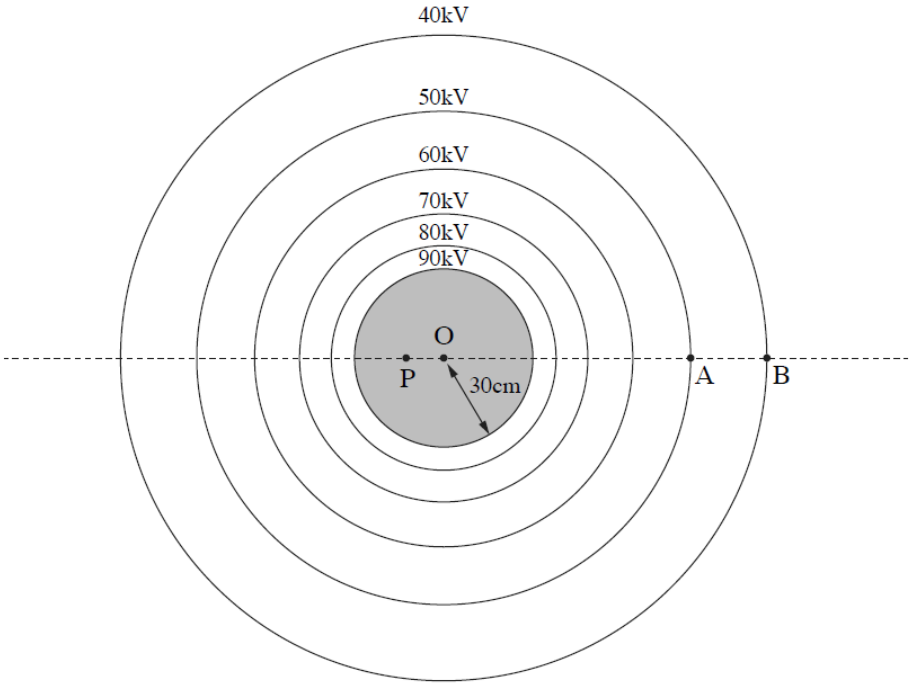
1 -2023

1. المخطّط الذي أمامكم يعرض كرة موصلة ("قشرة كرويّة") مشحونة بشحنة موجبة Q ، وعدّة خطوط متساوية الجهد سُجِّلت على كلّ واحد من هذه الخطوط قيمة الجُهد الملائمة له .

معطى أنّ : نصف قطر الكرة هو $R = 30cm$ ، والجهد على سطحها هو 90,000V . تمّ اختيار الجهد في اللّانهاية بأن يكون صفرًا .

في كلّ السؤال يجب الافتراض بأنّ تأثير قوّة الجاذبيّة قابل للإهمال وبأنّ توزيع الشحنة على سطح الكرة يبقى متجانسًا .



النقطة O هي مركز الكرة، والنقطة P تقع في بُعد 12cm عن يسار مركز الكرة، والنقطة A تقع على الخطّ الذي قيمته 50,000V ، والنقطة B تقع على الخطّ الذي قيمته 40,000V (انظروا المخطّط) .

أ. احسبوا البُعد AO . (9 درجات)

ب. احسبوا الحقل الكهربائيّ في النقطة A (مقداره واتّجاهه) . (7 درجات)

جـ. **(1)** ما هو مقدار الحقل الكهربائيّ في النقطة P ؟

(2) ما هو الجهد في النقطة P ؟

(5 درجات)

جسم صغير 1 كتله m_1 وشحنته q_1 موجود في حالة سكون في النقطة A . يُكسِبون الجسم سرعة مقدارها $v = 1.5\frac{m}{s}$ واتّجاهها إلى اليمين .

أثناء حركته إلى اليمين، يمرّ الجسم 1 في النقطة B .

معطى أنّ : $q_1 = -1.2 \cdot 10^{-8} C$, $m_1 = 4 \cdot 10^{-4} kg$.

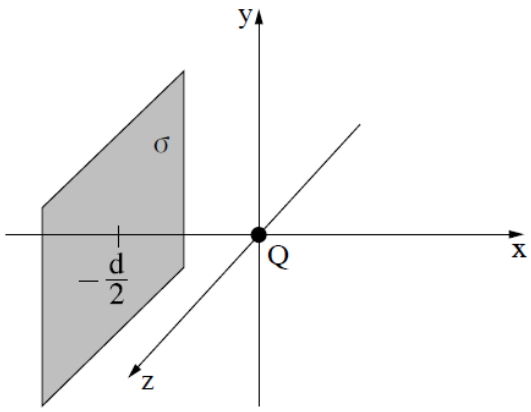
د. احسبوا مقدار سرعة الجسم 1 في النقطة B . (8 درجات)

جسم صغير 2 كتلته m_2 وشحنته q_2 موجود في حالة سكون في النقطة A . يُكسِبون الجسم 2 أيضًا سرعة مقدارها $v = 1.5\frac{m}{s}$ ، لكن هذه المرّة اتّجاهها إلى اليسار. أثناء حركته إلى اليسار، يمرّ الجسم 2 في النقطة C (التي لم يُشَر إليها في المخطّط) بسرعة مقدارها مساوٍ لمقدار السرعة التي حسبتموها في البند "د" .

معطى أنّ : $q_2 = -q_1$, $m_2 = m_1$.

هـ. حدِّدوا هل البُعد AC مساوٍ للبُعد AB أم أصغر منه أم أكبر منه . علّلوا تحديدكم . ($4\frac{1}{3}$ درجات)

1. معطاة منظومة مركّبة من شحنة نقطيّة موجبة شحنتها Q ، ومن لوح مستوٍ كبير جدًّا ("لوح لانهائيّ") مشحون بكثافة سطحيّة موجبة متجانسة σ . الشحنة النقطيّة موجودة في حالة سكون في نقطة أصل المحاور، واللوح موجود في النقطة $x = -\frac{d}{2}$ معامدًا للمحور x (اللوح موازٍ للمستوى yz) . المنظومة موصوفة في المخطّط الذي أمامكم .



المنظومة موجودة في شروط فراغ . تأثير الشحنة النقطيّة على كثافة الشحنة السطحيّة σ قابل للإهمال في السؤال كلّه .

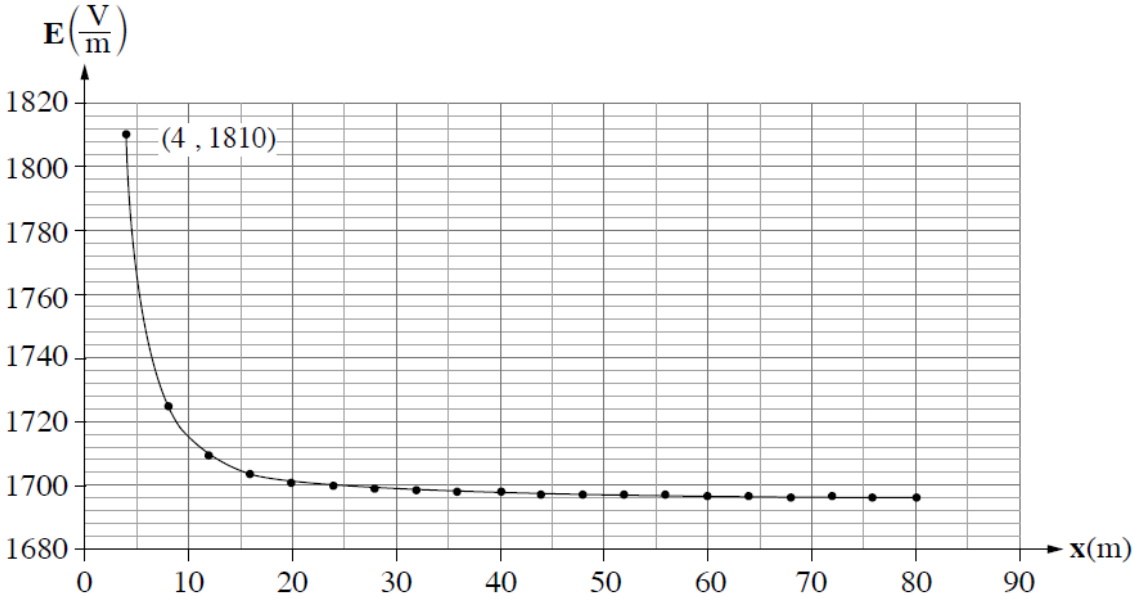
أ. عبّروا عن شدّة الحقل الكهربائيّ، $E(x)$ ، على طول المحور x ، بالنسبة لـ $x > 0$. استعملوا البارامترين σ ، Q وثوابت أساسيّة . (6 درجات)

(انتبهوا : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

/ يتبع في صفحة 3 /

أمامكم رسم بيانيّ يصف شدّة الحقل الكهربائيّ، E ، في عدّة نقاط على طول المحور x ، ابتداءً من النقطة $x = d$.
معطى أنّ: $d = 4m$ ، $E(4) = 1810\frac{V}{m}$.

شدّة الحقل الكهربائيّ على طول المحور x



ب. **(1)** احسبوا كثافة الشحنة السطحيّة، σ ، بواسطة الرسم البيانيّ.

(2) احسبوا مقدار الشحنة النقطيّة Q .

(9 درجات)

يُحرِّرون من حالة السكون جسيمًا مشحونًا بشحنة موجبة من نقطة موجودة على الجزء الموجب للمحور x .
يتحرّك الجسيم على طول المحور x بالاتّجاه الموجب.

جـ. حدِّدوا أيّ قول من الأقوال 1-4 التي أمامكم صحيح، وعلِّلوا تحديدكم. (6 درجات)

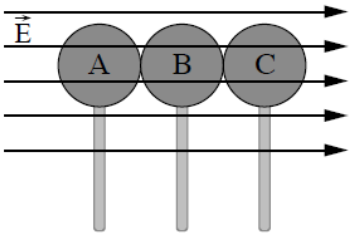
1. عندما يتواجد الجسيم في بُعد كبير جدًّا عن المنظومة – تكون حركته متساوية التسارع بالتقريب.
2. عندما يتواجد الجسيم في بُعد كبير جدًّا عن المنظومة – تكون حركته متساوية السرعة بالتقريب.
3. عندما يتواجد الجسيم في بُعد كبير جدًّا عن المنظومة – تصبح سرعته صفرًا.
4. لا يمكن معرفة ما هو نوع الحركة بدون معرفة ما هي كتلة الجسيم.

د. احسبوا $V_{d,2d}$ ، فرق الجهدين بين النقطة $x = d$ والنقطة $x = 2d$ (النقطتان موجودتان على المحور x).

(7 درجات)

هـ. لو كان اللوح المشحون موجودًا في النقطة $x = \frac{d}{2}$ ، هل كان فرق الجهدين بين النقطة $x = d$ والنقطة $x = 2d$ يزداد أم يقلّ أم لا يتغيّر؟ علِّلوا تحديدكم. ($5\frac{1}{3}$ درجات)

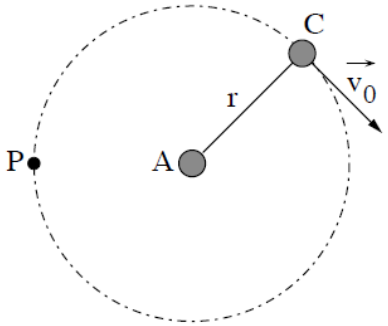
1. قام طلّاب بِشَحْن كُرات بشحنة كهربائيّة في العمليّة الموصوفة أمامك . أدخل الطلّاب ثلاث كُرات معدنيّة متطابقة A وَ B وَ C ليست مشحونة إلى مجال يسود فيه حقل كهربائيّ متجانس $\vec{E}$. وُضِعَت الكُرات بواسطة عيدان عازلة على طول خطّ مستقيم بحيث تمسّ بعضها البعض، كما هو موصوف في التخطيط 1 الذي أمامك . بعد مرور مدّة زمنيّة معيّنة، أبعد الطلّاب في آن واحد الكُرات الثلاث عن بعضها البعض بواسطة العيدان، وبعد ذلك أخرجوها من مجال الحقل الكهربائيّ .



التخطيط 1

أ. بالنسبة لكلّ واحدة من الكُرات، حدِّد إذا كانت، بعد إخراجها من الحقل الكهربائيّ، مشحونة بشحنة كهربائيّة موجبة أم مشحونة بشحنة كهربائيّة سالبة أم أنّها متعادلة . علّل تحديداتك . (6 درجات)

قام الطلّاب بِفَصْل الكُرات عن العيدان (بدون تغيير شحنتها)، وَثَبَّتوا الكرة A في مركز سطح أفقيّ أملس وعازل . وضع الطلّاب الكرة C على السطح في بُعد r عن الكرة A، وَأَكْسَبوا الكرة C سرعة ابتدائيّة $\vec{v_0}$. في أعقاب ذلك، تحرّكت الكرة C بحركة منتظمة (متواترة) على طول مسار دائريّ كانت الكرة A في مركزه (انظر التخطيط 2) .



التخطيط 2

ب. ارسم مخطّطًا لجميع القوى التي تؤثّر على الكرة C عند مرورها في النقطة P ، واكتب بجانب كلّ قوّة اسمها (أو الأحرف التي ترمز إليها) . (5 درجات)

(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

/ يتبع في صفحة 3

معطى أنّ : البُعد بين الكرتين $r = 0.9m$ ، وكتلة كلّ واحدة من الكرتين هي $m = 0.01kg$. مقدار السرعة الابتدائيّة التي أَكْسَبوها للكرة C هو $v_0 = 2\frac{m}{s}$.

جـ. احسب شحنة الكرة C . (6 درجات)

د . احسب التغيّر الذي طرأ على عدد الإلكترونات في الكرة C في أعقاب عمليّة الشَّحْن الموصوفة في مقدّمة السؤال . (6 درجات)

بَدَّلَ الطلّاب بين الكرتين A وَ C : ثَبَّتوا الكرة C في مركز السطح، وَأَكْسَبوا الكرة A سرعة ابتدائيّة مساوية (في مقدارها وفي اتّجاهها) للسرعة $\overrightarrow{v_0}$ التي أَكْسَبوها للكرة C من قبل .

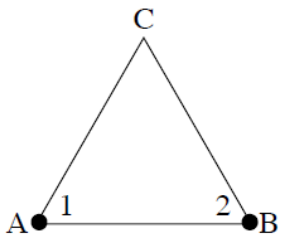
هـ. حدِّد إذا كانت حركة الكرة A مطابقة لتلك التي كانت للكرة C من قبل . إذا كانت مطابقة – علّل تحديدك . إذا لم تكن مطابقة — ما هو الاختلاف بين الحركتين؟ (6 درجات)

قام الطلّاب بتفريغ شحنة الكُرات وأعادوا عمليّة الشَّحْن الموصوفة في مقدّمة السؤال، لكن هذه المرّة بَدَّلوا الكرة المعدنيّة الوسطى B بالكرة D المصنوعة من مادّة عازلة .

و . بالنسبة لكلّ واحدة من الكُرات A وَ C وَ D ، حدِّد إذا كانت، بعد إخراجها من الحقل الكهربائيّ، مشحونة بشحنة كهربائيّة موجبة أم مشحونة بشحنة كهربائيّة سالبة أم أنّها متعادلة . علّل تحديداتك .

($4\frac{1}{3}$ درجات)

2. معطاة منظومة فيها جُسَيْمان 1 وَ 2 موضوعان بالتلاؤم في الرأسين A وَ B لمثلّث متساوي الأضلاع ABC (انظر التخطيط 1). طول كلّ ضلع في المثلّث هو 0.6 m. الجُسَيْمان مشحونان بشحنتين متساويتين، قيمتهما $q_1 = q_2 = +40 \cdot 10^{-9}\text{C}$.



التخطيط 1

المستوى صفر للجهد الكهربائيّ في هذا السؤال حُدِّدَ في اللّانهاية، ويجب إهمال قوى الجاذبيّة.

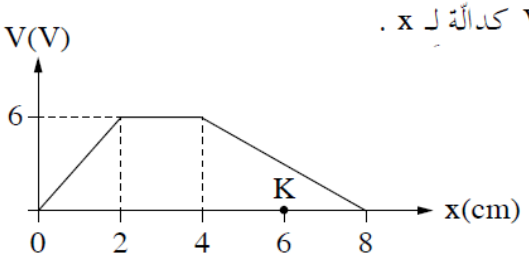
أ. احسب محصّلة الحقول الكهربائيّة $\vec{E}$ (مقدارها واتّجاهها) التي تتكوّن في الرأس C بواسطة الشحنتين. (7 درجات)

ب. احسب الجهد الكهربائيّ الكلّيّ، V، الذي يتكوّن في الرأس C بواسطة الشحنتين. (6 درجات)

جـ. هل توجد في منظومة الشحنتين المعروضة في التخطيط 1 نقطة، الجهد الكهربائيّ فيها لا يساوي صفرًا، والحقل الكهربائيّ فيها يساوي صفرًا؟ إذا لم تكن نقطة كهذه – علّل؟ إذا كانت نقطة كهذه – اذكر موقعها. (4 درجات)

في منظومة مختلفة، قيس الجهد الكهربائيّ، V، على طول المحور x.

التخطيط 2 يعرض رسمًا بيانيًّا لِـ V كدالّة لِـ x.



التخطيط 2

د. ارسم في دفترك رسمًا بيانيًّا يصف الحقل الكهربائيّ كدالّة لِـ x، بالنسبة للمجال الذي بين $x = 0$ وَ $x = 8\text{cm}$. (7 درجات)

يُحرِّرون من حالة السكون جسيمًا شحنتُهُ $q_3 = -40\mu\text{C}$ من النقطة K التي على المحور x، والتي إحداثيّها $x_K = 6\text{cm}$ (انظر التخطيط 2).

يبدأ الجسيم بالتحرّك على المحور x بتسارع مقداره $2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

هـ. حدِّد إذا كان الجسيم q_3 يتحرّك بالاتّجاه الموجب للمحور x أم بالاتّجاه السالب. علّل تحديدك. (5 درجات)

و. احسب كتلة الجسيم q_3. ($4\frac{1}{3}$ درجات)

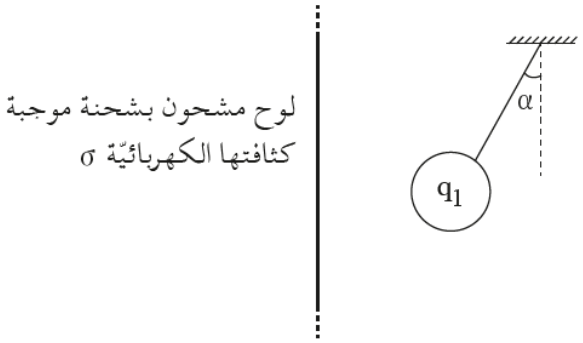
/ يتبع في صفحة 5 /

1. أجرى طالب تجربتين. كانت مجموعة التجربة الأولى مركَّبة من كرة صغيرة موصِلة مشحونة بالشحنة q_1 ولوح موصِل كبير مشحون بشحنة كهربائيّة موجبة كثافتها السطحيّة، σ ، متجانسة.

عَلَّقَ الطالب الكرة المشحونة مقابل اللوح على خيط عازل وخفيف. انحرفت الكرة باتّجاه اللوح، وعندما وصلت إلى حالة سكون تكوّنت زاوية α بين الخيط وبين الاتّجاه العموديّ، كما هو موصوف في التخطيط 1.

يجب التعامل مع الكرة المعلَّقة كجسم نُقَطيّ. تأثير الكرة المشحونة على كثافة الشحنة الكهربائيّة في اللوح قابل للإهمال.

معطى أنّ كتلة الكرة هي $m_1 = 1gr$.



التخطيط 1

أ. ارسم مخطّط القوى التي تؤثّر على الكرة المعلَّقة. بجانب كلّ قوّة اكتب اسمها. (4 درجات)

في مجرى التجربة، غَيَّرَ الطالب عدّة مرّات كثافة الشحنة الكهربائيّة، σ ، وفي كلّ مرّة قاس قيمة الزاوية α وَحَسَبَ قيمة $\tan(\alpha)$.

الجدول الذي أمامك يعرض قِيَم كثافة الشحنة الكهربائيّة σ ، وقِيَم الزاوية α وقِيَم $\tan(\alpha)$.

$\sigma\left[\frac{C}{m^2}10^{-7}\right]$	1.50	2.25	3.25	4.00	5.00
$\alpha[^\circ]$	4	6	8	10	12
$\tan(\alpha)$	0.07	0.11	0.14	0.18	0.21

ب. ارسم في دفترك رسمًا بيانيًّا (مخطّطًا مبعثرًا) لِـ $\tan(\alpha)$ كدالّة لكثافة الشحنة الكهربائيّة، σ وأَضِف فيه خطّ توجّه. (7 درجات)

(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

/ يتبع في صفحة 3 /

جـ. احسب ميل خطّ التوجّه الذي رسمتَه. (5 درجات)

د. طَوِّر تعبيرًا لِـ $\tan(\alpha)$ كدالّة لِـ σ . استعمِل الثوابت: g وَ ε_0 وَ m_1 وَ q_1 . (6 درجات)

هـ. **(1)** حدِّد إشارة الشحنة q_1 . علّل تحديدك.

(2) احسب، حسب الرسم البيانيّ الذي رسمتَه، مقدار الشحنة q_1 .

(6 درجات)

في التجربة الثانية، أضاف الطالب إلى مجموعة التجربة كرة صغيرة موصلة مشحونة بالشحنة q_2 ، وعلَّقها هي أيضًا على خيط عازل وخفيف.

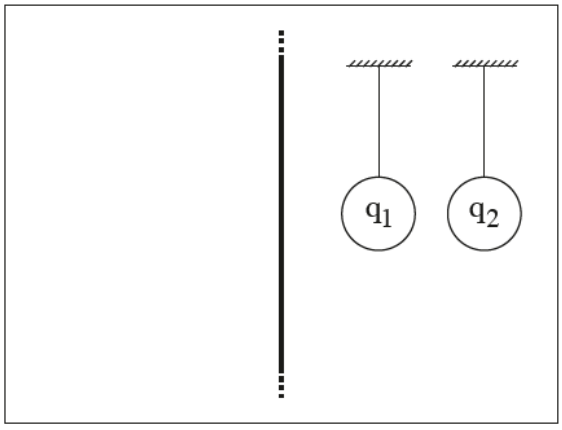
معطى أنّ مقدار شحنتَي الكرتين متساوٍ، لكنّ إشارتَي شحنَتَيْهما متعاكستان.

بدون تغيير قِيَم كثافة الشحنة الكهربائيّة σ لِلَّوح، وضع الطالب الكرة الثانية أيضًا مقابل اللوح.

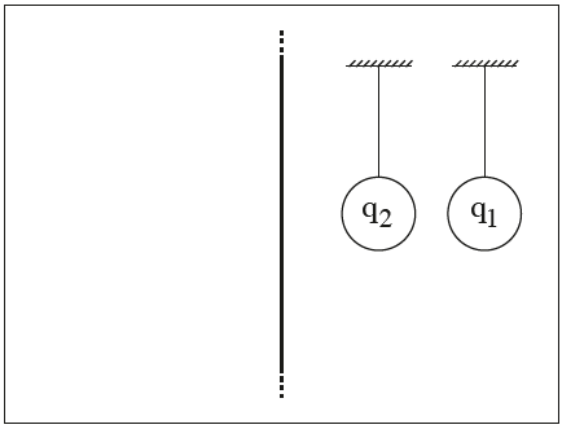
عندما وصلت الكرتان إلى حالة سكون، كان الخيطان موازيين لِلَّوح (في الخيطين $\alpha = 0$).

و. أمامك أربعة تخطيطات، 1-4، تصف موقع الكرتين واللوح.

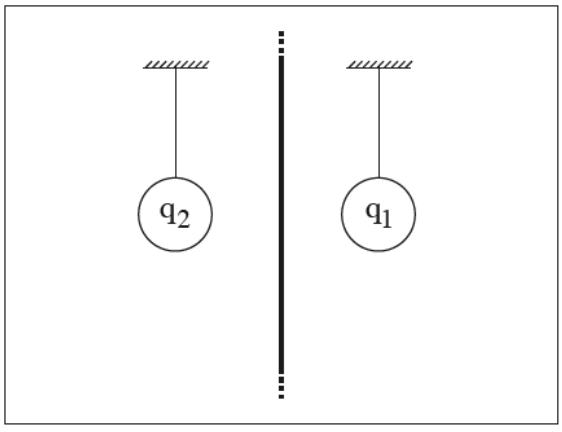
حدِّد أيّ تخطيط من التخطيطات ممكن. علّل تحديدك. ($5\frac{1}{3}$ درجات)



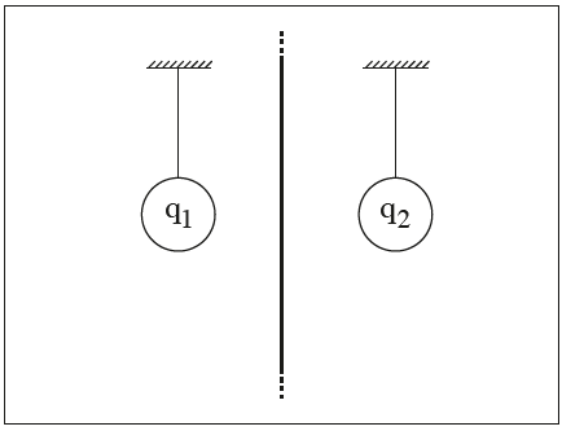
1



2



3

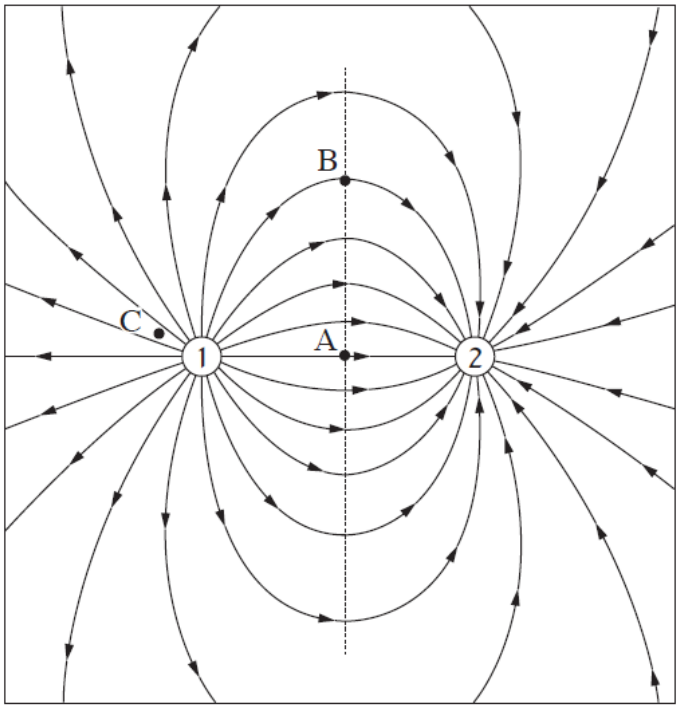


4

2019-1

1. أمامك رسم توضيحيّ لمنظومة فيها شحنتان كهربائيّتان، الشحنة 1 والشحنة 2، موجودتان في الفراغ، وخطوط الحقل الكهربائيّ للمنظومة.

في هذا السؤال، الطاقة الكهربائيّة الوضعيّة في اللّانهاية هي صفر.



أ. عرِّف المصطلح "خطّ حقل كهربائيّ". (5 درجات)

ب. حسب الرسم التوضيحيّ، فسّر لماذا الشحنتان متساويتان في قيمتهما المطلقة. (4 درجات)

النقطة A هي منتصف القطعة التي تصل بين الشحنتين.

جـ. **(1)** هل شدّة حقل منظومة الشحنتين في النقطة A هي صفر؟ فسّر إجابتك.

(2) هل الجهد الكهربائيّ في النقطة A هو صفر؟ فسّر إجابتك.

(8 درجات)

النقطة B تقع على العمود المتوسّط للقطعة التي تصل بين الشحنتين.

د. لو وضعوا شحنة نقطيّة سالبة في النقطة B، ما هو اتّجاه القوّة الكهربائيّة التي كانت ستؤثّر على الشحنة في هذه النقطة؟ علّل إجابتك. ($4\frac{1}{3}$ درجات)

هـ. أين تكون شدّة (مقدار) الحقل الكهربائيّ أكبر – في النقطة A أم في النقطة C؟ علّل إجابتك.

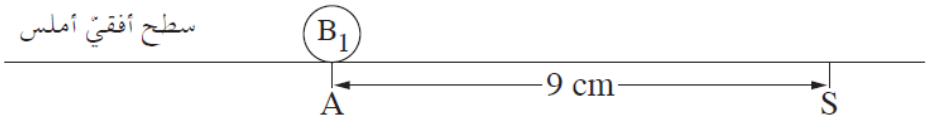
(4 درجات)

معطى أنّ: القيمة المطلقة لكلّ واحدة من الشحنتين هي $10^{-8}C$، والبُعد بينهما هو 6 سم.

و. احسب الطاقة الكهربائيّة الوضعيّة لمنظومة الشحنتين (بالنسبة للّانهاية). (8 درجات)

/ يتبع في ...

1. كرة صغيرة B_1 موجودة في النقطة A على سطح أفقيّ أملس. كتلة الكرة هي m_1 وشحنتها هي q_1.
معطى أنّه: قيس في النقطة S على السطح الأفقيّ جهد كهربائيّ مقداره $V_S = -1000V$.
البُعد بين النقطتين S وَ A هو 9 cm (انظر التخطيط).



التخطيط 1

أ. احسب مقدار الشحنة q_1، وحدِّد إشارتها. (6 درجات)

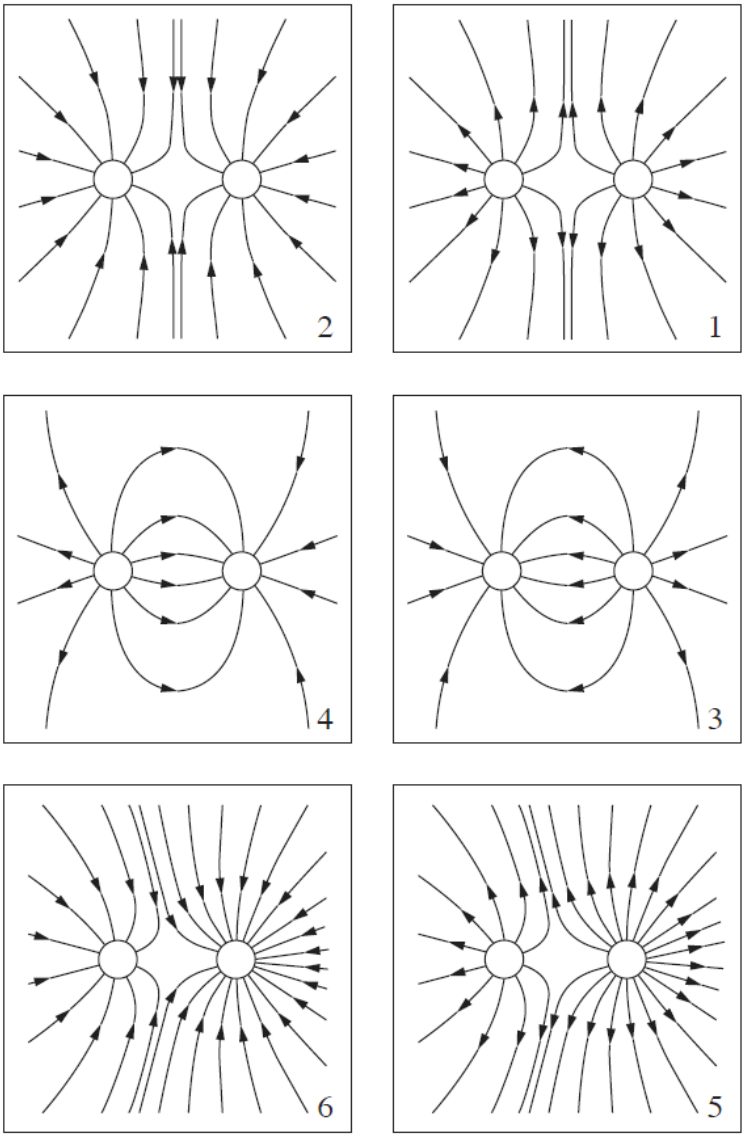
ب. احسب مقدار الحقل الكهربائيّ الذي تُكوِّنه الشحنة في النقطة S. (5 درجات)

كرة صغيرة إضافيّة، B_2، كتلتها m_2 وشحنتها q_2، أُحضرت من اللّانهاية إلى النقطة S وأُبْقِيَت فيها.
معطى أنّ: $m_2 = 2m_1$، $q_2 = 2q_1$.

جـ. احسب الشغل الذي بُذِل في إحضار الكرة B_2 من اللّانهاية إلى النقطة S (أهمِل قوّة الجاذبيّة).
(7 درجات)

انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية

التخطيط 2 الذي أمامك يعرض ستّة رسوم توضيحيّة تصف خطوط محصّلة الحقول الكهربائيّة التي تكوّنت بواسطة كرتين مشحونتين.



التخطيط 2

د. حدِّد أيّ رسم توضيحيّ من الرسوم التوضيحيّة 1-6 يصف صحيحًا محصّلة الحقول الكهربائيّة التي تكوّنت بواسطة الكرتين المشحونتين B_1 وَ B_2 ، عندما تكون الكرة اليسرى هي B_1 والكرة اليمنى هي B_2 .
علّل تحديدك. (7 درجات)

يُحرِّرون الكرتين ويُتيحان لهما التحرّك على السطح الأفقيّ الأملس. في لحظة معيّنة تمرّ الكرة B_1 في النقطة D ، وتمرّ الكرة B_2 في النقطة H . النقطتان D وَ H غير مُشار إليهما في التخطيط 1.

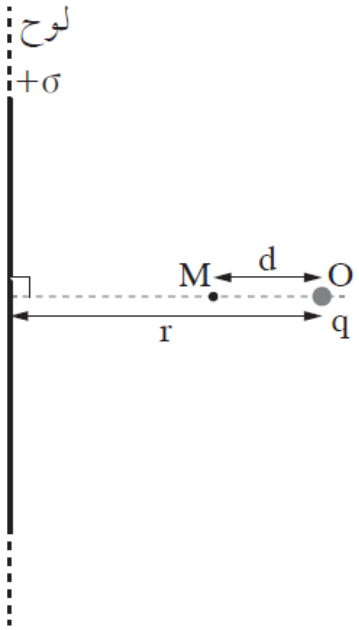
هـ. حدِّد هل مقدار القوّة الكهربائيّة التي تؤثّر على الكرة B_1 في النقطة D هو أصغر من مقدار القوّة الكهربائيّة التي تؤثّر على الكرة B_2 في النقطة H أم أكبر منه أم مساوٍ له. علّل تحديدك. (5 درجات)

و. حدِّد هل مقدار سرعة الكرة B_1 في النقطة D هو أصغر من مقدار سرعة الكرة B_2 في النقطة H أم أكبر منه أم مساوٍ له. لا حاجة للتعليل. ($3\frac{1}{3}$ درجات)

/ يتبع في صفحة 4 /

1. التخطيط 1 يعرض لوحًا لانهائيًّا دقيقًا مشحونًا بكثافة شحنة $+\sigma$. في النقطة O ، التي تقع على بُعد r عن يمين اللوح، توجد شحنة نقطيّة q . يجب إهمال قوّة الجاذبيّة.

معطى أنّ محصّلة الحقول الكهربائيّة تساوي صفرًا في النقطة M التي تقع على بُعد d عن يسار النقطة O .



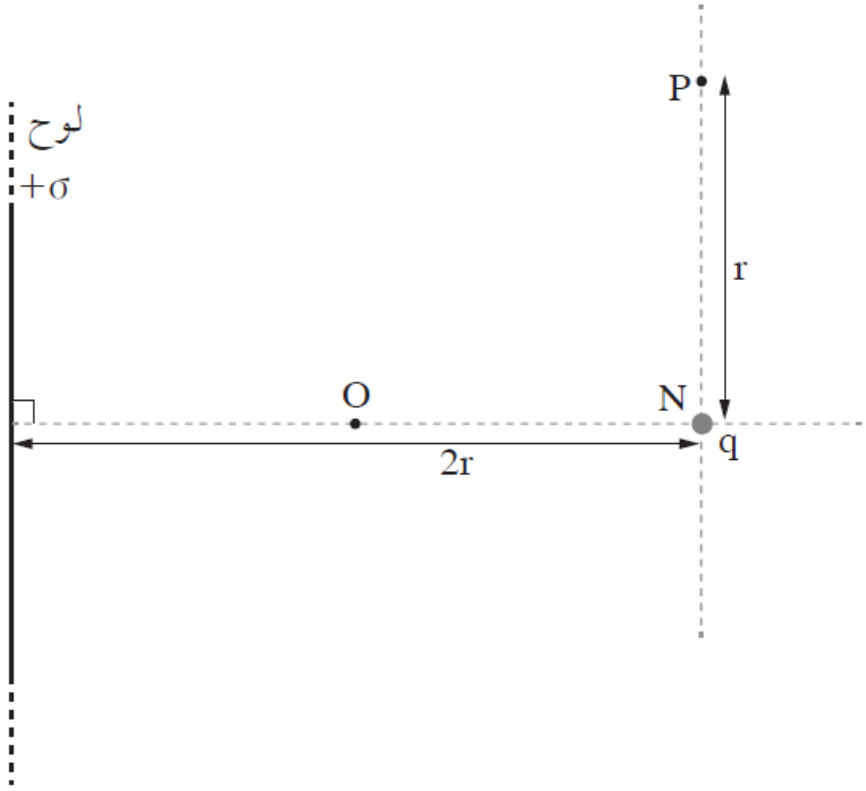
التخطيط 1

أ. حدِّد ما هي إشارة الشحنة q . فسّر تحديدك. (5 درجات)

ب. عبِّر عن مقدار الشحنة q بدلالة البارامترين σ وَ d . (8 درجات)

انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية

في المرحلة الثانية يُبعدون الشحنة q عن النقطة O حتّى النقطة N التي تقع على بُعد 2r عن اللوح اللّانهائيّ (انظر التخطيط 2) .



التخطيط 2

في هذه الحالة يصبح الحقل صفرًا في بُعد s عن يسار النقطة N .

جـ. حدِّد إذا كان البُعد s أكبر من البُعد d (المُشار إليه في التخطيط 1) أم أصغر منه أم مساويًا له . فسّر تحديدك . (8 درجات)

د. عبِّر عن الشغل المطلوب لنقل الشحنة q من النقطة O إلى النقطة N .
في إجابتك استعمِل البارامترات σ ، ε_o ، q ، r . (6 درجات)

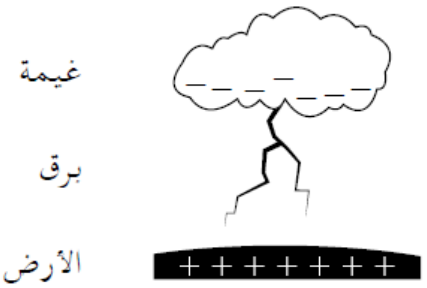
في المرحلة الثالثة ينقلون الشحنة q من النقطة N إلى النقطة P التي تقع على بُعد r عن النقطة N . النقطتان N وَ P تقعان على خطّ موازٍ للّوح اللّانهائيّ (انظر التخطيط 2) .

هـ. حدِّد مقدار الشغل المطلوب لنقل الشحنة من N إلى P .
فسّر تحديدك . ($6\frac{1}{3}$ درجات)

4. البرق هو ظاهرة طبيعيّة مثيرة للانطباع، وهو عبارة عن تحلُّل كهربائيّ مفاجئ يحدث في حالات كثيرة بين غيمة وبين الأرض.

في بعض الأحيان، يحدث خلال حركة الغيمة فصل بين شحنات كهربائيّة على أثر احتكاك جسيمات الجليد. في أغلب الأحيان، تتراكم الأيونات الموجبة في قمّة الغيمة والأيونات السالبة – في قاعدتها، وبالمقابل، يحدث فصل شحنات في الأرض التي تحت الغيمة أيضًا (انظر الرسم التوضيحيّ).

في هذا السؤال نتناول غيمة من هذا النوع.



أ. فسّر لماذا تُشحَن الأرض التي تحت الغيمة بشحنة موجبة. (3 درجات)

نتعامل مع المنطقة التي بين الأرض وبين قاعدة الغيمة كمنطقة تَكَوَّنَ فيها حقل كهربائيّ متجانس.

ب. صف خطوط الحقل الكهرُستاتيّ وخطوط تكافؤ الجهد في المنطقة التي بين الغيمة والأرض. أرفِق بإجابتك رسمًا تخطيطيًّا لهذه الخطوط. (4 درجات)

انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية

الجدول الذي أمامك يعرض قيَم الجهد الكهربائيّ في عدّة ارتفاعات (انتبه إلى الوحدات) .
$y = 0$ هو في ارتفاع الأرض .

y(m)	0	100	200	300	400	500
V(kV)	0	-20.6	-39	-60.8	-79.4	-101

جـ. ارسم في دفترك رسمًا بيانيًّا للجهد الكهربائيّ كدالّة للارتفاع . (5 درجات)

العلاقة بين شدّة الحقل الكهربائيّ المتجانس وبين فرق الجهدين الذي بين نقطتين داخله، معرَّفة على النحو التالي : $E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$.

د. جد شدّة الحقل الكهربائيّ بواسطة الرسم البيانيّ . (4 درجات)

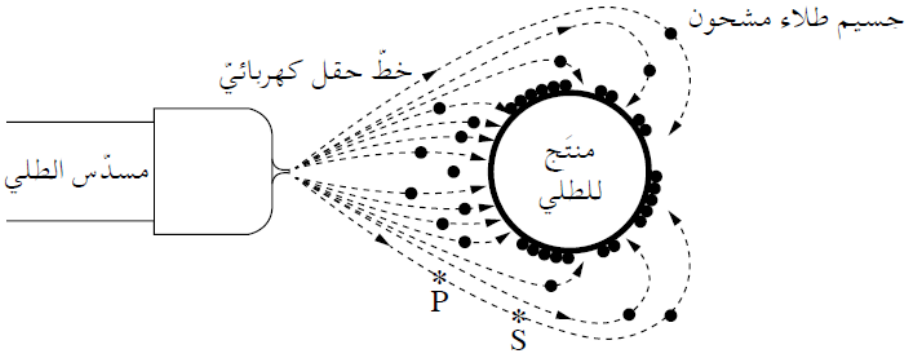
معطى أنّ البُعد بين قاعدة الغيمة الموصوفة وبين الأرض هو $d = 500m$.

هـ. هل البروتون الذي ترك قاعدة الغيمة بسرعة $2 \cdot 10^5 \frac{m}{s}$ سينجح في الوصول إلى الأرض؟
علّل . في حساباتك أهمِل التغيّرات في طاقة الثقل الوضعيّة . (4 درجات)

1. من أجل المحافظة على جودة البيئة، يطلون المنتَجات في الوقت الحاضر في مصانع كثيرة للمعادن، بطريقة الطلي الكهرُستاتيّ بدلاً من طرق الطلي التقليديّة.

أثناء الطلي الكهرُستاتيّ، يرشّ مسدّس الطلي مسحوق طلاء، مكوَّنًا من جسيمات تُشحَن بشحنة كهربائيّة أثناء الرشّ. جسيمات الطلاء تلتصق بالمنتَج الذي هو جسم معدنيّ مشحون.

التخطيط الذي أمامك يعرض منظومة الطلي، والمنتَج المُراد طَلْيُهُ فيها هو كرة معدنيّة مشحونة. الأسهم التي في التخطيط تمثّل اتّجاه خطوط الحقل الكهربائيّ في بيئة العمل. قوّة الجاذبيّة قابلة للإهمال.



أ. عرِّف المصطلح: "خطّ حقل كهربائيّ". ($6\frac{1}{3}$ درجات)

ب. استعن بالتخطيط، وحدِّد إذا كانت شحنة جسيمات الطلاء موجبة أم سالبة.

علّل تحديدك. (6 درجات)

جسيم طلاء شحنته $|q| = 5 \cdot 10^{-13}C$ يتحرّك على طول خطّ الحقل من النقطة P إلى النقطة S (انظر التخطيط).

معطى أنّ: البُعد بين P وَ S هو $d = 0.1m$.

فرق الجهدين بين النقطتين P وَ S هو $|\Delta V| = 50kV$.

جـ. حدِّد لأيّ من النقطتين، P أم S، يوجد جهد أعلى. علّل تحديدك. (7 درجات)

د. افترِضْ أنّ الحقل الكهربائيّ في المنطقة التي بين النقطتين P وَ S هو حقل متجانس.

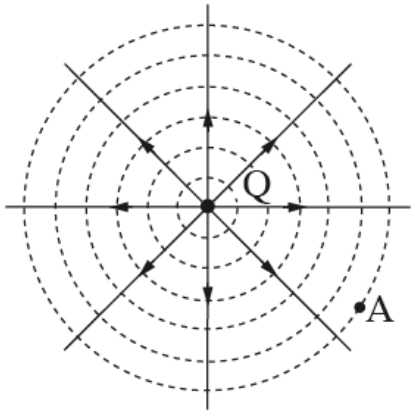
احسب القوّة الكهربائيّة التي تؤثّر على جسيم الطلاء المشحون الذي يتحرّك من النقطة P إلى النقطة S.

انتبه: العلاقة بين شدّة الحقل الكهربائيّ المتجانس وبين فرق الجهدين الذي بين النقطتين اللتين داخله، معرَّفة على النحو التالي: $E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$.

(7 درجات)

هـ. احسب تغيّر الطاقة الوضعيّة الكهربائيّة لجسيم الطلاء في حركته من النقطة P إلى النقطة S. (7 درجات)

1. يعرض التخطيط 1 الذي أمامك شحنة نُقَطيّة Q وعدّة خطوط حقل للحقل الذي يتكوّن حولها ومقطعًا لعدّة أسطح متساوية الجهد. (في هذا السؤال، الجهد في اللانهاية هو صفر.)



التخطيط 1

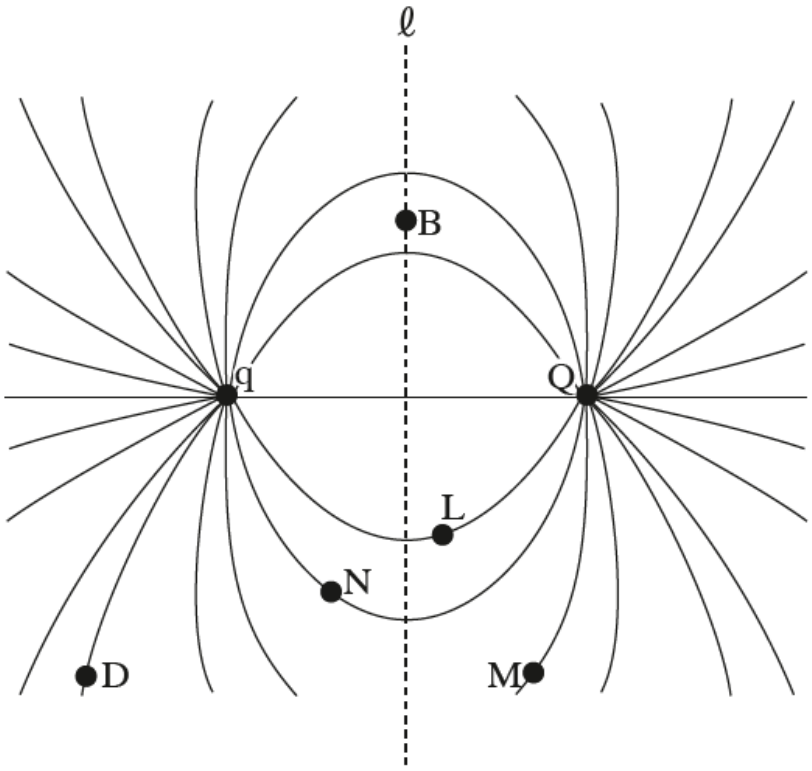
أ. هل الشحنة Q موجبة أم سالبة؟ علّل. (5 درجات)

ب. معطى أنّه: في النقطة A ، التي تقع على بُعد $d = 10\ cm$ عن الشحنة Q (انظر التخطيط 1)، شدّة الحقل الكهربائيّ هي $E = 100\ \frac{V}{m}$.

احسب مقدار الشحنة Q . (5 درجات)

انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية

يُحضِرون شحنة نُقَطيّة إضافيّة، q ، إلى نقطة واقعة عن يسار الشحنة Q ، وبالقرب منها.
يعرض التخطيط 2 الذي أمامك الشحنتين النقطيّتين، Q وَ q ، وعدّة خطوط حقل للحقل الذي يتكوّن بواسطة الشحنتين.
انتبه: في التخطيط 2 لم يُشَر إلى اتّجاهات خطوط الحقل، والتخطيط متماثل من جانبَي المستقيم ℓ .



التخطيط 2

جـ. حدِّد ما هي الشحنة q (مقدارها وإشارتها). علّل. (8 درجات)

د. النقطة B تقع على بُعدين متساويين عن الشحنتين النقطيّتين (انظر التخطيط 2).
(1) هل شدّة الحقل الكهربائيّ في النقطة B تساوي صفرًا أم لا تساوي صفرًا؟ علّل.
(2) هل الجهد الكهربائيّ في النقطة B يساوي صفرًا أم لا يساوي صفرًا؟ علّل.
(10 درجات)

هـ. النقاط L ، N ، M ، D تقع على خطوط الحقل التي تظهر في التخطيط 2 .
معلوم أنّه من أجل نقل شحنة معيّنة من النقطة D إلى النقطة N في المسار $D \leftarrow L \leftarrow M \leftarrow N$ هناك حاجة لتنفيذ شغل مقداره $W = 15 \cdot 10^{-3} J$.
ما هو الشغل المطلوب من أجل نقل نفس الشحنة من النقطة N مباشرةً إلى النقطة D ؟
علّل. ($5\frac{1}{3}$ درجات)

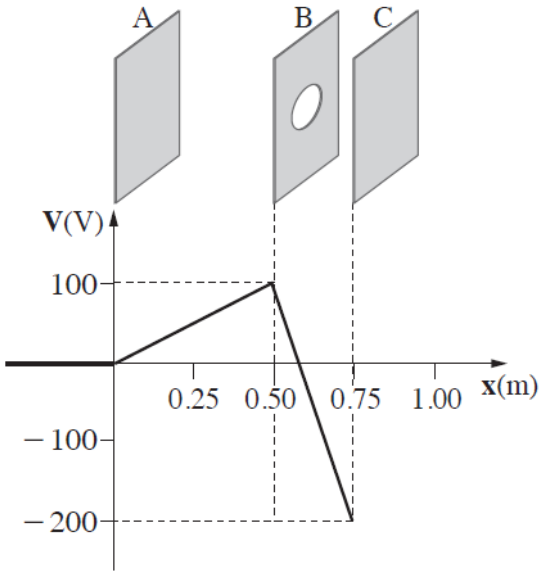
/ يتبع في صفحة 4 /

2014

1. منظومات كهربائيّة كثيرة، على سبيل المثال منظومة تسريع الجسيمات، تشمل ألواحًا مشحونة كالمنظومة المعروضة أمامك.

تشمل المنظومة ثلاثة ألواح طويلة جدًّا ومشحونة: A ، B ، C ، موضوعة بحيث تكون موازية لبعضها البعض في أبعاد مختلفة، كما هو موصوف في الرسم التوضيحيّ. في مركز اللوح B يوجد ثقب صغير.

الرسم البيانيّ الذي أمامك يصف الجهد الكهربائيّ بين الألواح.



أ. حدِّد اتّجاه الحقل الكهربائيّ بين اللوح A واللوح B ، واتّجاه الحقل الكهربائيّ بين اللوح B واللوح C. علّل تحديديك. (6 درجات)

ب. احسب شدّة الحقل الكهربائيّ بين اللوح A واللوح B (E_{AB}) ، وشدّة الحقل الكهربائيّ بين اللوح B واللوح C (E_{BC}). ($7\frac{1}{3}$ درجات)

يُحرَّر جسيم مشحون بشحنة سالبة من حالة السكون من مركز اللوح A.

جـ. فسّر لماذا حركة الجسيم بين اللوح A واللوح B هي حركة متساوية التسارع (أهمِل قوّة الجاذبيّة التي تؤثّر على الجسيم). (6 درجات)

د. احسب السرعة القصوى للجسيم أثناء حركته بين اللوح A واللوح B.

معطى أنّ: كتلة الجسيم $m = 8 \times 10^{-25}\,kg$ وشحنة الجسيم $q = -6.4 \times 10^{-19}\,C$.

(8 درجات)

هـ. ينتقل الجسيم إلى المنطقة التي بين اللوح B واللوح C عبر الثقب الصغير الذي في اللوح B.

هل يصل الجسيم إلى اللوح C ؟ علّل. (6 درجات)

1. معطاة كرتان موصلتان صغيرتان، A وَ B. نصف قطر الكرة A هو ضعف نصف قطر الكرة B. البُعد بين الكرتين كبير جدًّا بالنسبة لنصفَي قطرهما.

شحنة الكرة A هي $+6\cdot10^{-8}C$.

وصلوا الكرتين إحداهما بالأخرى بواسطة سلك موصل دقيق. بعد وَصْل الكرتين تغيّرت شحنة الكرة A، وهي الآن $+4\cdot10^{-8}C$.

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

أ. احسب عدد الإلكترونات التي مرّت بين الكرتين. (8 درجات)

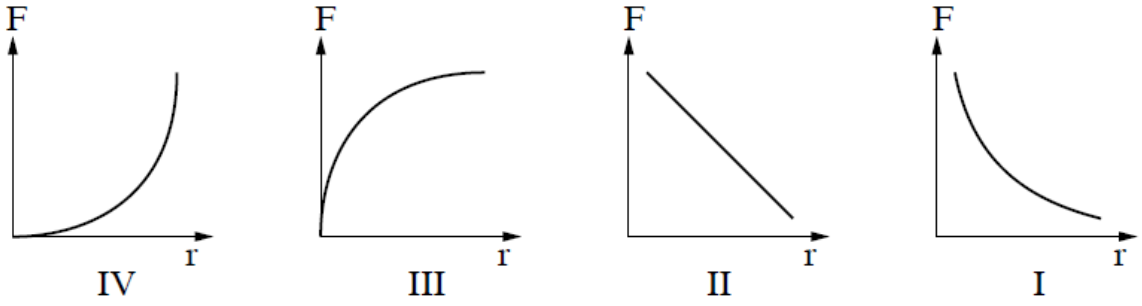
ب. هل مرّت الإلكترونات من الكرة A إلى الكرة B، أم من الكرة B إلى الكرة A؟ علّل. (7 درجات)

جـ. ما هي شحنة الكرة B بعد وَصْل الكرتين؟ فسّر. (8 درجات)

د. هل كانت الكرة B مشحونة قبل وَصْل الكرتين؟ إذا كانت إجابتك لا – علّل، إذا كانت إجابتك نعم – احسب شحنتها. (5 درجات)

هـ. يفصلون الكرتين إحداهما عن الأخرى، ويضعونهما على سطح أفقيّ أملس، مصنوع من مادّة عازلة. يُطلقون الكرة A باتّجاه الكرة B الثابتة في مكانها.

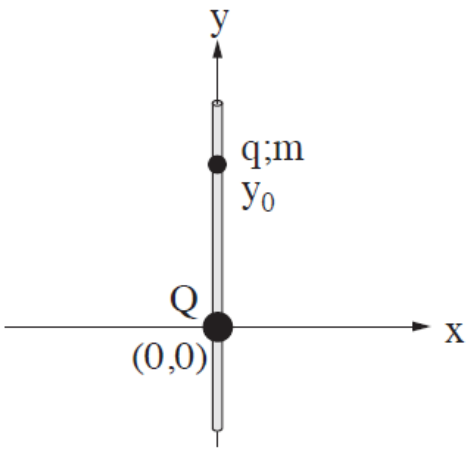
أمامك أربعة رسوم بيانيّة.



حدِّد أيّ رسم بيانيّ من الرسوم البيانيّة I-IV يصف بشكل صحيح مقدار القوّة الكهربائيّة، F، التي تؤثّر على الكرة A كدالّة للبُعد r بين الكرتين. علّل تحديدك.

(5$\frac{1}{3}$ درجات)

1. يصف التخطيط "أ" هيئة محاور x وَ y . في نقطة أصل المحاور يتواجد في حالة سكون جسم صغير ذو شحنة كهربائية موجبة Q . وهناك قضيب دقيق وأملس مصنوع من مادّة عازلة، موجود باتّجاه عمودي على طول المحور y .



التخطيط "أ"

يُدخِلون خرزة صغيرة، ذات شحنة كهربائية موجبة q وكتلة m ، حول القضيب العمودي فوق الشحنة Q ، ويحرّكونها إلى النقطة التي إحداثيّها y_0 . بعد أن تركوا الخرزة، بقيت في حالة سكون .

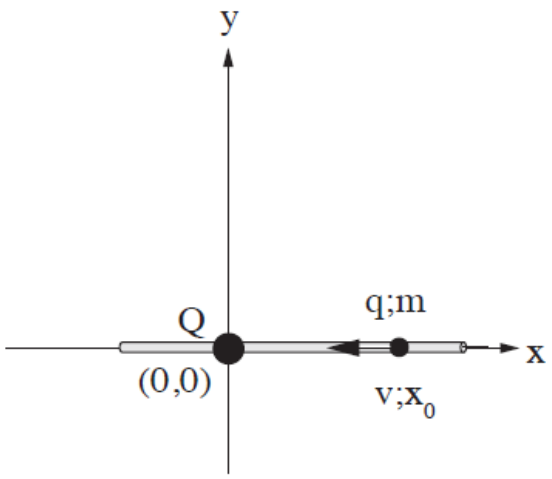
أ. ارسم مخطّط القوى التي تؤثّر على الخرزة، واكتب اسم القوّة بجانب كلّ متّجه .
(5 درجات)

ب. عبّر بدلالة Q وَ q وَ m عن البُعد y_0 الذي بين الشحنتين .
($6\frac{1}{3}$ درجات)

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

/ يتبع في صفحة 3 /

يضعون القضيب باتّجاه أفقي على طول المحور x ، بحيث تبقى الشحنة Q في نقطة أصل المحاور. يُدخلون الخرزة حول القضيب عن يمين الشحنة Q ، ويُكسبون الخرزة سرعة ابتدائية يسارًا باتّجاه الشحنة Q ، ويحرّرونها (انظر التخطيط "ب").



التخطيط "ب"

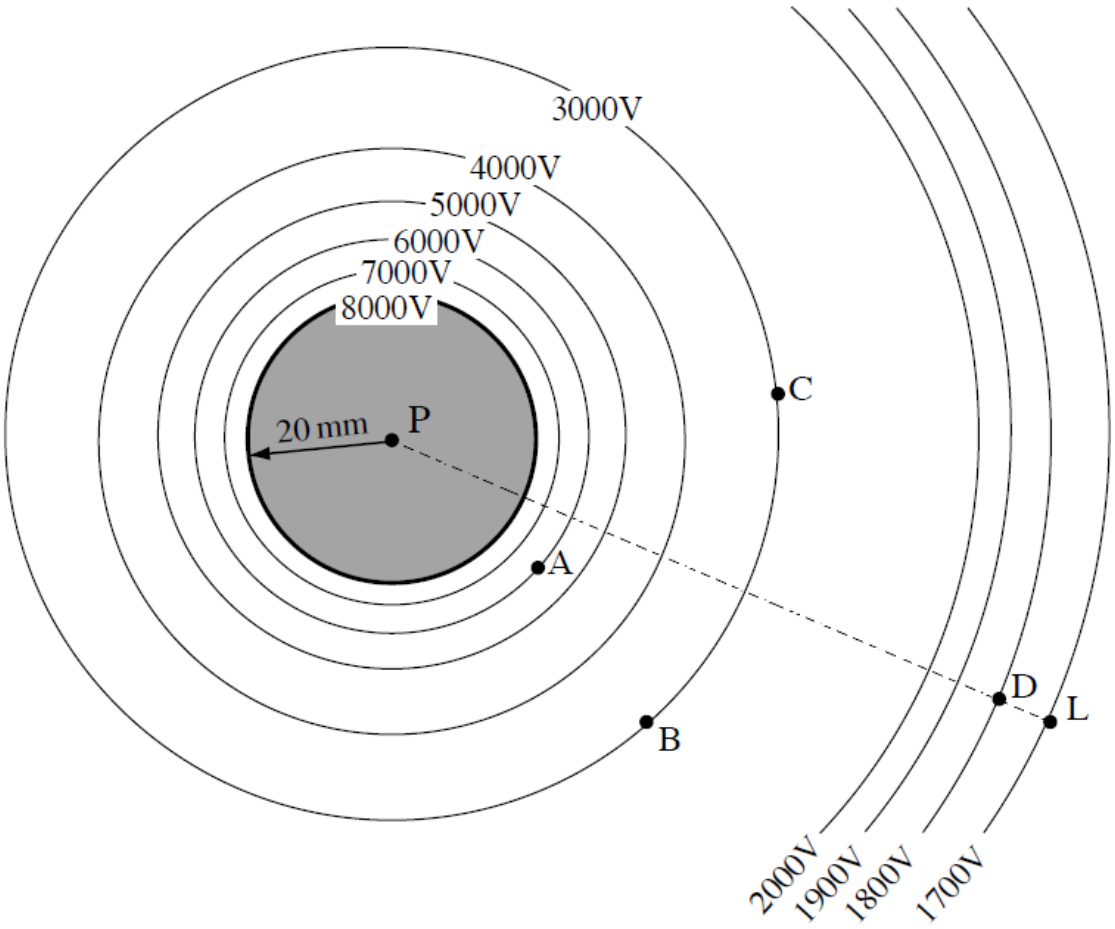
عندما تصل الخرزة إلى النقطة التي إحداثيّها x_0 ، يكون مقدار سرعتها v واتّجاه سرعتها يسارًا.

جـ. عبّر بدلالة معطيات السؤال عن الطاقة الكلّية للخرزة عندما تمرّ في النقطة التي إحداثيّها x_0 . (افترض أنّ الطاقة الكهربائية الوضعية في "اللانهاية" هي صفر، وأنّ طاقة الثقل الوضعية على طول المحور x هي صفر أيضًا.) (8 درجات)

د. عبّر بدلالة معطيات السؤال عن أصغر بُعد ممكن، x_{min} ، عن الشحنة Q ، الذي تصل إليه الخرزة. (8 درجات)

هـ. كيف يتغيّر كلّ واحد من المقدارين – مقدار السرعة ومقدار التسارع – في حركة الخرزة من x_0 إلى x_{min} (يزداد، يقلّ، يبقى ثابتًا)؟ علّل. (6 درجات)

١ . يصف التخطيط الذي أمامك كرة موصِلة مشحونة وعدّة خطوط متساوية الجهد .
نصف قطر الكرة هو 20 mm ، والجهد على سطحها هو 8000V . بجانب كلّ خطّ مسجّل الجهد الذي يلائمه . الجهد في اللانهاية اختير كصفر .



أ . (١) هل الشحنة التي على سطح الكرة هي موجبة أم سالبة؟ علّل .

(٢) احسب الشحنة على سطح الكرة .

(٩ درجات)

(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

/يتبع في صفحة 3/

ب. احسب شغل الحقل الكهربائي عندما يُنقَل جسيم نقطي مشحون بشحنة 8.0 nC $(8.0 \cdot 10^{-9}\text{C})$ من النقطة A إلى النقطة C على النحو التالي :
في البداية من A إلى B، وبعد ذلك من B إلى C. فسّر. (٨ درجات)

افترض أنّه يمكن اعتبار الحقل الكهربائي بين الخطّين 1700V وَ 1800V حقلاً مقداره ثابت.

جـ. **(١)** احسب شغل الحقل الكهربائي عندما يُنقَل جسيم نقطي شحنته 1.0 nC من النقطة L إلى النقطة D .

(٢) احسب مقدار القوّة الكهربائية التي تؤثّر على الجسيم الذي شحنته 1.0 nC عندما يُنقَل من النقطة L إلى النقطة D .

(٣) جد مقدار الحقل الكهربائي بين الخطّين 1700V وَ 1800V .
(١٢ درجة)

د. أيّ من الإمكانيات (١)–(٤) التي أمامك تعبّر بشكل صحيح عن قيمة الجهد الكهربائي في مركز الكرة P؟ علّل اختيارك. ($٤\frac{١}{٣}$ درجات)

(١) 0

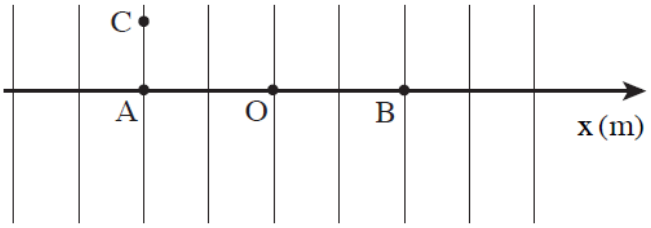
(٢) 8000 V

(٣) 9000 V

(٤) لانهاية

2010,1

١ . يصف التخطيط الذي أمامك مقطعًا لسطوح متساوية الجهد في منطقة يسود فيها حقل كهربائي متجانس .



معطاة ثلاث نقاط، A وَ B وَ C . النقطتان A وَ B موجودتان على المحور x الذي نقطة أصله في النقطة O (انظر التخطيط) .

معطى أنّ : $x_C = -0.8\ m$ ، $x_B = +0.8\ m$ ، $x_A = -0.8\ m$

الجهد الكهربائي في النقطة A هو $V_A = -0.45\ V$ ،

والجهد الكهربائي في النقطة B هو $V_B = -0.90\ V$.

أ . فرق الجهود بين النقطة M والنقطة N معرَّف على النحو التالي : $V_M - V_N$.

احسب فرق الجهود :

(١) بين النقطة B والنقطة A .

(٢) بين النقطة C والنقطة A .

العلاقة بين شدّة الحقل الكهربائي المتجانس وبين فرق الجهود الذي بين نقطتين موجودتين داخله معرَّفة على النحو التالي : $E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$.

ب . (١) اذكر اتّجاه الحقل الكهربائي في المنطقة الموصوفة . علّل .

(٢) احسب شدّة الحقل الكهربائي في المنطقة الموصوفة .

(١٠ درجات)

في اللحظة $t = 0$ يُحرِّرون جسيمًا مشحونًا كان في حالة سكون في نقطة أصل المحور . يتحرّك الجسيم بالاتّجاه الموجب للمحور x .

جـ . حدّد إذا كانت شحنة الجسيم موجبة أم سالبة . علّل تحديدك . (٥ درجات)

د . معطى أنّ مقدار شحنة الجسيم هو $q = 2 \cdot 10^{-12} C$.

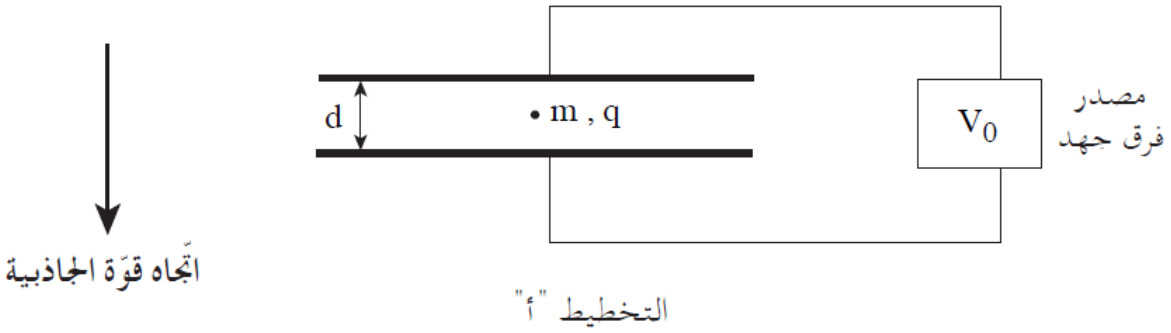
احسب شغل الحقل على الجسيم في الانتقال من النقطة A إلى النقطة B .

(٨$\frac{١}{٣}$ درجات)

٢ . أجرى الفيزيائي الأمريكي ر . ميليكين سنة 1908 سلسلة تجارب، اتّضح فيها وجود شحنة كهربائية أساسية . اعتمدت جميع التجارب في سلسلة التجارب على مشاهدة قطرة زيت صغيرة جدًّا موجودة بين لوحَي مكثّف مشحون . بواسطة تغيير فرق الجهد بين لوحَي المكثّف، تحكّم ميليكين بحركة القطرة (إلى الأعلى أو إلى الأسفل) .

يُجرون سلسلة تجارب مشابهة لتلك التي أجراها ميليكين . تُجرى التجارب في الفراغ . في كلّ تجربة، يُجرون مشاهدة لقطرة زيت صغيرة جدًّا كتلتها m وشحنتها موجبة q .

في الحالة الابتدائية القطرة موجودة في حالة سكون في مركز مكثّف ألواح أفقي . فرق الجهد بين لوحَي المكثّف هو V_0 والبُعد بينهما هو d (انظر التخطيط "أ") . أبعاد لوحَي المكثّف كبيرة جدًّا نسبيًا للبُعد d .



التخطيط "أ"

أ . حدّد أيّ لوح من لوحَي المكثّف مشحون بشحنة موجبة . علّل . (٨ درجات)

ب . في التجربة الأولى يضعون قطرة الزيت، بدون تغيير شحنتها، في مكان أقرب من اللوح العلوي وعندئذ يتركونها .

نتيجة لهذه العملية، هل تتحرّك قطرة الزيت أم تبقى في مكانها؟

إذا بقيت القطرة في مكانها، علّل لماذا . إذا تحرّكت القطرة، اذكر إلى أيّ اتّجاه وفسّر .

(٨ درجات)

جـ . في التجربة الثانية يُعيدون المجموعة إلى حالتها الابتدائية، لكن هذه المرّة فرق الجهد بين لوحَي المكثّف هو $2V_0$. نتيجة لذلك تصعد القطرة وتصيب اللوح العلوي بعد مرور 0.1 s .

(١) ارسم تخطيطًا لجميع القوى التي تؤثّر على القطرة .

(٢) بيّن أنّ محصّلة القوى على القطرة تؤثّر باتّجاه الأعلى، وأنّ مقدار القوّة هو mg .

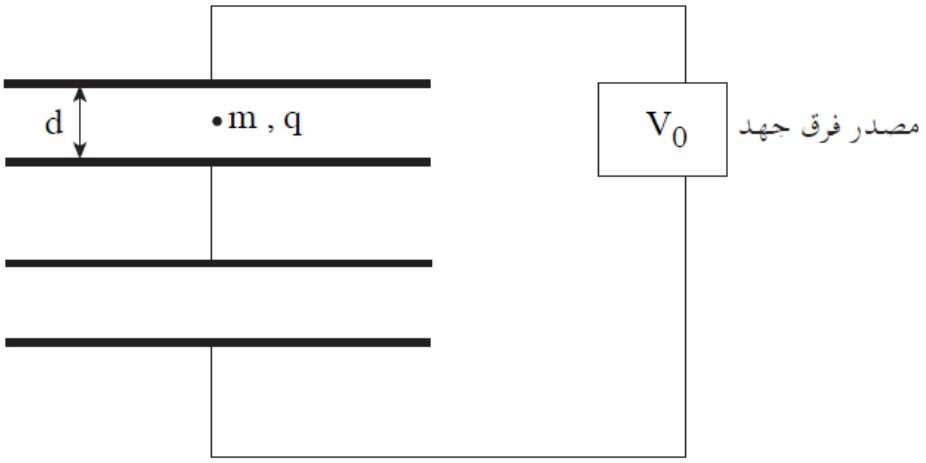
(٣) احسب البُعد d بين لوحَي المكثّف (انتبه : يجب كتابة إجابة عددية) .

(٩ درجات)

(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

/يتبع في صفحة 5/

د. في التجربة الثالثة يبنون دائرة تشمل مكثّفين موصولين على التوالي بمصدر فرق الجهد V_0 .
كلّ واحد من المكثّفين مطابق للمكثّف الذي كان في التجربة الأولى.
يضعون في مركز أحد المكثّفين قطرة زيت لها نفس الكتلة m ونفس الشحنة q، كما في التجربة الأولى (انظر التخطيط "ب") .



التخطيط "ب"

(١) حدّد ما هو فرق الجهد على كلّ واحد من المكثّفين. فسّر تحديدك .

(٢) هل تتحرّك قطرة الزيت أم تبقى في مكانها؟
إذا بقيت القطرة في مكانها، علّل لماذا. إذا تحرّكت القطرة، اذكر إلى أيّ اتّجاه وفسّر.
(٨$\frac{1}{3}$ درجات)

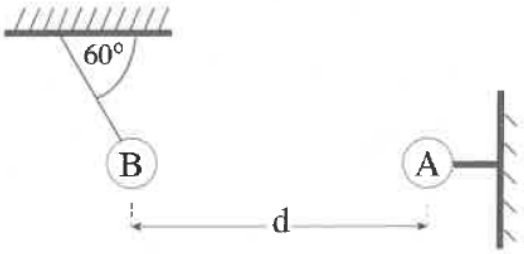
١. أجرى طالب ثلاث تجارب في الكهرباء الساكنة.

في التجربة الأولى استعمل الطالب كرتين موصلتين A وَ B.

الكرة A مشحونة بشحنة كهربائية موجبة، ومثبَّتة في حالة سكون بواسطة قضيب أفقي عازل.

الكرة B مشحونة بشحنة كهربائية سالبة، ومعلَّقة بطرف خيط عازل طرفه الآخر مربوط بالسقف (انظر التخطيط "أ"). كتلة الخيط قابلة للإهمال.

مركزا الكرتين موجودان في نفس الارتفاع.



التخطيط "أ"

القيمتان المطلقتان لشحنتَي الكرتين متساويتان. عندما تكون الكرتان في حالة سكون، يتواجد مركزاهما على بُعد $d = 0.3\ m$ عن بعضهما البعض. كتلة الكرة B هي $10\ gr$ ، والخيط المعلَّقة عليه يُكوّن زاوية مقدارها 60^o مع السقف.

افترِضْ أنّ نصفَي قطر الكرتين صغيران جدًّا بالنسبة للبُعد بين الكرتين.

أ. ارسم تخطيط القوى التي تؤثّر على الكرة B. اذكر مَن يؤثّر بكلّ واحدة من القوى.
(٨ درجات)

ب. احسب شحنة الكرة B. (١٠ درجات)

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

أ. هل في الفترة الزمنية التي بين $t = 0$ وَ $t = 10\ s$ يتحرّك القضيب باتّجاه اليمين أم باتّجاه اليسار أم يتواجد في حالة سكون؟ علّل. (٤ درجات)

ب. هل في الفترة الزمنية التي بين $t = 10\ s$ وَ $t = 20\ s$ يتحرّك القضيب باتّجاه اليمين أم باتّجاه اليسار أم يتواجد في حالة سكون؟ علّل. (٥ درجات)

جـ. احسب شدّة التيّار المستحثّ في الدائرة في الفترة الزمنية التي بين $t = 10\ s$ وَ $t = 20\ s$. (٦ درجات)

د. ما هو اتّجاه التيّار المستحثّ في الدائرة في الفترة الزمنية التي بين $t = 10\ s$ وَ $t = 20\ s$، من M إلى N أو من N إلى M ؟ فسّر إجابتك بواسطة قانون لنتس. (٧ درجات)

هـ. احسب مقدار القوّة المغناطيسية التي تؤثّر على القضيب MN في الفترة الزمنية التي بين $t = 20\ s$ وَ $t = 40\ s$، واذكر اتّجاهها. (٦ درجات)

و. هل في الفترة الزمنية التي بين $t = 20\ s$ وَ $t = 40\ s$ حركة القضيب هي متساوية السرعة أم متساوية التسارع أم متغيّرة التسارع؟ علّل. ($٥\frac{١}{٢}$ درجات)

2007

١. معطاة قشرة كروية موصلة نصف قطرها $R_1 = 8\ cm$.

القشرة مشحونة بشحنة كهربائية موجبة $q = 2 \cdot 10^{-6} C$.

النقطة A تقع على بُعد $r_1 = 6\ cm$ عن مركز القشرة، والنقطة B تقع على بُعد $r_2 = 12\ cm$ عن مركز القشرة. قيمة الجهد الكهربائي في اللانهاية اختيرت على أنّها صفر.

أ. جِد مقدار الحقل الكهربائي في النقطة A . (٤ درجات)

ب. جِد الجهد الكهربائي في النقطة A . (٤ درجات)

جـ. جِد مقدار الحقل الكهربائي في النقطة B . (٤ درجات)

د. جِد الجهد الكهربائي في النقطة B . (٤ درجات)

يوصِلون القشرة المعطاة مع قشرة كروية أخرى، بواسطة سلك موصِل طويل جدًّا ودقيق، بحيث تكون القشرتان بعيدتين جدًّا عن بعضهما البعض (بُعد "لا نهائي").

حدّد بالنسبة لكلّ واحدة من الحالتين الموصوفتين في البندين "هـ" – "و" ، هل في أعقاب هذا التوصيل يكون مقدار الحقل الكهربائي في النقطة B أكبر من ذلك الذي وجدتَه في البند "جـ" أم أصغر منه أم مساويًا له. علّل كلّ واحد من تحديديك.

هـ. القشرة الأخرى غير مشحونة، ونصف قطرها مساوٍ لنصف قطر القشرة المعطاة.

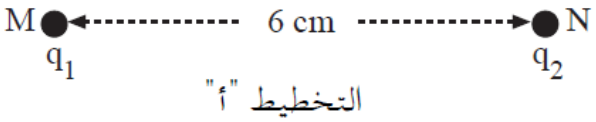
($٨\frac{١}{٣}$ درجات)

و. القشرة الأخرى مشحونة بشحنة موجبة $q = 2 \cdot 10^{-6} C$ ، ونصف قطرها $R_2 = 16\ cm$.

(٩ درجات)

2006

١ . يعرض التخطيط "أ" جسمين نقطيين مشحونين، محفوظين في حالة سكون في النقطتين M وَ N . شحنتا الجسمين هما $q_1 = q_2 = +2\cdot10^{-6}\ C$ ، والبُعد بين النقطتين هو 6 cm .



التخطيط "أ"

اختير الجهد في اللانهاية على أنّه صفر.

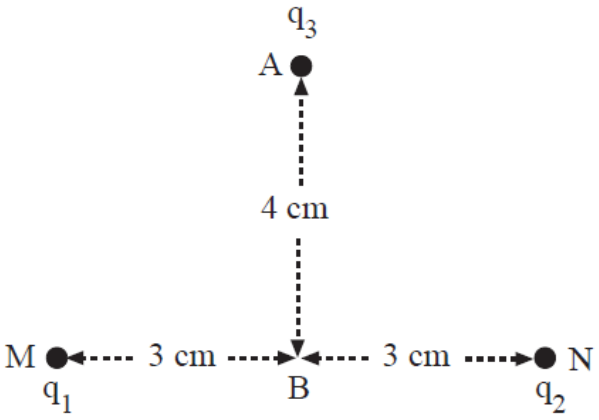
أ. هل توجد على امتداد القطعة MN نقطة، يساوي فيها الحقل الكهربائي صفراً؟ علّل.
(٥ درجات)

ب. هل توجد على امتداد القطعة MN نقطة، يساوي فيها الجهد الكهربائي صفراً؟ علّل.
(٥ درجات)

النقطة B هي منتصف القطعة MN .

النقطة A تقع على العمود المتوسّط للقطعة MN ، على بُعد 4 cm عن B (انظر التخطيط "ب") .

يضعون في النقطة A جسماً نقطياً شحنته $q_3 = -3\cdot10^{-6}\ C$ وكتلته $m = 2\cdot10^{-10}\ kg$ ويحفظونه في حالة سكون.



التخطيط "ب"

جـ. احسب طاقة الوضع الكهربائية للجسم الذي شحنته q_3 عندما يكون في النقطة A .
(١٠ درجات)

يحرّرون من حالة السكون، الجسم الذي شحنته q_3 ، الموجود في النقطة A .

أهمِل قوّة الثقل التي تؤثّر عليه.

د. (١) احسب مقدار سرعة الجسم عند وصوله إلى النقطة B . (٥ درجات)

(٢) يدّعي طالب أنّ أكبر سرعة للجسم على امتداد مسار حركته تكون عند وصوله إلى النقطة B . هل ادّعاء الطالب صحيح؟ علّل. ($٨\frac{١}{٣}$ درجات)

2005

١ . معطاة كرة مليئة موصِلة، نصف قطرها 4.5 cm .

يشحنون الكرة حتّى جهد 1,000 V .

أ. احسب شحنة الكرة. (٦ درجات)

ب. أين تكون الشحنة التي حسبتَها – في مركز الكرة أم في كلّ حجم الكرة أم على سطحها فقط؟ (٥ درجات)

يضعون كرة مجوَّفة موصِلة غير مشحونة، على بُعد كبير جدًّا عن الكرة المليئة الموصِلة. نصف قطر الكرة المجوَّفة هو 9 cm . يصلون بين الكرتين بخيط موصِل طويل ودقيق، وينتظرون زمنًا طويلاً جدًّا.

جـ. احسب جهد الكرة المليئة في هذه الحالة. (٩ درجات)

يفصلون الخيط الذي يصل بين الكرتين، ويُدخلون الكرة المليئة داخل الكرة المجوَّفة، بحيث يصبح للكرتين مركز مشترك.

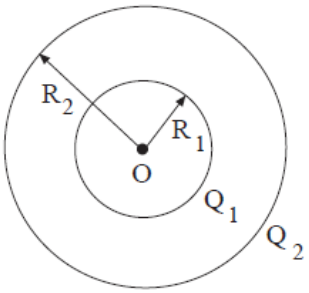
د. احسب شدّة الحقل الكهربائي في النقطة C ، التي تقع على بُعد 6 cm عن المركز المشترك. فصّل في إجابتك أيّ جزء من شدّة الحقل في هذه النقطة تُكوِّنه كلّ واحدة من الكرتين. (٧ درجات)

هـ. احسب الجهد في النقطة C . (٦$\frac{١}{٣}$ درجات)

2004

١. قشرة كروية (كرة فارغة) نصف قطرها R_1 موجودة داخل قشرة كروية نصف قطرها R_2 ، وللقشرتين مركز مشترك O (انظر التخطيط).

القشرة الداخلية مشحونة بشحنة كهربائية موجبة Q_1 ، والقشرة الخارجية مشحونة بشحنة كهربائية موجبة Q_2 . القشرتان مصنوعتان من مادّة موصلة.



أ. عبّر، بواسطة معطيات السؤال، عن مقدار الحقل الكهربائي الكلّي الذي تُكوِّنه القشرتان في كلّ واحدة من النقاط الثلاث (١)–(٣):

(١) النقطة O . (٤ درجات)

(٢) نقطة موجودة خارج القشرة الداخلية، لكن قريبة جدًّا منها (بُعدها عن O يُعتبر R_1).
(٤ درجات)

(٣) نقطة موجودة خارج القشرة الخارجية، لكن قريبة جدًّا منها (بُعدها عن O يُعتبر R_2).
(٤ درجات)

ب. عبّر، بواسطة معطيات السؤال، عن الجهد الكهربائي الكلّي الذي تُكوِّنه القشرتان في كلّ واحدة من النقاط الثلاث (١)–(٣):

(١) النقطة O . (٤ درجات)

(٢) نقطة على سطح القشرة الداخلية. (٤ درجات)

(٣) نقطة على سطح القشرة الخارجية. (٤ درجات)

جـ. على أيّ من القشرتين يكون الجهد الكهربائي أكبر؟ علّل. (٣ درجات)

د. يصلون القشرتين بواسطة سلك موصِل دقيق مقاوَمته قابلة للإهمال، ولذلك بإمكان جزيئات مشحونة أن تنتقل بينهما .

عبّر ، بواسطة معطيات السؤال، عن الشحنة الكهربائية على كلّ واحدة من القشرتين بعد أن توقّف التيّار في السلك. ($٦\frac{١}{٣}$ درجات)

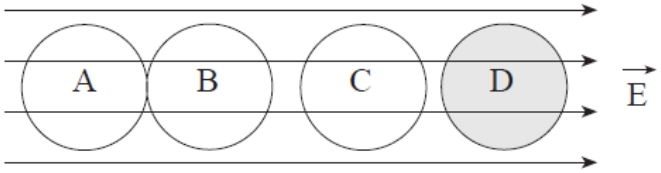
2003

١ . معطاة أربع كرات غير مشحونة، A , B , C , D . جميع الكرات متساوية الحجم.

الكرتان A وَ B فقط تلامس إحداهما الأخرى.

الكرات A وَ B وَ C مصنوعة من مادّة موصلة، والكرة D مصنوعة من مادّة عازلة.

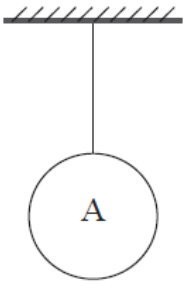
يشغّلون على الكرات حقلاً كهربائيًا متجانسًا $\vec{E}$ ، شدّته 100 N/C واتّجاهه إلى اليمين، كما هو موصوف في التخطيط "أ".



التخطيط "أ"

أ. حدّد بالنسبة لكلّ واحدة من الكرات الأربع إذا شُحنت، وإذا كانت قد شُحنت – ما هي إشارة الشحنة. علّل تحديداتك. (١٠ درجات)

ب. يُخرجون الكرة A من الحقل الكهربائي ويعلّقونها على حبل عازل خارج الحقل (التخطيط "ب"). يُخرجون من الحقل الكهربائي الكرات B وَ C وَ D أيضًا.



التخطيط "ب"

صِف ماذا يحدث للكرة A عندما يقرّبون منها كلّ مرّة إحدى الكرات . هل الكرة A تُجذب أم تنفر أم تبقى في مكانها؟

افترض أنّ شحنة الكرات لم تتغيّر. علّل إجاباتك. (٩ درجات)

جـ. يقرّبون الكرة B من الكرة A . الكرة A تنحرف، وبعد ذلك تستقرّ بحيث يكون مركزا الكرتين A وَ B في نفس الارتفاع، والبُعد بينهما 2 cm .

في هذه الحالة تتكوّن زاوية مقدارها 5^{o} بين الحبل والعمود. كتلة الكرة A هي 5 gr .

ما هي قيمة الشحنة الكهربائية على سطح كلّ واحدة من الكرتين A وَ B ؟

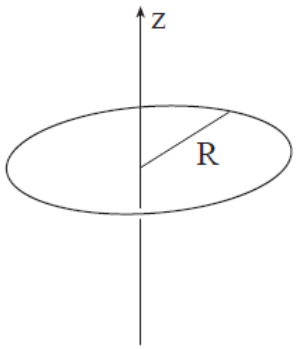
(١٤$\frac{1}{3}$ درجة)

/ يتبع في صفحة 3 /

2002

٤. في التخطيط الذي أمامك وصف لحلقة دائرية دقيقة نصف قطرها R ، وهي مشحونة بشكل متجانس بشحنة موجبة Q .

المحور z معرَّف كالتالي: نقطة أصله تقع في مركز الحلقة الدائرية، وهو معامد لمستوى الحلقة، واتّجاهه الموجب باتّجاه الأعلى (كما هو موصوف في التخطيط).



أ. ما هو اتّجاه الحقل الكهربائي الذي تُكوِّنه الحلقة على المحور z ، في جميع النقاط التي إحداثيّها $z > 0$ ؟ علّل. (٦ درجات)

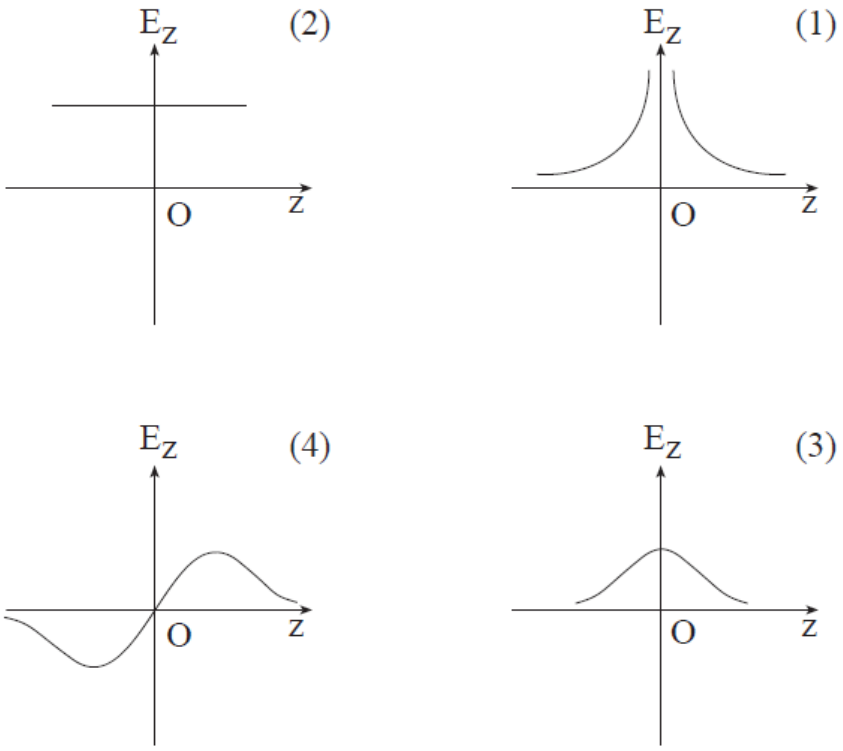
ب. ما هو اتّجاه الحقل الكهربائي الذي تُكوِّنه الحلقة على المحور z ، في جميع النقاط التي إحداثيّها $z < 0$ ؟ علّل. (٦ درجات)

جـ. ما هو مقدار الحقل الكهربائي في مركز الحلقة؟ علّل. (٧ درجات)

د. ما هو مقدار الحقل الكهربائي الذي تُكوِّنه الحلقة على المحور z ، في النقطة البعيدة جدًا عن الحلقة ("في اللانهاية")؟ (لا يُطلب منك برهان رياضيّ، لكنّك تستطيع أن تبيّن بطريقة رياضية أيضًا). علّل. (٦ درجات)

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

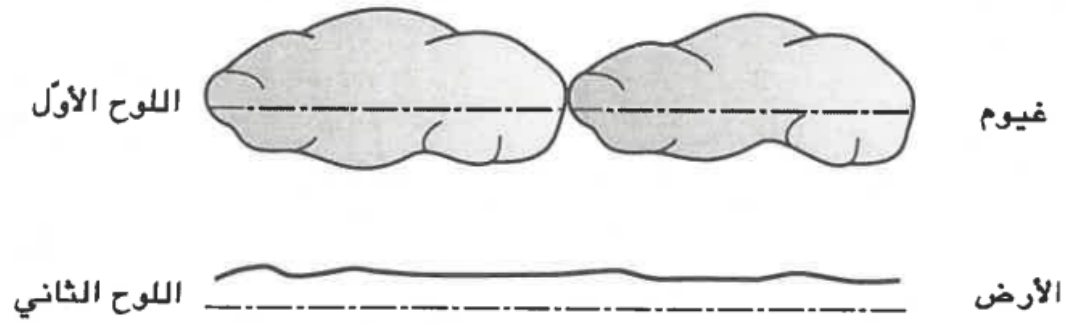
هـ. أمامك أربعة رسوم بيانية (1)- (4).



أيّ من بين أربعة الرسوم البيانية يمكن أن يصف الحقل الكهربائي على امتداد المحور z ، كدالة لِـ z ؟ علّل. (٨$\frac{١}{٣}$ درجات)

2000

١. أثناء عاصفة رعدية، وُجد أنّه تكوّن بين طبقة الغيوم والأرض حقل كهربائي عموديّ شدّته $3000\ \frac{N}{C}$. يمكن وصف الحقل حسب نموذج بسيط لمكثّف لوحين متوازيين كما هو موصوف في التخطيط الذي أمامك:



أ. إحسب فرق الجهد الذي يتكوّن بين الغيوم والأرض، إذا كانت الغيوم موجودة على ارتفاع 400 m فوق سطح الأرض. (٤ درجات)

ب. عندما يتكوّن برق، يمرّ بين طبقة الغيوم والأرض تيّار متوسّط مقداره 20,000 A خلال 10^{-3} s . إحسب كمّية الشحنة التي تمرّ بين الغيوم والأرض. (٥ درجات)

جـ. إحسب الطاقة الكهربائية التي تتحرّر بواسطة هذا البرق بين الغيوم والأرض. إفترض أنّ كل شحنة "المكثّف" فُرِّغت بواسطة البرق. (٨ درجات)

(إنتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.) /يتبع في صفحة 3/

د. إحسب القدرة الناتجة عند مرور البرق. (٧ درجات)

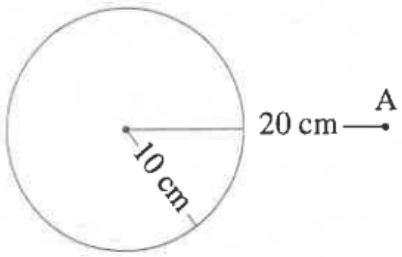
هـ. يمكن وصف البرق على أنّه تفريغ كهربائي، يحدث بالتقريب على امتداد مسار مستقيم عموديّ.

(١) إحسب بمساعدة هذا الوصف شدّة الحقل المغناطيسي الذي يتكوّن بواسطة البرق الموصوف في البنود السابقة، على بُعد 10 m منه (في منطقة وسط مسار البرق، أي بعيداً عن طرفيه).

(٢) ما هو اتّجاه الحقل المغناطيسي الذي يتكوّن بواسطة هذا البرق – أفقي أم عموديّ؟ علّل.

(٩$\frac{1}{4}$ درجات)

١. يُحرَّر إلكترون من حالة السكون من النقطة A ، التي تقع على بُعد 20 cm من مركز قشرة كروية (كرة مجوَّفة) نصف قطرها 10 cm (أنظر التخطيط). القشرة الكروية مشحونة بشكل متجانس بشحنة مقدارها 10^{-8} C .

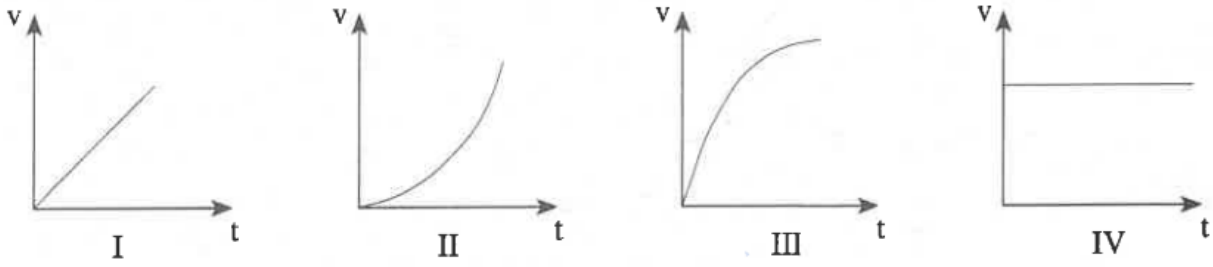


التخطيط

أ. بأيّة سرعة يصيب الإلكترون سطح القشرة؟ (١٣ درجة)

ب. ماذا يجب أن تكون شدّة حقل كهربائي متجانس يصل فيه الإلكترون الذي يُحرَّر من حالة السكون إلى السرعة التي حسبتَها في البند "أ"، بعد أن يقطع نفس البُعد الذي مقداره 10 cm ؟ (١٢$\frac{1}{3}$ درجة)

جـ. أمامك أربعة رسوم بيانية I - IV تصف بشكل تخطيطي سرعة كدالة للزمن.

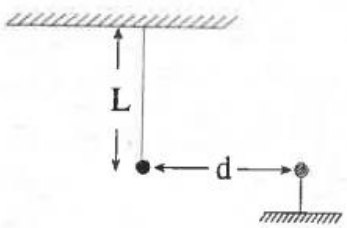


حدِّد أيّ من الرسوم البيانية I - IV يصف سرعة:

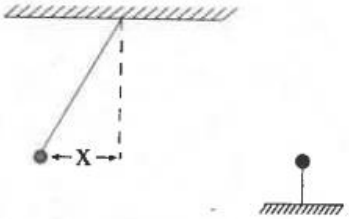
(١) الإلكترون الذي يتحرّك باتّجاه القشرة الكروية (البند "أ"). فسِّر. (٤ درجات)

(٢) الإلكترون الذي يتحرّك في حقل كهربائي متجانس (البند "ب"). فسِّر. (٤ درجات)

١. حضّر طالب مجموعة لقياس شحنات كهربائية. أخذ كرتَين موصِلتَين صغيرتَين متطابقتَين. علّق الكرة الأولى بطرف خيط طوله L ، وثبّت الكرة الثانية بطرف قضيب. وقد ركّب المجموعة بحيث كانت الكرتان بنفس الارتفاع وكان البُعد بينهما d (أنظر التخطيط "أ"). الخيط والقضيب مصنوعان من مادّة عازلة.



التخطيط "أ"



التخطيط "ب"

شحَنَ الطالب الكرتَين بنفس الشحنة q ، ونتيجة لذلك انحرفت الكرة المعلّقة بمقدار x (أنظر التخطيط "ب"). غيَّرَ الطالب البُعد d عدّة مرّات، وفي كل مرّة قام بقياس x . فيما يلي نتائج قياساته:

d (m)	x (m)	r = d + x	$\frac{1}{r^2}$
0.62	0.02		
0.47	0.03		
0.35	0.05		
0.24	0.08		
0.14	0.12		

(إنتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

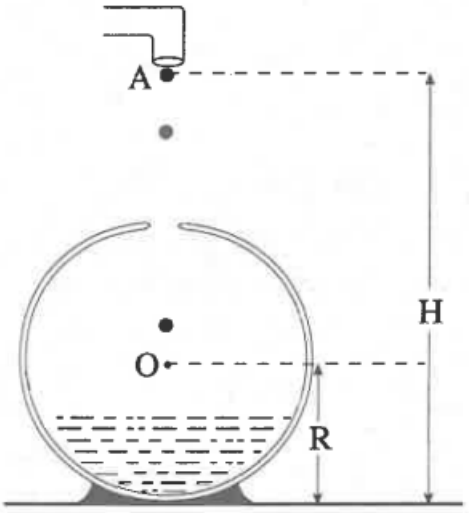
أ. إنسخ الجدول إلى دفترك، وأكمله. أرسم رسمًا بيانيًا لِـ x كدالة لِـ $\frac{1}{r^2}$.
(٨ درجات)

ب. بيّن أنّه عندما يكون $x \ll L$ (بحيث يكون مقدار ارتفاع الكرة قابلاً للإهمال)، فإنّ مقدار قوّة التنافر الكهربائي F بين الكرتَين يحقّق: $F \approx mg\frac{x}{L}$ ، عندما تكون m كتلة الكرة المعلّقة. (٨ درجات)

جـ. إعتمادًا على قانون كولون وعلى البند "ب"، فسّر شكل الرسم البياني الذي حصلتَ عليه. (٨ درجات)

د. إحسب الشحنة q اعتمادًا على الرسم البياني الذي رسمتَه، إذا كان معطى أنّ: $m = 10\ gr$; $L = 1m$. (٩$\frac{1}{2}$ درجات)

1995



١. في التخطيط، وصف لسطح كروي موصِل ومعزول فيه فتحة صغيرة. قطرات ذات شحنة كهربائية موجبة تنزل من أنبوب صغير وتسقط داخل السطح الكروي، وجميع شحناتها تنتقل إلى السطح الكروي. نصف قطر السطح الكروي هو R ، وفتحة الأنبوب الصغير موجودة على ارتفاع H فوق قاع السطح الكروي.

أ. في اللحظة التي فيها شحنة السطح الكروي تكون Q ، عبّر، بالنسبة لكل واحدة من النقطتين A وَ O (أنظر التخطيط) عن:

(١) الحقل الكهربائي (مقداراً واتجاهاً) المتكوّن بسبب السطح الكروي المشحون (فقط). (٧ درجات)

(٢) الجُهد الكهربائي المتكوّن بسبب السطح الكروي المشحون (فقط).
الجُهد في اللانهاية أختير على أنّه صفر. (٧ درجات)

كتلة كل قطرة هي m وشحنتها q ، وعلى القطرات تؤثّر فقط قوة الجاذبية والقوة الكهربائية الساكنة. أهمِل القوى الكهربائية الساكنة التي بين القطرات.

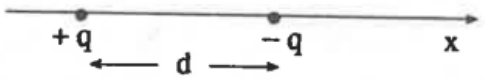
ب. عبّر بدلالة معطيات السؤال عن الشحنة Q للسطح الكروي، التي فيها تكون القطرة في النقطة A في حالة اتّزان. (١٢ درجة)

جـ. عبّر بدلالة معطيات السؤال عن الشغل المبذول ضد القوى الكهربائية في شَحْن السطح الكروي بالشحنة Q التي في البند "ب". (٤ درجات)

د. ما هو مصدر الطاقة للشغل الذي في البند "جـ"؟ ($٣\frac{١}{٢}$ درجات)

1994

١. شحنتان $+q$ وَ $-q$ موجودتان على المحور x ،
والبُعد بينهما هو d (أنظر التخطيط "أ").



التخطيط "أ"

أ. هل توجد نقطة على طول المحور x ،

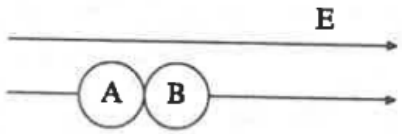
(١) فيها يصبح الحقل الكهربائي صفرًا؟ فسّر. (٦ درجات)

(٢) فيها يصبح الجُهد الكهربائي صفرًا؟ فسّر. (٦ درجات)

في إجابتيك، تطرّق للمحور x كلّه – للقطعة التي بين الشحنتين وللمجال الذي خارج هذه القطعة.

ب. ما هو الشغل الذي يجب أن نؤثّر به حتى نزيد البُعد بين الشحنتين لِـ 2d ؟
(عبّر عن إجابتك بدلالة معطيات السؤال.) (٨ درجات)

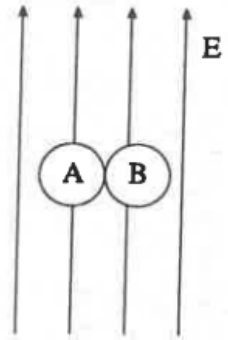
جـ. (١) نُدخل كرتين مُوصلتين غير مشحونتين A وَ B ، متلامستين، إلى حقل كهربائي متجانس، كما هو موصوف في التخطيط "ب".



التخطيط "ب"

نفصل الكرتين عن بعضهما داخل الحقل الكهربائي. هل بعد الفصل، تكون الكرتان مشحونتين؟ إذا كانت الإجابة لا – فسّر. إذا كانت الإجابة نعم – ما هي إشارة شحنة الكرة A ، وما هي إشارة شحنة الكرة B ؟ فسّر. (٧ درجات)

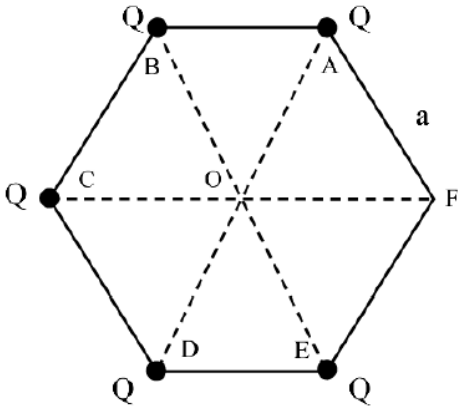
(٢) أجب عن البند (١)، عندما يكون اتّجاه الحقل الكهربائي كما هو موصوف في التخطيط "جـ". (٦½ درجات)



التخطيط "جـ"

1993

1. في كل واحد من خمسة من رؤوس المسدس المنتظم A,B,C,D,E، الذي طول ضلعه a، يوجد شحنة نقطية موجبة Q
أما في الرأس السادس F، فلا توجد شحنة (انظر الرسم) .



عبّر عن إجاباتك للأسئلة باستخدام معطيات السؤال:

أ. ما هو الحقل الكهربائي المحصَّل (مقدار واتجاه) في مركز المسدس؟ فسّر. (8 نقاط)

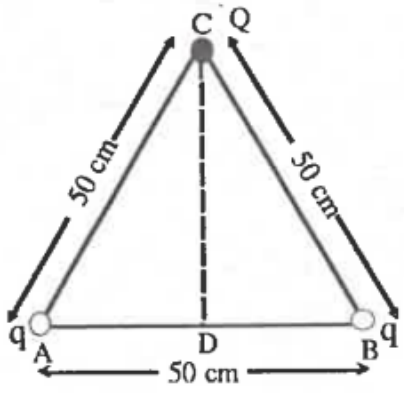
ب. نُقِلَت شحنة إضافية Q من مكان بعيد جدًا ("مالانهاية") إلى النقطة O (مركز المسدس). ما هي الشغل المبذول ضد قوى الحقل الكهربائي؟ (8 نقاط)

ج. نُقِلَت الشحنة الإضافية من المركز O إلى الرأس السادس F للمسدس، حيث توجد الآن شحنة Q.

1. ما هو الحقل الكهربائي في النقطة O؟ فسّر. (7 نقاط)
2. هل يلزم شغل لنقل شحنة q سالبة من المالانهاية إلى مركز المسدس؟ فسّر. (5 نقاط)

د. في كل واحد من ثلاثة رؤوس A,C,E وُضِعت شحنة سالبة Q–Q-Q–، وفي واحد من الرؤوس الثلاثة الأخرى وُضِعت شحنة موجبة Q، أما في البقية فلا توجد شحنات.
هل هذه العملية تؤدي إلى تغيير في الجهد الكهربائي في مركز المسدس؟ فسّر. (15 نقطة)

١. كرتان صغيرتان، شحنة كل منهما هي $q = +10^{-6}C$ ، مثبّتتان في النقطتين A وَ B على بُعد 50 cm عن بعضهما البعض. في النقطة C ، التي تقع على بُعد 50 cm من كل واحدة من هاتين الشحنتين وُجدت كرة موصلة كتلتها 31 gr ، وهي مشحونة بشحنة مقدارها $Q = -5 \cdot 10^{-6}C$ (أنظر الشكل).



نحرّر الكرة الموجودة في النقطة C .

على افتراض أنّ القوى الوحيدة المؤثّرة في هذه المجموعة هي القوى الكهربائية المؤثّرة بين الكرات،

أ . احسب مقدار واتجاه تسارع الكرة في اللحظة التي حُرّرت فيها. (٨ درجات)

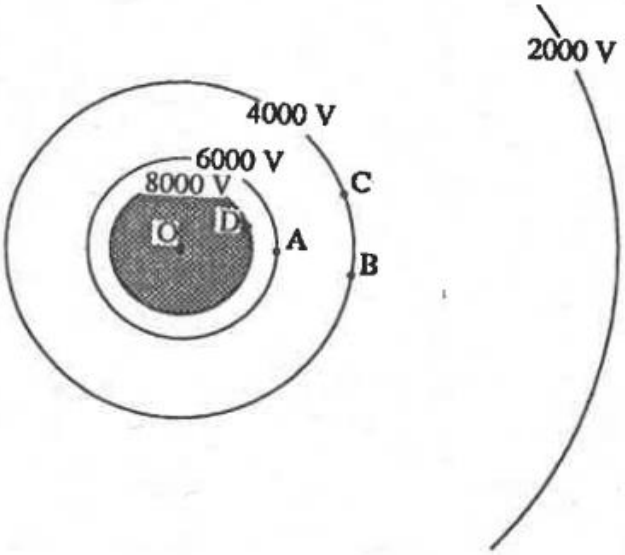
ب. صِف حركة الكرة. تطرّق في إجابتك إلى النقاط التالية: اتجاه السرعة والتسارع في كل مرحلة؛ هل الكرة تزيد أم تقلّل سرعتها؛ أين (إذا حدث) تكون أكبر سرعة، أقل سرعة، تغيّر اتجاهها. (٨ درجات)

جـ . احسب الجُهد في النقطة C وفي النقطة D (النقطة المتوسطة بين A وَ B)، تحت تأثير الشحنات الثابتة في النقطتين A وَ B . (٨ درجات)

د . ما هو مقدار سرعة الكرة المتحركة عندما تمر بالنقطة D ؟ ($9\frac{1}{2}$ درجات)

1990

١. كرة موصلة نصف قطرها 20 mm شُحنت حتى جُهد 8000 V . يُبيّن الشكل عدداً معيّناً من السطوح المتساوية الجُهد. قيمة الجُهد على بُعد لا نهائي من الكرة هي صفر. لا توجد شحنات قريبة من الكرة.



استعن بالشكل وجد ما يلي:

أ . شحنة الكرة. (٥ درجات)

ب. شُغل الحقل الكهربائي عند نقل شحنة مقدارها +8 μ C :

١. من النقطة A إلى النقطة B . (٥ درجات)

٢. من النقطة B إلى النقطة C . (٥ درجات)

٣. في المسار المغلق: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$. (٥ درجات)

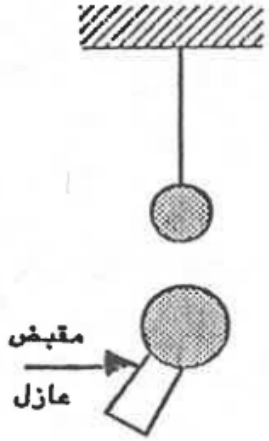
٤. من مركز الكرة O إلى النقطة D التي تقع على سطح الكرة. (٥ درجات)

جـ . الحقل الكهربائي (مقداراً واتجاهاً):

١. في نقطة واقعة داخل الكرة على بُعد 10 mm من مركزها O . (٤ درجات)

٢. في النقطة B . (٤ درجات)

1989



١. كرة موصلة نصف قطرها $r=1\ cm$ وكتلتها $m=2\cdot10^{-3}gr$ معلقة بطرف خيط مصنوع من مادة عازلة.
تشحن الكرة بواسطة وصلها لمصدر جهد $V=3\cdot10^{4}\ V$
ثم تُفصَل بعد الشحن عن مصدر الجهد. تُقَرَّب من الكرة المعلقة والمشحونة كرة موصلة أخرى، متعادلة الشحنة نصف قطرها $R=2cm$ حتى التماس.
بعد تماس الكرتين نُبعِدهما عن بعضهما البعض (أنظر الشكل)

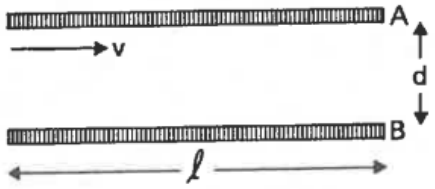
أ. جد مقدار شحنة كل كرة بعد فصل الكرتين عن بعضهما. (١٤ درجة)

ب. أين، وعلى أي بُعد من الكرة المعلقة يجب أن تُوضع الكرة الثانية كي تكون قوة الشد في الخيط الذي علّقت عليه الكرة الأولى تساوي صفراً؟ (١٤ درجة)

جـ. نُدخل بين الكرتين لوحاً مصنوعاً من مادة عازلة. هل يجب أن نزيد أم نُقلّل البعد بين الكرتين كي تبقى قوة الشد في الخيط صفراً؟ علّل. (٥ درجات)

٥ – الكترون سرعته $v = 6 \times 10^5 \frac{m}{s}$

دَخَل الى الفراغ الموجود بين لوحين معدنيين مُتَوازِيَين طول الألواح $\ell = 15\ mm$ والبُعْدُ بينهما $d = 5mm$. الألواح موصولةٌ الى مصدر جهد مُباشِر في لحظةِ الدخول يَمُرُّ الإلكترون بجوار طرفِ أحَدِ اللوحين (اللوح A الذى في الشكل).



أ – ماذا يجب أن يكون إتجاه الحقل الكهربائي بين اللَّوحين لكي يَنْحَرِفَ الإلكترون من مَساره الى إتجاه اللوح B ؟ عَلِّل (٣ درجات).

ب – يَسُود بين اللوحين حقلٌ كهربائيٌّ مُتَجانِس.

ما هو شكل مَسار الإلكترون في الحقل ؟ عَلِّل (٧ درجات)

ج – ما هو الجهد الأقصى بين الألواح الذى به يخرج الإلكترون من داخل الحقل بدون أن يصطدم باللوح B ؟ (١٣ درجة).

د – هل إجابتك للبنود السابقة كانت ستتغير لو تَحَدَّثْنا في السؤال عن بروتون يتحرك بنفس السرعة ؟ عَلِّل إجابَتك بدون أن تَحْسب مَرَّةً ثانيةً الجهد (١٠ درجات).

1984

1. مُعطاة كرتين معدنيتين عازلتين وبعيدتين عن بعضهما البعض. نصف قطر إحدى الكرتين 20 سم، وهي مشحونة بشحنة موجبة مقدارها 6×10^{-8} كولون؛ ونصف قطر الكرة الأخرى 10 سم، وهي مشحونة بشحنة سالبة مقدارها -2×10^{-8} كولون. قاموا بتوصيل الكرتين بسلك موصل رفيع وطويل، سعته مهملة، وبعد دقائق قليلة قاموا بفصلهما عن بعضهما البعض.

أ. احسب الشحنة على كل كرة بعد التوصيل. (5 نقاط)

ب. احسب الطاقة الابتدائية للمنظومة. (4 نقاط)

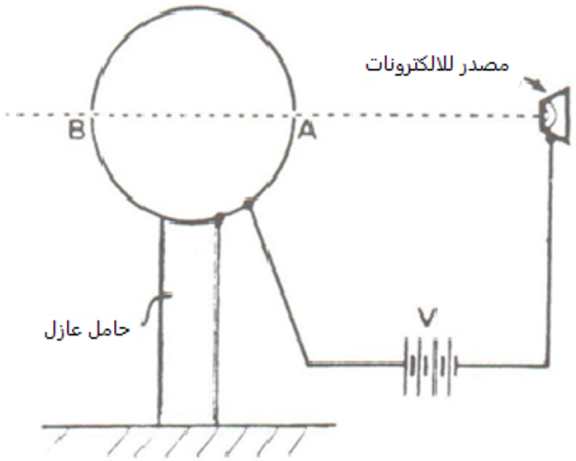
جـ. احسب الطاقة النهائية للمنظومة. (4 نقاط)

د. وفي ظل شروط المسألة، الكرتان معزولتان عن محيطهما. كيف يمكن إذًا أن تحصل في البندين (ب) و(جـ) على نتائج مختلفة؟ أليس هذا تناقضًا مع قانون حفظ الطاقة؟ فسّر. (3 نقاط)

1983

1. في تجربة لمعايرة جهاز لقياس سرعة الإلكترونات. أستخدم الجهاز التالي، والذي تم إدخاله بالكامل في الفراغ.

في كرة معدنية مجوفة، وُضعت على حامل عازل، نصف قطرها 3 سم، تم حفر ثقبين صغيرين A وB من جهتي قطر الكرة، مصدر إلكترونات (سلك توهُّج)، تنبعث منه الإلكترونات مهملة السرعة، وُصل هذا المصدر بالقطب السالب لمصدر الجهد V. القطب الموجب لمصدر الجهد موصول بالكرة المعدنية. يتم توجيه مصدر الإلكترون بحيث تتحرك الإلكترونات منه في خط مستقيم إلى الكرة المعدنية. الثقب A، وتتحرك الالكترونات عبر تجويف الكرة، وتخرج من خلال الثقب B



أ. صف بالكلمات حركة الإلكترونات منذ لحظة خروجها من المصدر حتى خروجها من خلال الثقب B (سرعة ثابتة، سرعة متغيرة، تسارع ثابت، تسارع متغير). (5 نقاط)

ب. بأي سرعة يصل الإلكترون إلى الثقب A. وبأي سرعة يغادر الثقب B، عندما يكون جهد المصدر 100 V فولط؟

جـ. ما المدة الزمنية التي تستغرقها الحركة من الثقب A إلى الثقب B؟