـ" وَ "د" بدلالة البارامترات m_H ، q_H ، V ، B أو قسم منها .

جـ. (١) عبّر عن زمن حركة أيون الهيدروجين H^+ في الحقل المغناطيسي .

(٢) بِكَم ضعف زمن حركة أيون الهيليوم He^+ أكبر من زمن حركة أيون الهيدروجين في الحقل المغناطيسي؟ علّل .
(١٢ درجة)

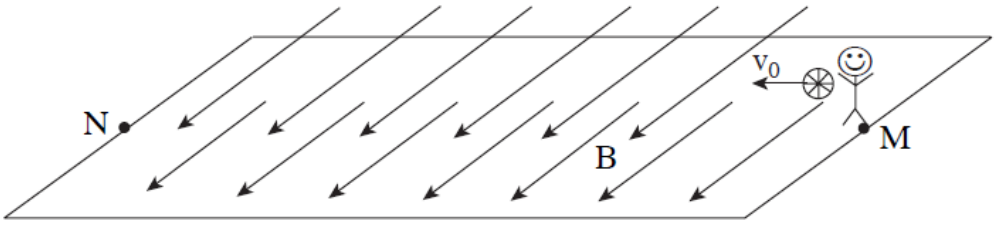
د . عبّر عن البُعد d بين نقطتَي إصابة الأيونَيْن للوح التصوير . (٩ ١/٣ درجات)

٤ . تلعب مجموعة لاعبين بكرة مشحونة بشحنة كهربائية في ملعب مستطيل الشكل موجود داخل حقل مغناطيسي . شحنة الكرة كبيرة بشكل خاصّ : $Q = 1.26\ C$ ، وكتلتها $m = 280\ gr$.
في حساباتك في هذا السؤال، أهمِل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي.

أ . في اللعبة الأولى الملعب موجود داخل حقل مغناطيسي متجانس موازٍ للمصطبة، وشدّته $B = 0.5\ T$ (انظر التخطيط "أ") .

يرمي أحد اللاعبين الكرة رميًا أفقيًا في الهواء من النقطة M باتّجاه النقطة N بالتعامد مع خطوط الحقل. السرعة الابتدائية للكرة هي v_0 . تتحرّك الكرة بخطّ مستقيم بموازاة المصطبة طالما تواجدت في مجال الملعب.

احسب السرعة v_0 . ($٨\frac{١}{٣}$ درجات)



التخطيط "أ"

(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

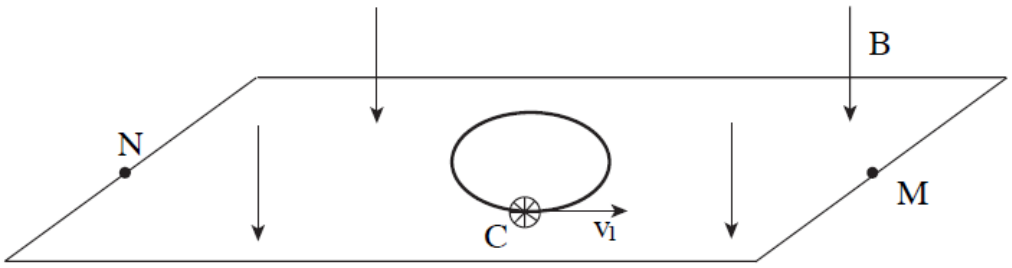
/يتبع في صفحة 9/

في اللعبة الثانية اتّجاه الحقل المغناطيسي هو عمودي باتّجاه الأسفل، كما هو موصوف في التخطيط "ب".

الحقل المغناطيسي متجانس على سطح كلّ الملعب وشدّته هي كما كانت سابقًا، $B = 0.5\ T$.

تتطرّق البنود "ب" – "د" إلى هذه الحالة.

ب. يضع أحد اللاعبين الكرة على المصطبة في النقطة C، ويزوّدها بسرعة ابتدائية v_1 في مستوى المصطبة بالاتّجاه الموصوف في التخطيط "ب". تتحرّك الكرة على المصطبة في مسار دائري، وتعود إلى يَدَي اللاعب بعد دورة واحدة. احسب الزمن الذي استغرقته حركة الكرة في المسار. (يجب تجاهل تدحرج الكرة وقوى الاحتكاك). (٩ درجات)



التخطيط "ب"

جـ. هل ينفّذ الحقل المغناطيسي شغلاً على الكرة؟ فسّر. (٧ درجات)

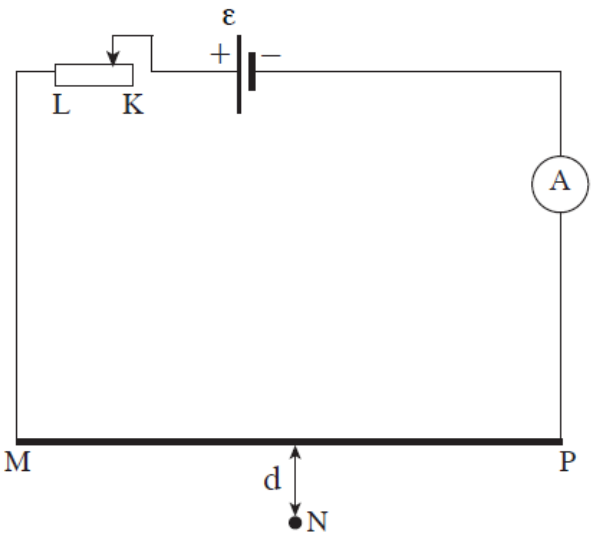
د. خلال اللعبة الثانية، يرمي أحد اللاعبين الكرة في الهواء من النقطة M باتّجاه صديقه الموجود في النقطة N.

(١) هل يوجد للقوّة المغناطيسية التي تؤثّر على الكرة مركّب بالاتّجاه الموازي لقوّة الجاذبية؟ فسّر.

(٢) هل المدّة الزمنية التي تكون فيها الكرة في الهواء أطول من المدّة الزمنية التي تكون فيها الكرة في الهواء لو لم يكن حقل مغناطيسي (أي عندما تؤثّر قوّة الجاذبية فقط) أم أقصر منها أم مساوية لها؟ فسّر.

(٩ درجات)

٥ . في تجربة في المختبر، يُجرون بحثًا على الحقل المغناطيسي لسلك يحمل تيّارًا .
لهذا الغرض يبني أحد الطلّاب الدائرة الموصوفة في التخطيط .



الدائرة مركّبة من المركّبات التالية :

- مزوِّد قوّة، قوّته الدافعة الكهربائية $\varepsilon = 24\ V$ ومقاومته الداخلية قابلة للإهمال .
- مقاوم متغيّر، LK .
- سلك موصِل مستقيم وطويل، MP .
- أميتر مثالي .

تصل بين مركّبات الدائرة أسلاك مقاومتها قابلة للإهمال .
المقاومة القصوى للمقاوم المتغيّر هي $20\ \Omega$ وطوله $8\ cm$. مقاومة السلك MP مجهولة .
في النقطة N الموجودة على بُعد d عن السلك MP يضعون مجسًّا للحقل المغناطيسي .

أ . عندما يتواجد التماس المتحرّك على بُعد $2\ cm$ عن الطرف K للمقاوم المتغيّر، يسري في الدائرة تيّار شدّته $1A$. احسب فرق الجهد على السلك الموصِل MP في الحالة الموصوفة .
(٨ درجات)

ب . احسب شدّة التيّار القصوى وشدّة التيّار الصغرى، اللتين يمكن أن تتكوّنا في الدائرة المعطاة .
(٨ درجات)

(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .) /يتبع في صفحة 11/

خلال التجربة، يحرّك الطالب التماس المتحرّك ويقيس في كلّ مرّة شدّة التيّار في الدائرة، وشدّة الحقل المغناطيسي في النقطة N . افترض أنّ المجسّ يقيس شدّة الحقل المغناطيسي الذي يتكوّن بواسطة السلك MP فقط. نتائج القياسات معروضة في الجدول الذي أمامك .

القياس	1	2	3	4	5
I (A)	1.0	1.4	1.8	2.2	2.6
B (μT)	4.3	5.6	7.4	8.8	10.3

جـ. **(١)** ارسم رسمًا بيانيًا لشدّة الحقل المغناطيسي، B ، في النقطة N ، كدالة لشدّة التيّار، I ، في السلك.

(٢) احسب ميل الرسم البياني، واكتب وحدات الميل.

(٣) احسب البُعد d بين السلك وبين المجسّ في النقطة N (انظر التخطيط) .

(١٤ درجة)

د. يُجري الطالب تجربة أخرى، يستعمل فيها بدلاً من السلك MP ، سلكًا مساحة مقطعه أكبر (جميع المميّزات الأخرى للدائرة لا تتغيّر) .

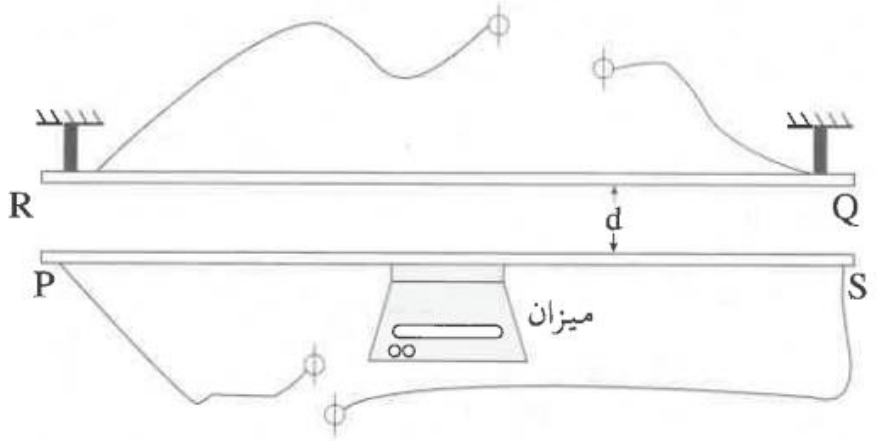
حدّد هل سيكون ميل الرسم البياني أكبر من الميل الذي حسبتَه في البند الفرعي "جـ(٢)" أم أصغر منه أم مساويًا له . علّل. (٣$\frac{1}{3}$ درجات)

٤ . يُجري بعض الطلّاب تجربة في المجموعة المعروضة في التخطيط . المجموعة مركّبة من قضيبين موصِلين RQ وَ PS وميزان إلكتروني مكيَّل بالنيوتونات وأسلاك . القضيبان موجودان الواحد فوق الآخر في مستوى عمودي، وهما متوازيان وطويلان . الطول L لكلّ قضيب أكبر بكثير من البُعد d الذي بينهما .

القضيب RQ مثبَّت في مكانه، ويمرّ عبره تيّار ثابت (بمقداره وباتّجاهه) شدّته I .

القضيب PS الذي كتلته m موضوع على الميزان . كتلة الأسلاك قابلة للإهمال .

يمرّرون عبر القضيب PS تيّارًا I_1 . يبيّن الميزان القراءة N_1 ، بحيث $N_1 < mg$.



أ. ارسم تخطيط القوى التي تؤثّر على القضيب PS . (٦ درجات)

ب. اتّجاه التيّار الذي يمرّ في القضيب PS هو من P إلى S .
ما هو اتّجاه التيّار الذي يمرّ في القضيب RQ – من R إلى Q أم من Q إلى R ؟
علّل. (٨ درجات)

جـ. طوِّر تعبيرًا للبُعد d بين القضيبين، بدلالة البارامترات N_1 ، L ، m ، I_1 ، I .
استعمل ثوابت فيزيائية حسب الحاجة. (١٠ درجات)

انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية

د. معطى أنّ شدّة التيّار I_1 هي أربعة أضعاف شدّة التيّار I . النقطة A موجودة في مستوى القضيبين، ومحصّلة الحقول المغناطيسية في هذه النقطة تساوي صفرًا.

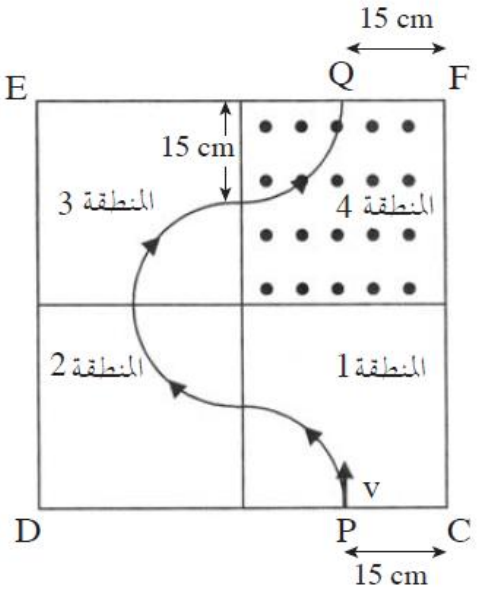
(١) هل تتواجد النقطة A بين القضيبين PS وَ RQ أم فوق القضيب RQ أم تحت القضيب PS ؟ علّل.

(٢) عبِّر عن البُعد بين النقطة A والقضيب RQ بدلالة d .

(٦ درجات)

هـ. يستبدلون القضيب PS بمغناطيس قضيب (مغناطيس ثابت). هل القضيب الموصِل RQ ، الذي يمرّ عبره تيّار، يمكن أن يؤثّر بقوّة على المغناطيس الثابت؟ علّل. ($٣\frac{١}{٣}$ درجات)

٤ . المربّع CDEF مقسَّم إلى أربع مناطق 1-4 (انظر التخطيط) . كلّ واحدة من المناطق الأربع هي مربّع أبعاده $30\ cm \times 30\ cm$. يسود في كلّ منطقة حقل مغناطيسي متجانس مقداره $B = 1\ T$ ، واتّجاهه معامد للمربّع CDEF . في المنطقة 4 الحقل "يخرج من الصفحة" . يدخل الجسيم "أ" المشحون إلى مجال المربّع CDEF في النقطة P (انظر التخطيط) ، التي بُعدها عن النقطة C هو 15 cm ، بسرعة اتّجاهها معامد للخطّ CD وباتّجاه الحقل المغناطيسي ، ومقدارها $v = 3.6 \cdot 10^6 m/s$. كتلة الجسيم هي $6.67 \cdot 10^{-27} kg$ (انظر التخطيط) .



أ . هل الشحنة الكهربائية للجسيم "أ" موجبة أم سالبة؟ علّل . (٥ درجات)

ب . ما هي اتّجاهات الحقول المغناطيسية في المناطق 1 ، 2 ، 3 ؟ (اكتب × إذا كان اتّجاه الحقل "إلى داخل الصفحة" ، واكتب • إذا كان اتّجاه الحقل "يخرج من الصفحة") . علّل . (٥ درجات)

جـ . احسب شحنة الجسيم "أ" . (٥ درجات)

د . هل على طول مسار حركة الجسيم "أ" من النقطة P إلى النقطة Q يتغيّر متّجه سرعة الجسيم :

(١) باتّجاهه؟ علّل . (٤ درجات)

(٢) بمقداره؟ علّل . (٤ درجات)

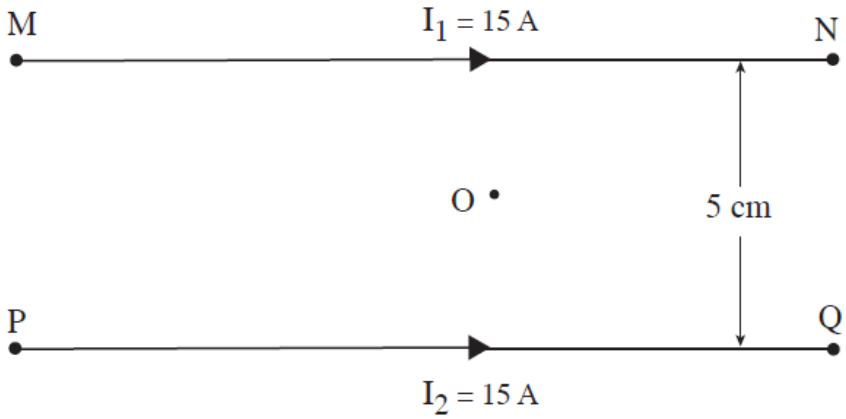
(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

هـ. احسب المدّة الزمنية التي تحرّك خلالها الجسيم "أ" من النقطة P إلى النقطة Q.
(٥ درجات)

و. يُطلِقون في النقطة Q (انظر التخطيط) إلى داخل المنطقة 4 جسيمين، "ب" وَ "جـ" الواحد تلو الآخر، بنفس مقدار السرعة $(v = 3.6 \cdot 10^6\ m/s)$ ، ومعامدين لـِ EF وللحقل المغناطيسي الذي في المنطقة 4.
للجسيمين "ب" وَ "جـ" كتلتان مطابقتان لكتلة الجسيم "أ". للجسيم "ب" شحنة مطابقة لشحنة الجسيم "أ"، وللجسيم "جـ" شحنة معاكسة لشحنة الجسيم "أ".
أيّ من الجسيمين – "ب" أم "جـ" – يتحرّك على طول مسار حركة الجسيم "أ"؟ علّل.
(افترض أنّه لا يوجد تفاعل بين الجسيمين خلال حركتهما في الحقول المغناطيسية.)
(٥$\frac{١}{٣}$ درجات)

2008,5

٥ . سلكان طويلان، MN وَ PQ ، موجودان في مستوى واحد . السلكان متوازيان، والبُعد بينهما هو 5 cm .



التخطيط "أ"

يمرّ عبر السلكين MN وَ PQ تيّاران I_1 وَ I_2 بالتلاؤم، متطابقان في اتّجاههما، وشدّة كلّ واحد منهما هي 15A (انظر التخطيط "أ") .

أ . ما هو اتّجاه القوّة المغناطيسية التي يؤثّر بها السلك MN على السلك PQ ؟ فسّر.

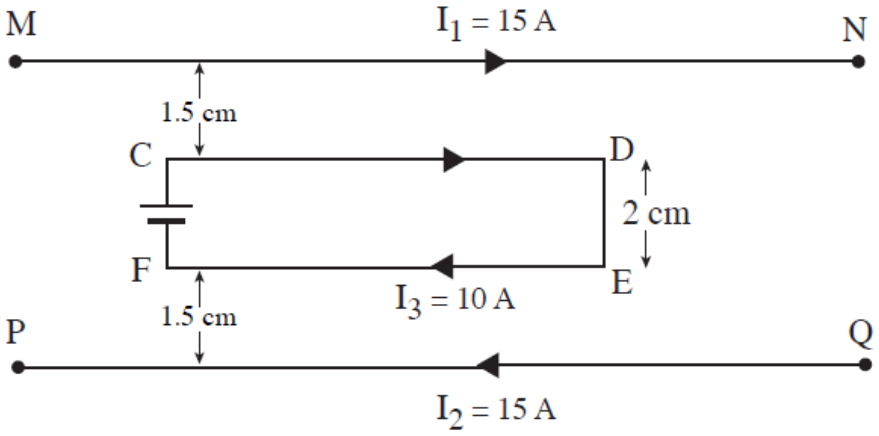
(٩ درجات)

ب . ما هي محصّلة الحقلين المغناطيسيين اللذين يتكوّنان بواسطة التيّارين اللذين يمرّان في السلكين MN وَ PQ في النقطة O ، التي تقع في مستوى السلكين على بُعد 2.5 cm عن كلّ واحد منهما (انظر التخطيط "أ")؟ علّل. (٧ درجات)

(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

يعكسون اتّجاه التيّار الذي يمرّ في السلك PQ. البُعد بين السلكين بقي 5 cm.

يضيفون في مستوى السلكين وبالضبط في الوسط بينهما، إطارًا مستطيل الشكل موصلاً CDEF، طولا ضلعَيْه هما $CD = 10\ cm$ وَ $DE = 2\ cm$. الضلع CD والسلك MN متوازيان، والبُعد بينهما $l = 1.5\ cm$. يسري في الإطار تيّار شدّته $I_3 = 10\ A$، كما هو موصوف في التخطيط "ب".



التخطيط "ب"

جـ. فسّر لماذا في هذه الحالة، محصّلة القوّتين المغناطيسيتين التي تؤثّر على الإطار CDEF تساوي صفرًا. (٨$\frac{1}{3}$ درجات)

د. يُبعدون السلك PQ.

ما هي محصّلة القوّتين المغناطيسيتين (مقدارًا واتّجاهًا)، التي تؤثّر على الإطار CDEF بتأثير التيّار الذي يسري في السلك MN ؟ (٩ درجات)

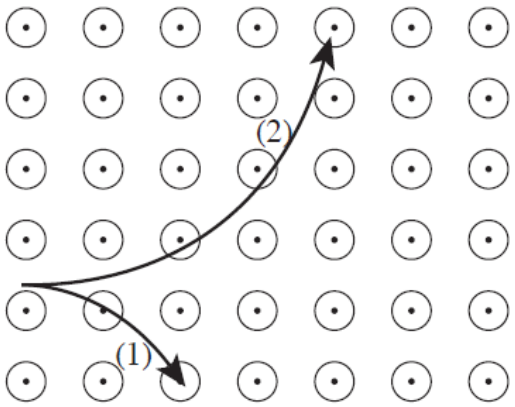
٤ . معطاة جسيمات مشحونة بشحنة كهربائية . افترض أنّ قوّة الثقل التي تؤثّر على الجسيمات قابلة للإهمال .

بالنسبة لكلّ واحدة من الحالتين الموصوفتين في البندين "أ" – "ب" ، حدّد إذا كانت ممكنة أم غير ممكنة ، وعلّل كلّ واحد من تحديديك .

أ . تتحرّك الجسيمات في منطقة يسود فيها حقل مغناطيسي دون أن تُوثّر عليها قوّة مغناطيسية . (٦ درجات)

ب . الجسيمات موجودة في حالة سكون في منطقة يسود فيها حقل كهربائي وحقل مغناطيسي أيضًا (كلّ واحد من الحقلين ثابت)، ومحصّلة القوى التي تؤثّر عليها تساوي صفرًا . (٦ درجات)

يدخل جسيمان (1) وَ (2) عموديًا إلى حقل مغناطيسي متجانس . الحقل المغناطيسي معامد لمستوى الصفحة واتّجاهه "إلى القارئ" . يعرض التخطيط "أ" جزءين من مسارَي الجسيمين في الحقل المغناطيسي .



التخطيط "أ"

جـ . حدّد أيّ نوع شحنة توجد لكلّ واحد من الجسيمين (1) وَ (2) – موجبة أم سالبة . علّل تحديديك . (٦ درجات)

د . للجسيمين كتلة متساوية ، وسرعتاهما الزاويّتان داخل الحقل متساويتان . بيّن أنّ شحنتَي الجسيمين متساويتان في مقدارهما . (٨ درجات)

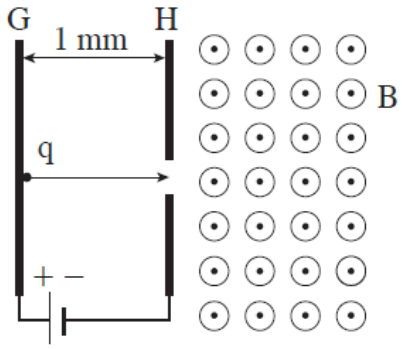
(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

جسيم مشحون بشحنة موجبة $q = 3.2 \cdot 10^{-19} C$ ، يُحرَّر من حالة السكون قريبًا جدًّا من لوح موصِل G ، موصول بالطرف الموجب لمصدر فرق جهد .

يمرّ الجسيم عبر ثقب في لوح موصِل H ، موصول بالطرف السالب لمصدر فرق الجهد ويدخل إلى منطقة يسود فيها حقل مغناطيسي متجانس، B .

الحقل المغناطيسي معامد لمستوى الصفحة، واتّجاهه "إلى القارئ" (انظر التخطيط "ب") .

البُعد بين اللوحين G وَ H هو $d = 1 \text{ mm}$ ، والفرق بين جهدَي اللوحين هو $V = 1000 \text{ V}$.



التخطيط "ب"

هـ. ارسم رسمًا بيانيًا للطاقة الحركية للجسيم خلال حركته كدالة لبُعده الأفقي عن اللوح G، بالنسبة للأبعاد التي بين 0 وَ 2 mm . (افترض أنّ الجسيم يصل خلال حركته إلى بُعد أفقي عن اللوح G أكبر من 2 mm .)

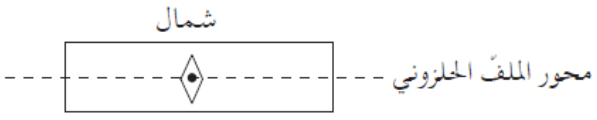
احسب قيمتَي الطاقة الحركية للجسيم في البُعدين 1 mm وَ 2 mm عن اللوح G، وسجّلهما على المحور العمودي في الرسم البياني الذي رسمتَه. (٧ $\frac{١}{٣}$ درجات)

٥ . لبحث الحقل المغناطيسي لملفّ حلزوني، يستعملون الدائرة الموصوفة في التخطيط "أ"، وفيه ملفّ حلزوني PQ، ومصدر فرق جهد ومقاوِم متغيّر. كثافة اللفّات في الملفّ الحلزوني هي 2000 لفّة في المتر. محور الملفّ الحلزوني معامد للمركّب الأفقي للحقل المغناطيسي الأرضي.

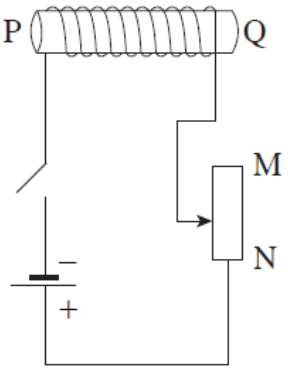
في مركز الملفّ الحلزوني توجد بوصلة صغيرة، تدور حول محورها بحرّية.

يصف التخطيط "ب" مقطعًا عرضيًا للملفّ الحلزوني، أُشير فيه إلى إبرة البوصلة عندما تكون الدائرة الكهربائية مفتوحة.

شدّة المركّب الأفقي للحقل المغناطيسي الأرضي هي $B_{\text{أفقي}} = 2 \cdot 10^{-5} T$.



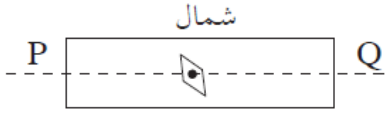
التخطيط "ب"



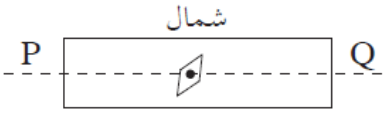
التخطيط "أ"

يمرّرون في تجربة عبر الملفّ الحلزوني تيّارًا شدّته $I = 5\ mA$. تنحرف إبرة البوصلة من حالتها الابتدائية بزاوية α .

أ. رُسم في التخطيطين "جـ" – "د" مقطعان عرضيان للملفّ الحلزوني ولإبرة البوصلة في حالتَي انحراف. إحدى الحالتين فقط تلائم شروط التجربة.



التخطيط "جـ"



التخطيط "د"

أيّ من التخطيطين، "جـ" أم "د"، يعرض بشكل صحيح حالة انحراف الإبرة التي تلائم شروط التجربة؟ علّل إجابتك. (٦ درجات)

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

ب. احسب مقدار الزاوية α . (١٠ درجات)

جـ. هل تزداد الزاوية α أم تقلّ أم لا تتغيّر، عندما يُزاح المؤشّر المتحرّك للمقاوِم المتغيّر باتّجاه الطرف N ؟ فسّر إجابتك. (٧ درجات)

د. يريدون تصفير (جعله صفرًا) المركّب الأفقي للحقل المغناطيسي في مركز الملفّ الحلزوني.

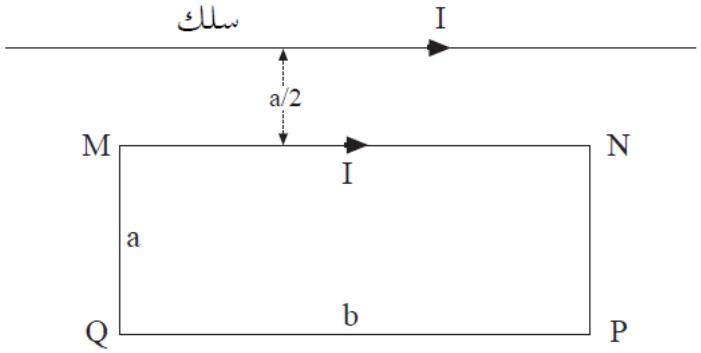
(١) ماذا يجب أن يكون اتّجاه محور الملفّ الحلزوني بالنسبة للمركّب الأفقي للحقل المغناطيسي الأرضي، ليكون بالإمكان تصفير المركّب الأفقي للحقل المغناطيسي في مركز الملفّ الحلزوني؟ علّل إجابتك.

(٢) ما هو مقدار شدّة التيّار التي تمكّن تصفير المركّب الأفقي للحقل المغناطيسي في مركز الملفّ الحلزوني، بعد أن أُدير الملفّ الحلزوني حسبما هو مطلوب في البند الفرعي "د (١)"؟

($١٠\frac{١}{٣}$ درجات)

2006,4

٤ . إطار موصِل شكله مستطيل MNPQ موضوع على لوح أفقي .
طول أضلاع الإطار هي a وَ b .
الإطار موصول بمصدر فرق جهد، بحيث يسري فيه تيّار I .
سلك مستقيم وطويل، يسري فيه هو أيضًا تيّار I ، موجود على اللوح بموازاة الضلع MN للإطار، وعلى بُعد a / 2 عن الضلع MN . التخطيط "أ" الذي أمامك يصف، بصورة تخطيطية، المجموعة من نظرة علوية.



التخطيط "أ"

معطى أنّ: $I = 30\ A$ ، $a = 2\ cm$ ، $b = 18\ cm$.

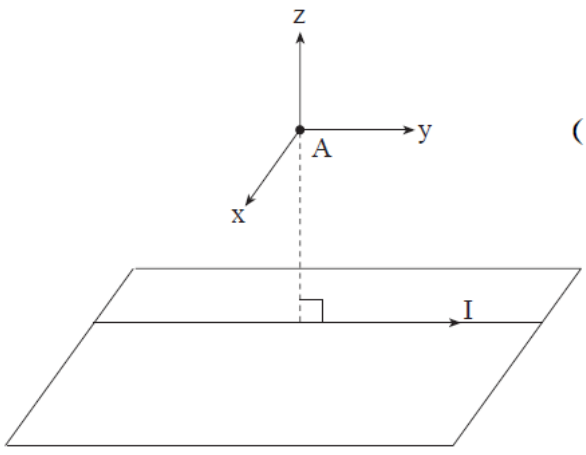
أ. احسب محصّلة القوى المغناطيسية (مقداراً واتّجاهًا) التي تؤثّر على الإطار MNPQ .
(١٠ درجات)

ب. فسّر لماذا في حساب محصّلة القوى المغناطيسية في البند "أ"، لا توجد حاجة لحساب القوى المغناطيسية التي يؤثّر بها السلك على الضلعين MQ وَ NP . (٥ درجات)

جـ. فسّر لماذا في حساب محصّلة القوى المغناطيسية في البند "أ"، لا توجد حاجة للأخذ بالحسبان القوى المغناطيسية التي تؤثّر بها أضلاع الإطار على بعضها البعض. (٥ درجات)

د. جد مقدار واتّجاه القوّة المغناطيسية التي يؤثّر بها الإطار على السلك. (٦ درجات)

هـ. يُزيلون الإطار من المجموعة، ويبقى السلك فقط على اللوح.
من بين الإمكانيات (1)-(6) التي أمامك،
ما هو اتّجاه الحقل المغناطيسي في النقطة A الموجودة فوق السلك؟ (انظر التخطيط "ب")



التخطيط "ب"

(1) الاتّجاه x
(2) الاتّجاه −x
(3) الاتّجاه y
(4) الاتّجاه −y
(5) الاتّجاه z
(6) الاتّجاه −z

(٧$\frac{1}{3}$ درجات)

٥. وصل طالب بمصدر فرق جهد ملفًّا طوله 0.4 متر ومقاومًا متغيّرًا وأميترًا. قاس الطالب شدّة الحقل المغناطيسي في مركز الملفّ كدالة لشدّة التيّار الذي مرّ فيه.

نتائج القياسات تظهر في الجدول الذي أمامك.

I (A)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
B (T)	3.14×10^{-3}	6.29×10^{-3}	9.41×10^{-3}	12.57×10^{-3}	15.71×10^{-3}	18.83×10^{-3}

أ. ارسم رسمًا بيانيًا لشدّة الحقل المغناطيسي، B ، كدالة لشدّة التيّار، I ، في الملفّ.

(٧ درجات)

ب. (١) جد بواسطة الرسم البياني الذي رسمتَه، كثافة اللفّات (عددها لوحدة طول) في الملفّ. (٥ درجات)

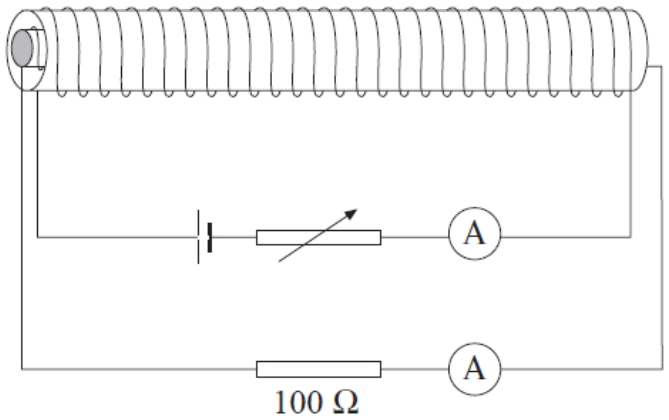
(٢) ما هو عدد اللفّات في الملفّ؟ (درجتان)

أدخل الطالب في هذا الملفّ ملفًّا آخر، طوله وعدد اللفّات التي فيه مطابقان لطول الملفّ الأوّل وعدد اللّفات التي فيه، ونصف قطره 0.015 متر. للملفّين مقاوَمة قابلة للإهمال.

وصل الطالب الملفّ الداخلي بمقاوِم 100 Ω وبأميتر.

افترض أنّ الحقل المغناطيسي متجانس على كلّ طول الملفّ.

المجموعة موصوفة في التخطيط الذي أمامك.



(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

/ يتبع في صفحة 8 /

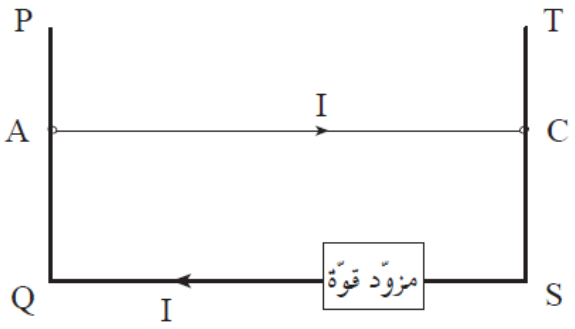
جـ. غيّر الطالب الحقل المغناطيسي في الملفّ الخارجي بوتيرة ثابتة خلال 3 ثوانٍ من الصفر حتّى القيمة القصوى 18.83×10^{-3} T .

جد شدّة التيّار الذي مرّ في الملفّ الداخلي في هذه الفترة الزمنية. أهمِل الحثّ الذاتي للملفّ. (١٢ درجة)

د. الملفّ الخارجي ملفوف بحيث يتّجه الحقل المغناطيسي الذي فيه إلى اليمين. الملفّ الداخلي ملفوف بنفس التوجّه.

ما هو اتّجاه التيّار في المقاوِم الموصول بالملفّ الداخلي، أثناء تغيير الحقل المغناطيسي الموصوف في البند "جـ" – إلى اليمين أم إلى اليسار؟ علّل. ($٧\frac{١}{٣}$ درجات)

٤ . يعرض التخطيط الذي أمامك سلكًا TSQP موصولاً بمُزوّد قوّة، وسلكًا AC طوله d .
القطعة QS في السلك TSQP مثبّتة بسطح أفقي والذراعان TS وَ PQ معامدان للسطح الأفقي. السلك AC يمكنه التحرّك بحرّية بدون احتكاك على امتداد الذراعين TS وَ PQ ، موازيًا لـ QS .
في الدائرة CSQA المتكوّنة، يسري التيّار I .
أهمِل الحقل المغناطيسي للكرة الأرضية والحقلين المغناطيسيين اللذين تُكوّنهما قطعتا السلك القائمتان. كذلك افترض أنّ AQ << QS ، أي أنّه يمكن اعتبار الحقل المغناطيسي الذي يُكوّنه السلك QS على أنّه حقل تكوَّن بواسطة سلك لانهائي.



كتلة السلك AC هي m ، وهو موجود في حالة اتّزان على ارتفاع h_1 فوق القطعة QS .

أ. بيّن ما هي القوى التي تعمل على السلك AC في هذه الحالة. (٦ درجات)

ب. معطى أنّ $I = 50\ A$ ، $h_1 = 0.2\ cm$ ، $d = 30\ cm$.
احسب m . (١٠$\frac{١}{٣}$ درجات)

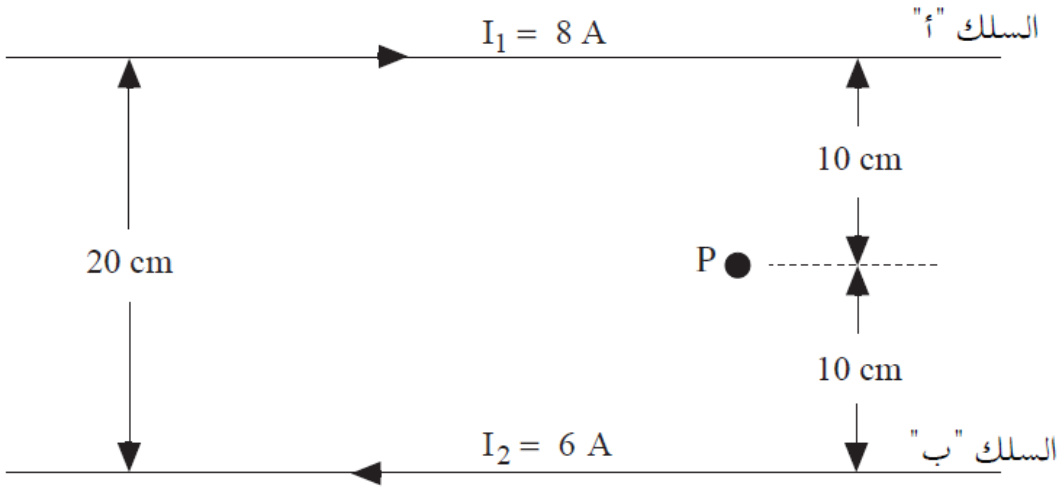
يُضيفون حقلاً مغناطيسيًا متجانسًا معامدًا لمستوى الصفحة، وفي أعقاب ذلك تكون نقطة اتّزان السلك AC على ارتفاع $h_2 = 0.15\ cm$ فوق القطعة QS .

جـ. ما هو اتّجاه الحقل المُضاف – إلى داخل الصفحة أم إلى خارجها؟ علّل. (٧ درجات)

د. احسب شدّة الحقل المُضاف. (١٠ درجات)

2004,4

٤ . في التخطيط "أ" وصف لسلكين مستقيمين وطويلين جدًّا ("لا نهائيين") : السلك "أ" ، الذي يمرّ فيه تيّار شدّته $I_1 = 8A$ واتّجاهه نحو اليمين؛ والسلك "ب" ، الذي يمرّ فيه تيّار شدّته $I_2 = 6A$ واتّجاهه نحو اليسار . السلكان متوازيان ، والبُعد بينهما 20 cm . P هي نقطة تقع بين السلكين على بُعد 10 cm عن كلّ واحد منهما .



التخطيط "أ"

وضعوا بين السلكين ملفًّا دائريًا نصف قطره $R = 5$ cm ومركزه في النقطة P ، ومرّروا فيه تيّارًا أدّى إلى أن يكون الحقل المغناطيسي الكلّي في النقطة P صفرًا (الذي مصدره في التيّارات التي تمرّ في السلكين المستقيمين وفي الملفّ الدائري) .

أ . بأيّ من الحالتين اللتين أمامك ، الحالة "أ" أم الحالة "ب" ، وضعوا الملفّ؟ علّل .

الحالة "أ" : الملفّ في المستوى الذي يوجد فيه السلكان المستقيمان (أي في مستوى الصفحة) .

الحالة "ب" : الملفّ في المستوى المعامد للمستوى الذي يوجد فيه السلكان المستقيمان (أي في مستوى معامد لمستوى الصفحة) ، بحيث يكون السلكان موازيين لمستوى الملفّ .

(٨ درجات)

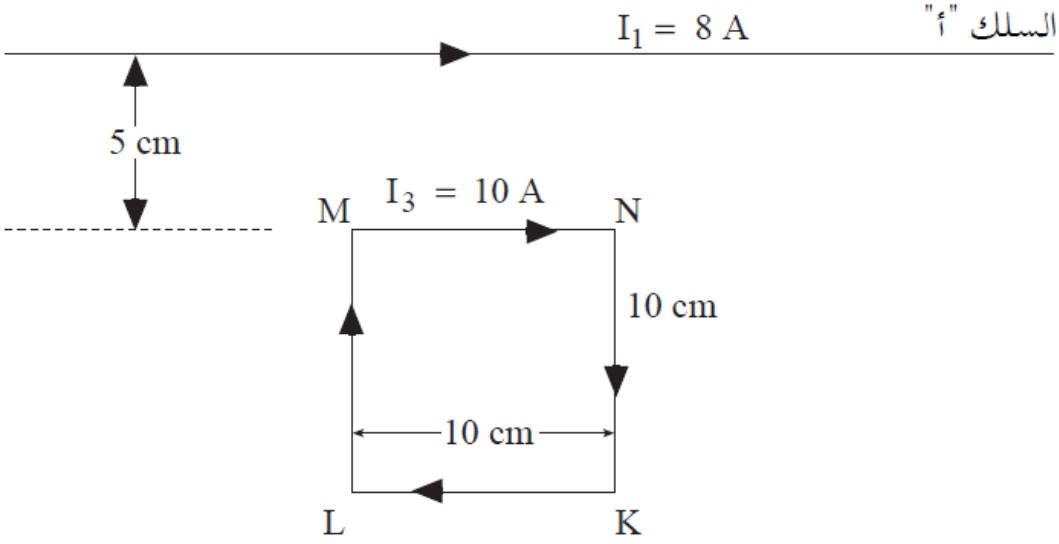
ب . احسب شدّة التيّار في الملفّ . (٨ درجات)

(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

يزيلون الملفّ الدائري والسلك "ب"، ويضعون ملفًّا مربّعًا MNKL بحيث يكون السلك "أ" في مستوى الملفّ المربّع وموازيًا للضلع MN (انظر التخطيط "ب").

طول ضلع الملفّ المربّع هو 10 cm، والبُعد بين الضلع MN والسلك "أ" هو 5 cm .

يمرّ في الملفّ المربّع تيّار شدّته $I_3 = 10$ A ، واتّجاهه باتّجاه عقارب الساعة. وكما كان سابقًا يمرّ في السلك "أ" تيّار باتّجاه اليمين شدّته $I_1 = 8$ A .



التخطيط "ب"

جـ. انسخ التخطيط "ب" إلى دفترك، وأشِر فيه إلى اتّجاه القوى المغناطيسية التي يشغّلها السلك "أ" على كلّ واحد من أضلاع المربّع. اشرح كيف حدَّدتَ اتّجاهات القوى.

(٧ درجات)

د . جد مقدار واتّجاه محصّلة القوى المغناطيسية، التي يشغّلها السلك "أ" على الملفّ المربّع.

(١٠ $\frac{١}{٣}$ درجات)

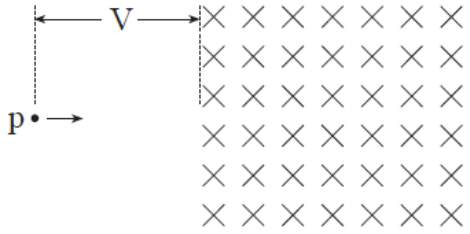
2003,4

٤. بروتون p ، كتلته m_p وشحنته q_p ،

يُسرَّع من حالة السكون من اليسار إلى اليمين

بواسطة فرق جهد V ، ويدخل إلى منطقة يسود

فيها حقل مغناطيسي $\vec{B}$.



الحقل $\vec{B}$ معامد للصفحة، واتّجاهه – إلى داخل الصفحة

(انظر التخطيط) .

يريدون أن يخرج البروتون من الحقل المغناطيسي معامداً لاتّجاه حركته الأصلية، على بُعد أفقي d ، عن نقطة دخوله. لذلك يطفئون الحقل المغناطيسي في الزمن t من لحظة دخول البروتون إليه.

أ. عبّر عن الزمن t بدلالة معطيات السؤال. (٦ درجات)

ب. عبّر عن البُعد الأفقي d بدلالة معطيات السؤال. (٦ درجات)

جـ. كيف تتغيّر إجابتاك عن البندين أ–ب، إذا تضاعف فرق الجهد المُسرِّع؟ (٧ درجات)

د. كيف تتغيّر إجابتاك عن البندين أ–ب، لو سرّعوا بدلاً من البروتون جُسيم α (الذي هو عبارة عن نواة هيليوم مركّبة من نيوترونَيْن وبروتونَيْن)؟

افترض أنّ كتلة هذا الجُسيم هي أربعة أضعاف كتلة البروتون. (٧ درجات)

هـ. في تجربة أخرى، شغّلوا أيضًا حقلاً كهربائيًا $\vec{E}$ في منطقة الحقل المغناطيسي ، بحيث تحرّك البروتون بخطّ مستقيم على امتداد كلّ الطريق.

اذكر اتّجاه الحقل $\vec{E}$ ، وعبّر عن شدّته بدلالة معطيات السؤال. (٧½ درجات)

2006,5

٥. طُلب من طالب تكوين حقل مغناطيسي مقداره 0.005 تسله في نقطة معيّنة في الفراغ، بواسطة مصدر فرق جهد وسلك نحاسيّ مطليّ بطبقة عازلة دقيقة. طول السلك 80 سم وقطره 0.6 ملم ومقاوَمته لوحدة طول $0.0594 \frac{\Omega}{m}$.

أ. فكّر الطالب بتكوين حلقة دائرية واحدة محيطها 80 سم.

أيّ تيّار كان سيلزم لتكوين الحقل المطلوب في مركز الحلقة؟ (٧$\frac{١}{٣}$ درجات)

ب. قرّر الطالب بناء ملفّ طويل (نسبيًا لنصف قطره)، بواسطة لفّ السلك بطبقة واحدة، بحيث تكون لفّات الملفّ ملتصقة بعضها ببعض.

أيّ تيّار يلزم لتكوين الحقل المطلوب داخل الملفّ؟ (١٢ درجة)

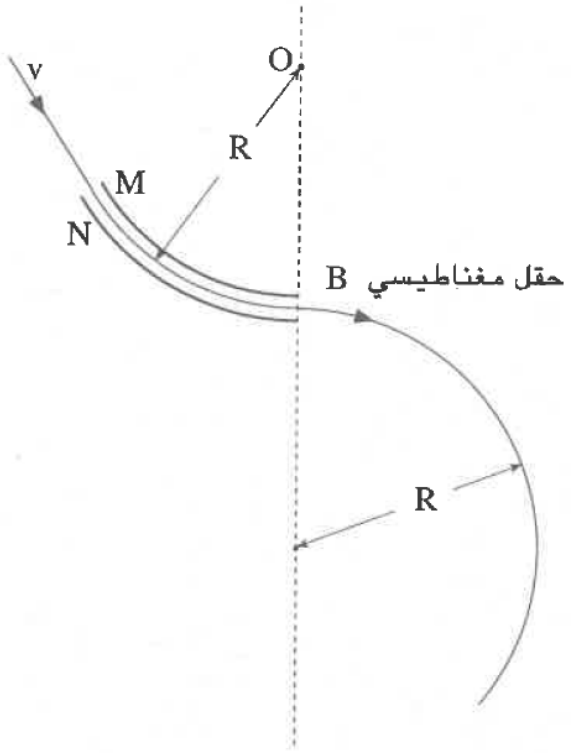
جـ. احسب القدرة اللازمة لتكوين الحقل المغناطيسي المطلوب:

(١) في الحلقة الموصوفة في البند "أ". (٧ درجات)

(٢) في الملفّ الموصوف في البند "ب". (٧ درجات)

٤. التخطيط الذي أمامك يصف حزمة ضيّقة من الإلكترونات تتحرّك بسرعة v .

تدخل الإلكترونات بين لوحين أسطوانيين،



M وَ N ، لهما مركز مشترك O .

اللوحان مشحونان بشحنتين متناقضتين

بحيث تُوجَّه خطوط الحقل الكهربائي التي

بين اللوحين على طول نصف القطر R .

بسبب البُعد الصغير بين اللوحين،

(بالمقارنة مع نصف القطر R) يكون مقدار

الحقل الكهربائي E ثابتًا في كل المجال

الذي بين اللوحين، وتتحرّك الإلكترونات

فيه بقوس دائري نصف قطره R .

عند خروجها من بين اللوحين تصل إلى

منطقة يسود فيها حقل مغناطيسي متجانس B .

بتأثير هذا الحقل تتحرّك الإلكترونات مرّة أخرى بقوس دائري نصف قطره R .

معطى أنّ: $R = 0.1\,m$ ، $v = 1.5\times10^7\ \frac{m}{s}$.

أ. (١) حدّد أيًا من اللوحين (M أم N) مشحون بشحنة موجبة، وأيًا منهما مشحون بشحنة سالبة. علّل. (٥ درجات)

(٢) احسب مقدار الحقل الكهربائي E الذي بين اللوحين M وَ N .

(٨ درجات)

ب. (١) ما هو اتّجاه الحقل المغناطيسي B ؟ علّل. (٥ درجات)

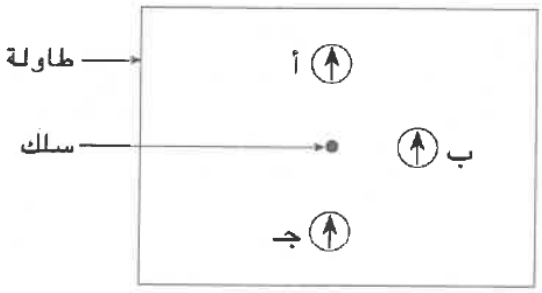
(٢) احسب شدّة الحقل المغناطيسي B . (٨ درجات)

جـ. (١) هل ينفّذ الحقل الكهربائي شغلاً على الإلكترونات؟ علّل. (٣$\frac{1}{2}$ درجات)

(٢) هل ينفّذ الحقل المغناطيسي شغلاً على الإلكترونات؟ علّل. (٤ درجات)

2001,5

٥. يريد طالب قياس المركّب الأفقي للحقل المغناطيسي للكرة الأرضية. لهذا الغرض مرّر الطالب سلكًا مستقيمًا وطويلاً عبر ثقب في طاولة أفقية، بشكل معامد للطاولة، ووضع حول السلك ثلاث بوصلات، كل بوصلة على بُعد 10 سم عن السلك. التخطيط "أ" الذي أمامك يصف من نظرة علوية الطاولة عندما لا يسري في السلك تيّار كهربائي، بحيث تشير ثلاث البوصلات إلى الشمال المغناطيسي.



التخطيط "أ"

أُشير إلى البوصلات بالأحرف أ ، ب ، جـ.

وصل الطالب على التوالي بالسلك، مقاومًا متغيّرًا وأميترًا ومصدر فرق جهد، وبدأ بإسراء تيّار في السلك باتّجاه عمودي نحو الأعلى (الذي يخرج من الصفحة).

أهمِل التأثير المغناطيسي المتبادل للبوصلات.

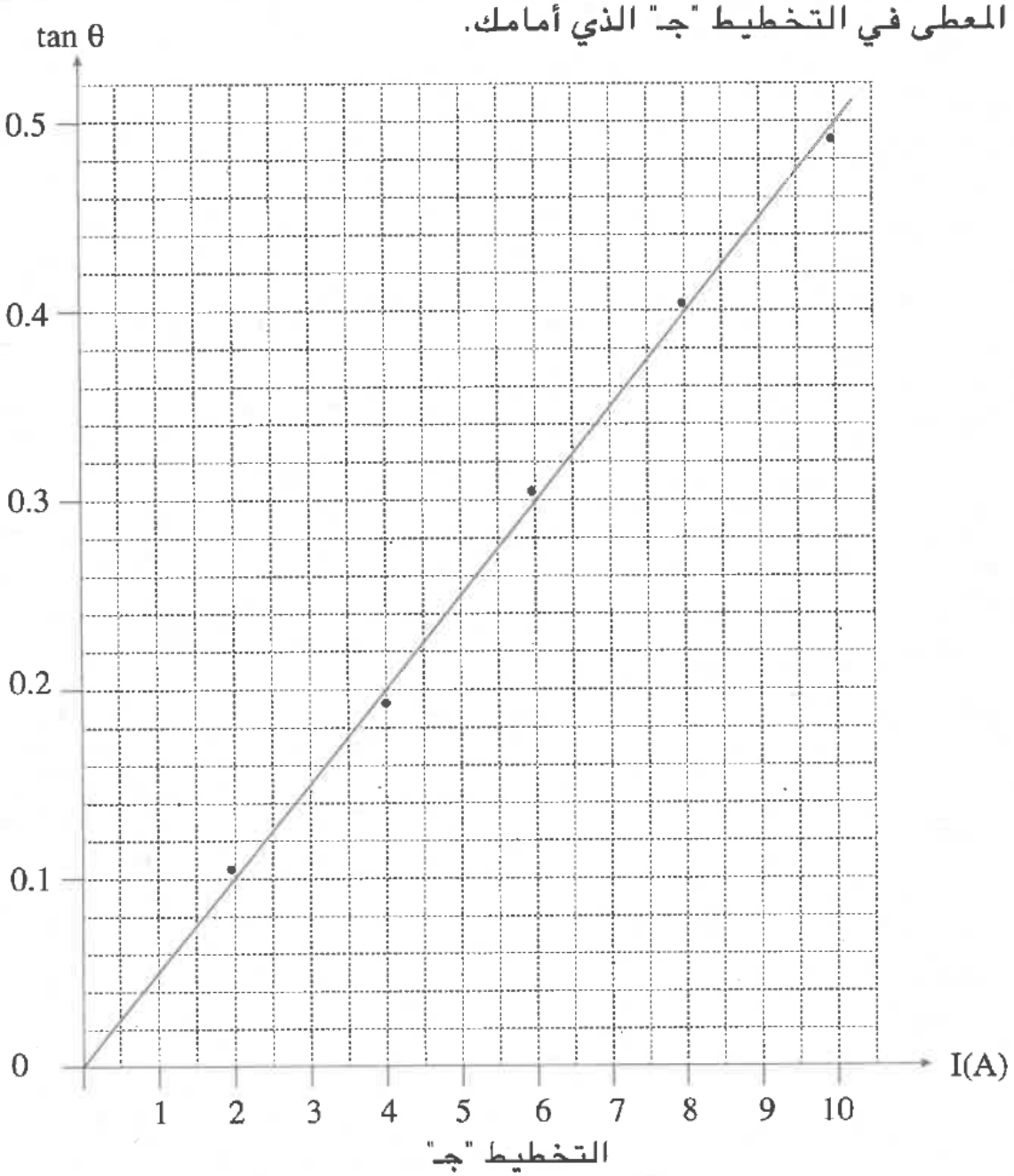
أ. في تيّار معيّن إبرة البوصلة "جـ" انحرفت عن اتّجاه الشمال، كما هو موصوف في التخطيط "ب". ارسم حالة إبرة البوصلة "أ" وحالة إبرة البوصلة "ب" في نفس التيّار الذي أدّى إلى انحراف الإبرة في التخطيط "ب". علّل. (٦ درجات)

التخطيط "ب"

ب. أشِر بِـ B_E إلى المركّب الأفقي للحقل المغناطيسي للكرة الأرضية، وطوِّر تعبيرًا لِـ $\tan\theta$ كدالة للتيّار I الذي يسري في السلك. θ هي زاوية انحراف البوصلة "جـ" عن اتّجاه الشمال. (١٢ درجة)

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

جـ قاس طالب زاوية الانحراف θ لخمس قيَم لتيّار I ، ورسم الرسم البياني المعطى في التخطيط "جـ" الذي أمامك.



التخطيط "جـ"

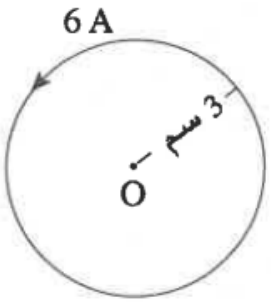
(١) اشرح لماذا يُفضّل الإشارة على المحور العمودي إلى قيَم $\tan\theta$ وليس إلى قيَم θ . (٤ درجات)

(٢) اشرح لماذا عرف الطالب بالتأكيد أنّ الرسم البياني يجب أن يمرّ عبر نقطة أصل المحاور. (٣ درجات)

(٣) احسب B_E بمساعدة الرسم البياني. ($8\frac{1}{2}$ درجات)

2000

٤. حلقة موصِلة نصف قطرها 3 سم، تحمل تيّارًا مقداره 6 A واتّجاهه بعكس اتّجاه حركة عقارب الساعة. التخطيط الذي أمامك يصف الحلقة من نظرة علوية.



أ. (١) إحسب مقدار الحقل المغناطيسي الذي يتكوّن في مركز الحلقة O .
(٨ درجات)

(٢) جد اتّجاه الحقل المغناطيسي الذي يتكوّن في مركز الحلقة O . (٦ درجات)

ب. يتحرّك إلكترون في دائرة صغيرة في مستوى الحلقة حول مركزها O (نصف قطر الدائرة أصغر بكثير من نصف قطر الحلقة). في منطقة حركة الإلكترون يسود حقل مغناطيسي متجانس (بتقريب كبير) ومقدار الحقل هو كما في مركز الحلقة.

(١) ما هو اتّجاه دوران الإلكترون (مع / بعكس اتّجاه حركة عقارب الساعة)؟ فسّر.

(٢) إحسب تردّد دوران الإلكترون.
(١٠ $\frac{1}{2}$ درجات)

جـ. بدلاً من الإلكترون الذي في البند "ب"، يتحرّك الآن بروتون في دائرة صغيرة في مستوى الحلقة حول مركزها.

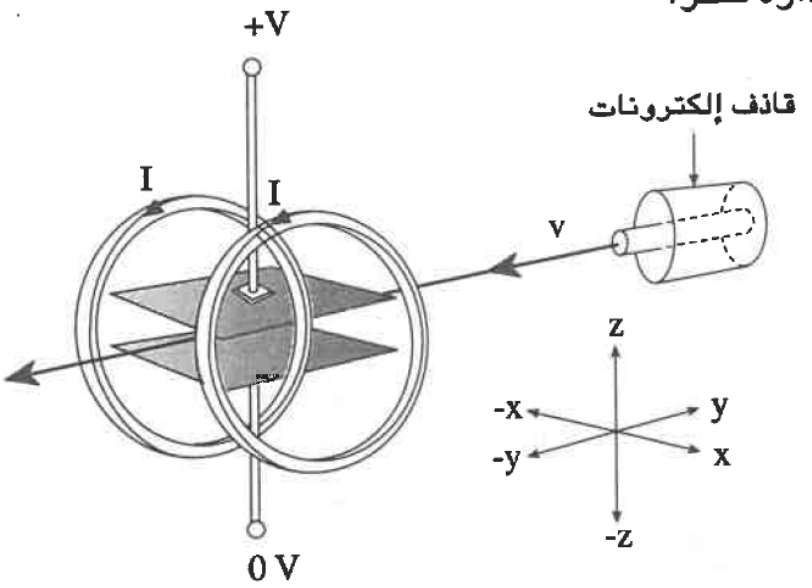
(١) هل يختلف اتّجاه دوران البروتون عن اتّجاه دوران الإلكترون أو مساوٍ له؟ فسّر.

(٢) هل تردّد دوران البروتون أكبر من تردّد دوران الإلكترون أو أقل منه أو مساوٍ له؟ فسّر.

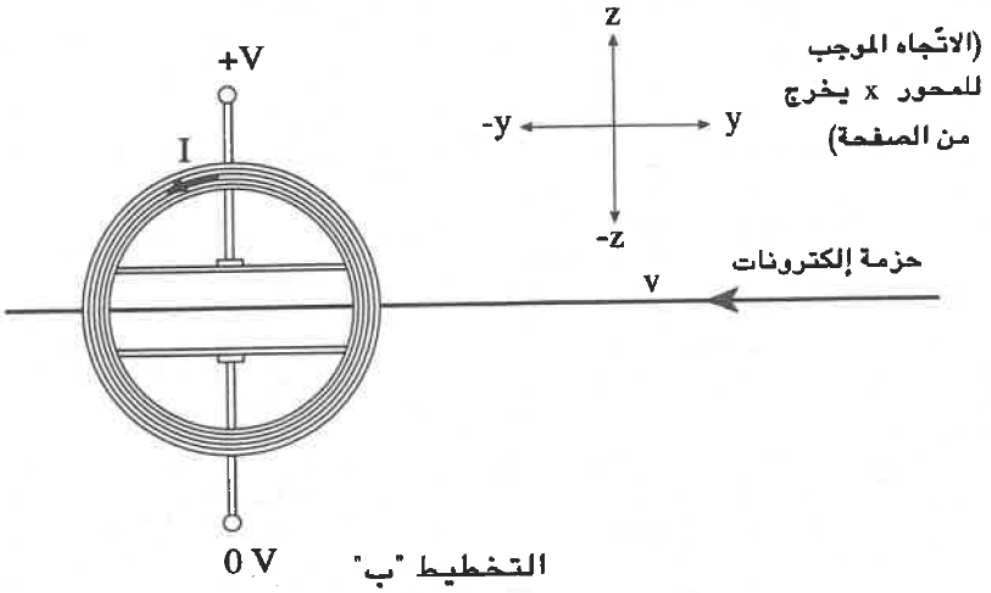
(٩ درجات)

٤. يشمل جهاز مصنوع من أنبوبة زجاجية مفرَّغة من الهواء: "قاذف إلكترونات" يُطلق حزمة موازية من الإلكترونات مقدار سرعتها v ، ولوحين أفقيين لمكثِّف يسود بينهما حقل كهربائي شدّته E ، وملفّين متشابهين معامدين للّوحين. في كل واحد من الملفّين يسري تيّار I ، يكوّن بينهما مجالاً مغناطيسيًا متجانسًا شدّته B .

في التخطيطين "أ" وَ "ب" وصف للأقسام الأساسية للأنبوبة، وإشارة إلى اتّجاهَي التيّارين في الملفّين. اللوح العلوي للمكثِّف موصول بجُهد موجب، واللوح السفلي موصول بجُهد مقداره صفر.



التخطيط "أ"



التخطيط "ب"

(إنتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

/يتبع في صفحة 7/

أهمِل القوة التي تشغّلها الكرة الأرضية على حزمة الإلكترونات، وأجب عن البنود "أ" – "جـ".

أ. إستعن بهيئة المحاور x وَ y وَ z الموصوفة في كل واحد من التخطيطين "أ" وَ "ب"، وحدّد اتّجاهات الحقول والقوى التي في البنود الفرعية (١) –(٤) التالية. أكتب الاتّجاه بواسطة ذكر المحور بواسطة الحرف x أو y أو z وبجانبه الإشارة + (زائد) أو الإشارة – (ناقص).

(١) اتّجاه الحقل الكهربائي $\vec{E}$.

(٢) اتّجاه الحقل المغناطيسي $\vec{B}$.

(٣) اتّجاه القوة، التي يشغّلها الحقل الكهربائي $\vec{E}$ فقط، على حزمة الإلكترونات عند دخولها إلى الحقل الكهربائي.

(٤) اتّجاه القوة، التي يشغّلها الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ فقط، على حزمة الإلكترونات عند دخولها إلى الحقل المغناطيسي.

(١٢ درجة)

ب. حُدِّدت شدّتا الحقلين $\vec{E}$ وَ $\vec{B}$ بحيث تتحرّك حزمة الإلكترونات بخط مستقيم. عبّر عن سرعة الإلكترونات v بدلالة E وَ B . (١٣ درجة)

جـ (١) نُبطل الحقل الكهربائي بين لوحَي المكثّف (الحقل المغناطيسي يبقى كما هو موصوف في البند "ب"). في هذه الحالة، تتحرّك حزمة الإلكترونات بقوس دائرة نصف قطرها R .

عبّر عن النسبة $\frac{e}{m}$ للإلكترون بدلالة E وَ B وَ R .

(٢) جد قيمة R بالنسبة للقيمتين $E = 2 \times 10^4 \frac{N}{C}$, $B = 8 \times 10^{-4}$ T .

(٨$\frac{1}{3}$ درجات)

٥. أراد طالب قياس المركّب الأفقي للحقل المغناطيسي للكرة الأرضية. لهذا الغرض مدّ على طاولة سلكًا مستقيمًا وطويلاً باتجاه شمال - جنوب (المغناطيسي للكرة الأرضية). أوصل الطالب على التوالي بالسلك مقاومًا متغيّرًا وأميترًا ومصدر فرق جُهد، ومرّر في السلك تيّارًا شدّته $I = 3.7\ A$ واتّجاهه من الجنوب إلى الشمال.
وضع الطالب بوصلة على ارتفاع r فوق السلك، وقاس زاوية الانحراف α لإبرة البوصلة عن اتّجاه الشمال. غيّر الطالب r عدّة مرّات، وفي كل مرّة قاس α . نتائج القياسات مسجّلة في الجدول الذي أمامك، وكذلك مسجّلة قيَم $\text{ctg}\,\alpha$ $\left(\text{ctg}\,\alpha = \frac{1}{\text{tg}\,\alpha}\right)$.

$\text{ctg}\,\alpha$	α	r (cm)
0.9	48.5°	2.2
1.4	36°	3.6
2.1	26°	5.0
2.6	21°	6.3
3.1	18°	7.8

أ. أرسم رسمًا بيانيًا لِـ $\text{ctg}\,\alpha$ كدالة لِـ r . (٩ درجات)

ب. أرسم إبرة البوصلة واتجاهات كل واحد من الحقول المغناطيسية التي تعمل عليها (في الحالة التي يمرّ فيها تيّار في الدائرة الكهربائية). أشِر في الرسم إلى الزاوية α . (٦ درجات)

(إنتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

/يتبع في صفحة 9/

جـ. (١) طوّر تعبيراً لِـ α ctg كدالة لِـ r

(٢) إحسب بواسطة الرسم البياني، الذي رسمتَه في البند "أ"، المركِّب الأفقي للحقل المغناطيسي للكرة الأرضية.

(١٢ درجة)

د. لو أعاد الطالب تنفيذ التجربة في منطقة جغرافية أخرى (مع نفس قيمتَي r وَ I)، هل قيَم α التي كان سيحصل عليها ستكون مطابقة لتلك التي في الجدول؟ علّل.

(لا تتطرّق إلى أخطاء نابعة من عوامل مختلفة تتعلّق بعدم الدقّة.)

(٦$\frac{1}{2}$ درجات)

1998

3. أراد طالب أن يقيس المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي للكرة الأرضية. ولأجل ذلك بنى ملفًا لولبيًا تكون فيه كثافة اللفات (عدد اللفائف لكل وحدة طول) مساوية لـ $\frac{N}{\ell} = 79 m^{-1}$.

وضع الطالب بوصلة في مركز الملف اللولبي، وأدارها حتى أصبح محور الملف متعامدًا على إبرة البوصلة. بعد ذلك، وصل الطالب على التوالي إلى الملف مقاومة متغيرة، وأميتر (لقياس التيار) ومصدر جهد كهربائي. قام بتمرير تيارات مختلفة في الدائرة الكهربائية I (بالملي أمبير)، وفي كل مرة قاس زاوية انحراف إبرة البوصلة عن اتجاه الشمال.

نتائج القياسات مسجَّلة في الجدول الذي أمامك.

$\tan\alpha$	$\alpha(^\circ)$	$I(\mathrm{mA})$
0.14	8	50
0.29	16	100
0.44	24	150
0.58	30	200
0.73	36	250

أ. ارسم مخططًا للدائرة الكهربائية. (13 نقطة)

ب. ارسم الرسم البياني للتيار I بدلالة tanα. (8 نقاط)

ج. ارسم اتجاهات الحقول المغناطيسية المؤثرة على إبرة البوصلة (في الحالة التي يمر فيها تيار في الدائرة الكهربائية). حدّد في الرسم اتجاه الشمال والزاوية α (7 نقاط).

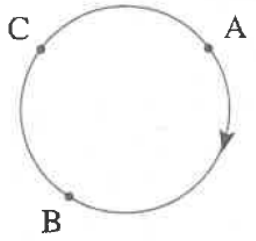
د. (1) طوّر تعبيرًا يربط بين التيار I و- tanα. (8 نقاط)

(2) احسب بمساعدة الرسم البياني، الذي رسمته في البند (ب)، المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي للكرة الأرضية. (11 نقطة)

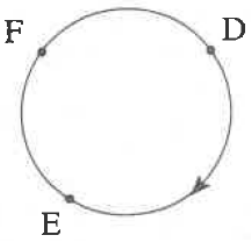
هـ. وضع الطالب البوصلة في طرف الملف اللولبي ومرّر فيه تيارًا. زاوية انحراف إبرة البوصلة عن اتجاه الشمال كان مختلفًا عن زاوية الانحراف التي كانت في الوضع الذي كانت فيه البوصلة في مركز الملف اللولبي. فسِّر لماذا تغيّرت زاوية انحراف إبرة البوصلة. (4 نقاط)

٤. معطى جسيمان متشابهان، لكل واحد منهما كتلة m وشحنة سالبة $-q$.

يتحرّك الجسيمان في مسارين دائريين نصف قطرهما R ، بسرعة مقدارها v وباتّجاه عقارب الساعة. يتحرّك أحد الجسيمين في مسار دائري بفضل الحقل الكهربائي الذي تكوّن بواسطة شحنة نُقَطية موجبة ثابتة في مكانها (التخطيط "أ"). يتحرّك الجسيم الثاني في مسار دائري بفضل حقل مغناطيسي متجانس (التخطيط "ب").



التخطيط "أ" – حركة جسيم في حقل كهربائي



التخطيط "ب" – حركة جسيم في حقل مغناطيسي

أ. إنسخ التخطيطين إلى دفترك، وأشِر إلى اتّجاه الحقل الكهربائي في كل واحدة من النقاط C , B , A واتّجاه الحقل المغناطيسي في كل واحدة من النقاط F , E , D .
(٧$\frac{1}{4}$ درجات)

ب. عبّر بدلالة q وَ m وَ R وَ v عن مقدار الحقل الكهربائي في مسار الجسيم الذي في التخطيط "أ". (١٠ درجات)

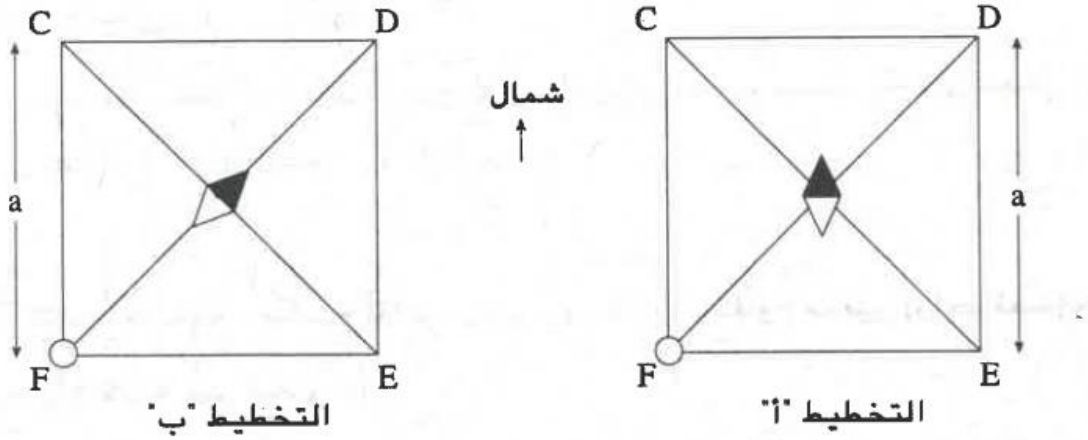
جـ. عبّر بدلالة q وَ m وَ R وَ v عن مقدار الحقل المغناطيسي في مسار الجسيم الذي في التخطيط "ب". (١٠ درجات)

د. عند وصول الجسيمين إلى النقطة A وإلى النقطة D يعكسان اتّجاه سرعتهما (بدون تغيير مقدار السرعة والحقل الكهربائي والحقل المغناطيسي).
صف مسارَي الجسيمين في الحالة الجديدة (إستعِن بالرسم) واذكر اتّجاه الحركة (باتّجاه عقارب الساعة أم باتّجاه معاكس لعقارب الساعة). (٦ درجات)

٣. في مركز طاولة صغيرة CDEF وُضعت بوصلة صغيرة تشير إلى الشمال. الطاولة أفقية وشكلها مربّع. طول ضلع المربّع $a = 40\ cm$ (أنظر التخطيط "أ")

في الزاوية F للطاولة يمرّ سلك موصِل ومستقيم وطويل جدًا. السلك يعامد مستوى الطاولة (الدائرة الصغيرة التي في التخطيط تمثّل مقطع السلك).

عندما نمرّر في السلك تيّارًا شدّته $I = 25\ A$ ، تنحرف إبرة البوصلة بحيث يتّجه قطبها الشمالي نحو الزاوية D للطاولة (أنظر التخطيط "ب").



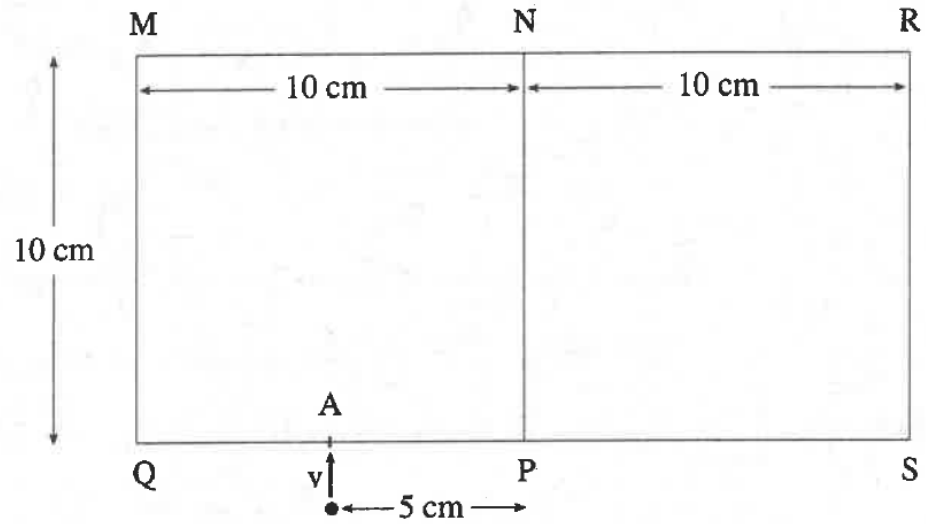
أ. إنسخ أحد التخطيطَين إلى دفترك، بيّن فيه اتّجاه التيّار في السلك (أشِر بِـ × إلى تيّار يدخل إلى الصفحة، وأشِر بِـ • إلى تيّار يخرج من الصفحة)، وفسّر كيف حدّدتَ الاتّجاه. (٨ درجات)

ب. إحسب شدّة الحقل المغناطيسي (مقدارًا واتّجاهًا) الذي تكوّن في مركز الطاولة بواسطة التيّار الذي يمرّ في السلك. ($٨\frac{١}{٢}$ درجات)

جـ. إحسب شدّة المركّب الأفقي للحقل المغناطيسي الأرضي B_E في مركز الطاولة. (٩ درجات)

د. في الزاوية E للطاولة نضيف سلكًا مطابقًا للسلك الموجود في الزاوية F ، ونمرّر فيه نفس التيّار I بنفس الاتّجاه. هل إبرة البوصلة تنحرف عن اتّجاهها الذي في التخطيط "ب"؟ إذا كانت الإجابة نعم – إلى أيّ اتّجاه (باتّجاه حركة عقارب الساعة أم عكس اتّجاهها)؟ وإذا كانت الإجابة كلا – فسّر. (٨ درجات)

٤. معطى منطقتان MNPQ وَ NRSP يسود فيهما حقلان مغناطيسيان متجانسان، مقدار كل واحد منهما هو $B = 5\ T$. إتّجاها الحقلَين متعاكسان ومعامدان للمستوى MRSQ . أبعاد المنطقتَين معطاة في التخطيط الذيّ أمامك:



في النقطة A ، التي تقع في مركز القطعة QP ، يدخل باتّجاه معامد للحقل جُسَيم مقدار سرعته v ، كما هو موصوف في التخطيط. كتلة الجُسَيم هي $m = 6.6\cdot10^{-27}\,kg$ وشحنته $q = +3.2\cdot10^{-19}C$.

أثناء حركته يمرّ الجُسَيم من المنطقة MNPQ ويدخل إلى المنطقة NRSP معامدًا للقطعة NP .

أ. إنسخ التخطيط إلى دفترك، وبيّن فيه اتّجاهَي الحقلَين المغناطيسيَّين في المنطقتَين (أشِر بـ × إلى حقل يدخل إلى الصفحة، وأشِر بـ • إلى حقل يخرج من الصفحة). فسّر كيف حدّدتَ الاتّجاهَين. (٦ درجات)

ب. إضِف إلى التخطيط الذي نسختَه، مسار الجُسَيم منذ لحظة دخوله إلى المنطقة MNPQ وحتى لحظة خروجه من المنطقة NRSP. (٨ درجات)

جـ. إحسب v . (١٢$\frac{1}{2}$ درجة)

د. إحسب الفترة الزمنية التي مرّت منذ لحظة دخول الجُسَيم إلى المنطقة MNPQ وحتى لحظة خروجه من المنطقة NRSP . (٧ درجات)

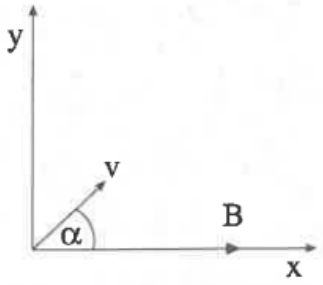
٤. إلى حقل مغناطيسي متجانس B ، اتّجاهه "إلى داخل الصفحة"، دخل جسيم بسرعة مقدارها v واتّجاهها معامد لاتّجاه الحقل. توجد للجسيم كتلة m وشحنة كهربائية موجبة q . (إفترض أنّه تؤثّر على الجسيم القوّة المغناطيسية فقط.)

أ. (١) أرسم مسار الجسيم. أشرِ في الرسم إلى اتّجاه حركته. (٤ درجات)

(ب) عبّر بدلالة معطيات السؤال عن نصف قطر المسار R وعن زمن الدورة T . (٨ درجات)

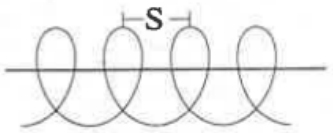
ب. يدخل نفس الجسيم إلى نفس الحقل B بسرعة مقدارها v ، لكن هذه المرّة اتّجاهها موازٍ لاتّجاه الحقل.

ما هو شكل مسار الجسيم في هذه الحالة؟ هل تتغيّر سرعة الجسيم على امتداد المسار؟ علّل. (٨ درجات)



التخطيط "أ"

جـ نفس الجسيم الذي كتلته m وشحنته q دخل إلى نفس الحقل B بسرعة مقدارها v ، لكن هذه المرّة اتّجاه السرعة يُكوّن زاوية مقدارها α مع اتّجاه الحقل (أنظر التخطيط "أ"). متّجه السرعة موجود (في لحظة الدخول) في المستوى yx . إتّجاه الحقل المغناطيسي هو باتّجاه المحور x .



التخطيط "ب"

(١) فسّر لماذا يقوم الجسيم بحركة على امتداد مسارٍ لولبي (أنظر التخطيط "ب").
(٥ درجات)

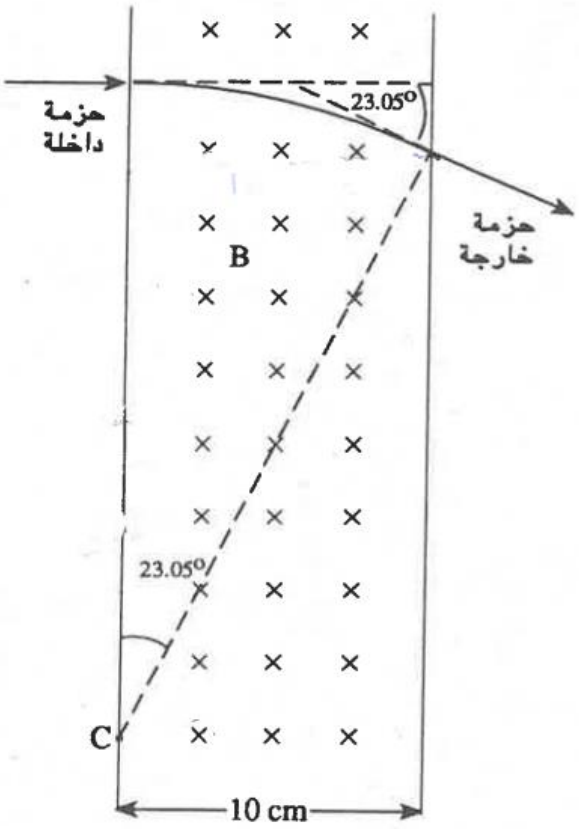
(٢) إحسب خطوة المسار اللولبي S (البُعد الذي قطعه الجسيم على امتداد الحقل المغناطيسي في إكماله دورة واحدة). إذا كان معطى أنّ:

$\alpha = 53^o$ ، $v = 6.25 \cdot 10^4$ m/s ، $B = 2.25$ T

$q = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C ، $m = 11.7 \cdot 10^{-27}$ kg

(٨$\frac{1}{2}$ درجات)

٤. حزمة جسيمات ذات طاقة 2 MeV (3.2×10^{-13} J) تدخل إلى حقل مغناطيسي متجانس، عرضه 10 cm ، وشدّته 0.8 T واتّجاهه إلى داخل الصفحة. تتحرّك الحزمة على طول قوس دائرة مركزها C ، وتخرج من الحقل منحرفةً بزاوية مقدارها 23.05^o بالنسبة لاتّجاهها الأصلي (أنظر التخطيط).



أ. (١) هل الطاقة الحركية لجسيم في الحزمة تتغيّر في أعقاب مروره عبر الحقل المغناطيسي؟ علّل. (٦ درجات)

(٢) هل كميّة التحرّك لجسيم في الحزمة تتغيّر في أعقاب مروره عبر الحقل المغناطيسي؟ علّل. (٦ درجات)

ب. معطى أنّ شحنة كل جسيم في الحزمة مطابقة لشحنة الألكترون.

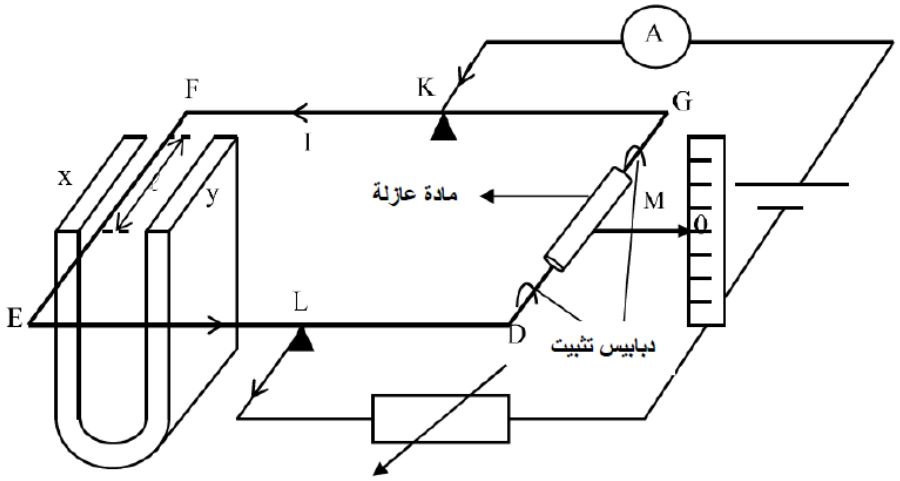
(١) احسب نصف قطر المسار الدائري لجسيم في الحزمة. (درجتان)

(٢) احسب كتلة الجسيم. (١٤ درجة)

(٣) احسب زمن حركة الجسيم في الحقل المغناطيسي. ($\frac{1}{2}$٥ درجات)

1993

4. الرسم الذي أمامك يصف نظام ميزان تيار.



الإطار **DEFG** المصنوع من سلك موصل مُثّبت في نقطتين **K** و- **L** بحيث يكون حرًا في الحركة حول المحور **KL**. الإطار مفتوح في الجزء الذي يوجد فيه مادة عازلة. طول مقطع الإطار هو l=2cm. المقطع موجود داخل حقل مغناطيسي متجانس بين قطبي مغناطيس.

عندما لا يمر تيار في الإطار، يكون في وضع اتزان، والمؤشر **M يشير** إلى الصفر. عند توصيل مصدر الجهد، تؤثر على الإطار قوة مغناطيسية أفقية **F**، ويتم موازنته باستخدام دبابيس تثبيت. كتلة دبوس واحد هي 0.02 غرام.

في الجدول الذي أمامك مسجَّل عدد الدبابيس (N) . التي توازن القوة المغناطيسية عند مرور تيارات I مختلفة.

N عدد الدبابيس	1	2	3	4	5
I شدة التيار بالأمبير	0.500	0.950	1.50	2.05	2.50

أ. ما هو اتجاه الحقل المغناطيسي (أشِر x ⟵ y أو y ⟵ x)؟ فسّر. (6 نقاط)

ب. ارسم رسمًا بيانيًا يصف القوّة المغناطيسيّة F بوحدة **النيوتن**، بدلالة شدة التيار I الذي يمر بالإطار. (12 نقطة)

ج. (1) احسب ميل الرسم البياني الذي رسمته. (5 نقاط)

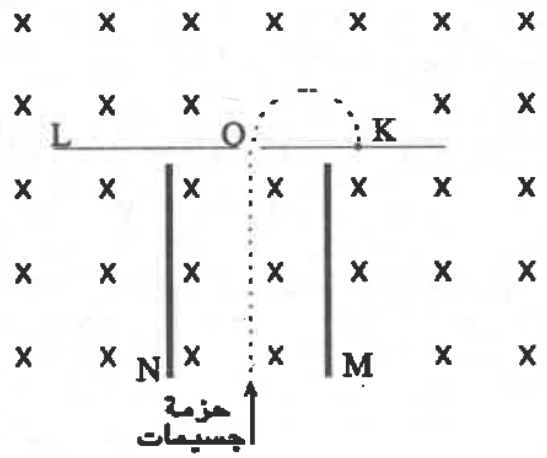
(2) اذكر وحدات الميل. (5 نقاط)

(3) احسب شدة الحقل المغناطيسي. (5.33 نقاط)

٤. في حقل مغناطيسي متجانس، شدّته B واتّجاهه "إلى داخل الصفحة" موجود مكثّف مشحون. بين لوحتَي المكثّف M وَ N المعامدتين للصفحة، يوجد حقل كهربائي متجانس شدّته E . حزمة جسيمات تدخل بين لوحتَي المكثّف بشكل معامد للحقلين E وَ B . تتحرّك الجسيمات بين اللوحتَين في مسار مستقيم. بعضها يمر عبر الثقب O الموجود في الحاجز L وبعد ذلك تصيب الحاجز في النقطة K (أنظر التخطيط).

شحنة كل جسيم هي q وكتلته m .

قوى الجاذبية المؤثّرة على الجسيمات قابلة للاهمال.



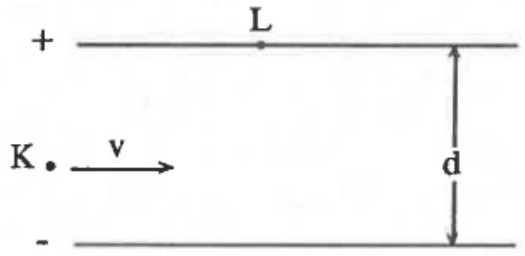
أ . هل شحنة الجسيمات موجبة أم سالبة؟ علّل. (٥ درجات)

ب. ما هو اتّجاه الحقل الكهربائي؟ علّل. (٥ درجات)

جـ . عبّر عن البُعد OK بدلالة q , m , B وَ E. (١٣ ١/٢ درجة)

د . نريد أن تصيب الجسيمات الحاجز في نقطة أقرب إلى الثقب O (أي أنّنا نريد تصغير OK). يمكن تغيير شدّتَي الحقلين E وَ B فقط (وليس، مثلا، سرعة الجسيمات). ماذا يجب أن نعمل من أجل ذلك؟ فسّر. (١٠ درجات)

٤. بين لوحين متوازيين كبيرين، البُعد بينهما d ، يسود فرق جُهد V . من النقطة K الموجودة بين اللوحين (أنظر الشكل) نطلق جسيمًا بسرعة v باتجاه موازٍ للّوحين. كتلة الجسيم m وشحنته q+ . اهمل تأثير الجاذبية.



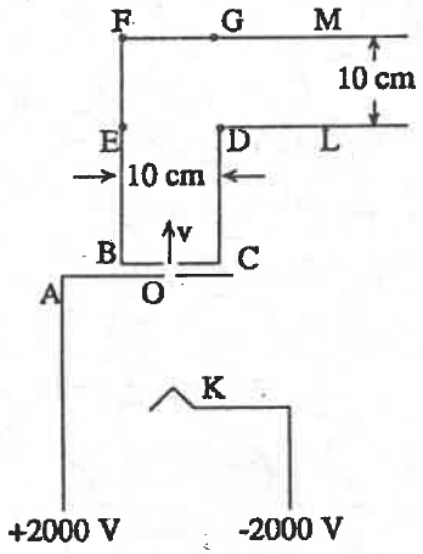
أ . ما هو شكل مسار الجسيم (خط مستقيم، دائرة، قطع مكافئ، قطع زائد، آخر)؟ ارسم مخطّطًا للمسار بين اللوحين المشحونين. فسّر. (٨ درجات)

ب. حتى يتحرّك جسيم، مطابق للأول، في خط مستقيم بين اللوحين المشحونين، نضيف للفراغ الذي بين اللوحين حقلا مغناطيسيًا متجانسًا. عيّن اتجاه الحقل المغناطيسي. علّل. ($3\frac{1}{2}$ درجات)

جـ . جِد تعبيرًا لمقدار الحقل المغناطيسي بدلالة القيَم المذكورة في السؤال. (٨ درجات)

د . نلغي فرق الجُهد بين اللوحين، نبقي الحقل المغناطيسي (الذي عبّرت عنه في البند جـ) ونطلق من النقطة L (أنظر الشكل) جسيمًا آخر مطابقًا للأول بسرعة v في اتجاه الأسفل. هل يصيب الجسيم،اللوح الأسفل؟ علّل. (١٤ درجة)

معطيات (للبند د فقط): $V = 2000V$, $d = 4cm$, $m = 0.2gr$, $q = +10^{-6}C$, $v = 5\frac{m}{s}$



٤. في جهاز لِحثّ (تعجيل) الالكترونات، المهبط (الكاتود) K ، الذي جُهده 2000 V- ، متوهّج ويطلق الكترونات. الالكترونات المنطلقة معجّلة إلى المصعد (الأنود) A الذي جُهده 2000 V . يمر جزء من الالكترونات عبر الثقب O الموجود في المصعد ويدخل إلى أنبوب معدني مثني بزاوية قائمة عبر الثقب الموجود في مركز قاعدة الأنبوب BC (أنظر الشكل). قطر الأنبوب 10 cm .
الجهاز والأنبوب مفرغان من الهواء ويمكن اهمال السرعة الإبتدائية للالكترونات المنطلقة من المهبط.

أ . احسب سرعة الالكترونات v أثناء مرورها عبر الثقب O . (١٠ درجات)

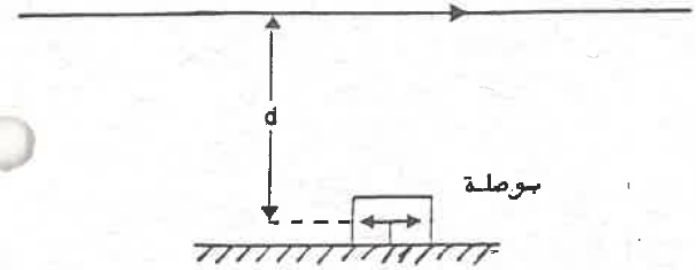
ب. نحثّ حقلا مغناطيسيا معامداً للمستوى EDGF ومحدّداً لهذه القطعة من الأنبوب فقط بحيث تدخل الالكترونات إلى القطعة DGML من الأنبوب وتتحرك على امتداد محوره.

١) ما هو اتجاه الحقل المغناطيسي؟ علّل. (٦ درجات)

٢) ما هي شدّة الحقل المغناطيسي؟ (١٢ درجة)

جـ . هل تكون سرعة الالكترونات في القطعة DGML أصغر، أكبر أم مساوية لسرعة الالكترونات في القطعة BCDE ؟ فسّر. (٥ درجات)

١٨ • وضعت بوصلة على منضدة افقية ثم وضع بموازاة الابرة المغناطيسية الى الاعلى وعلى بعد d منها سلك مستقيم وطويل جدا (انظر الشكل المجاور). I



عندما امررنا في السلك تيارا كهربائيا قدره I = 3A انحرفت ابرة البوصلة بزاوية قدرها θ غيرنا بعد ذلك الارتفاع d وقسنا الزاوية θ في كل مرة. فيما يلي جدولا يبين نتائج التجربة .

d (متر)	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
θ (درجة)	51	40	32	27	23

أ ـ ارسم خطا بيانيا لـ: ctg θ كدالة d. (٣ درجات)

ب ـ احسب المركبة الافقية للمجال المغناطيسي للكرة الارضية مستعينا بالخط البياني الذي رسمته . (٥ درجات)

ج ـ ارجعنا السلك الاعلى الى بعد d=0.04m ثم وضعنا سلكا اخرا طويلا جدا وعلى بعد 0.04m من تحت البوصلة .

وامررنا في كل من السلكين وفي نفس الاتجاه تيارا قدره 3A . كم تكون زاوية انحراف البوصلة في هذه الحالة ؟ اشرح ذلك . (٤ درجات)