١١
سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم
دليل المعلم لمادة :
الكهرباء
الصف الحادي عشر
شبكة المدارس العمانية
www.almdares.net

شبكة المدارس العمانية

www.almdares.net

الفصل الخامس : حفظ الطاقة

إجابة اختبر فهمك (١) الموجود في صفحة ١٦٦

أ)

الموقع	الطاقة التي يمتلكها البندول
أ	طاقة وضع
ب	طاقة وضع + طاقة حركة
ج	طاقة حركة
د	طاقة وضع

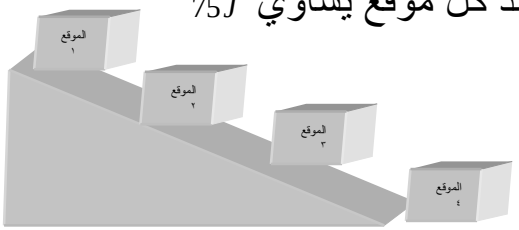
ب)

بعد فترة من الزمن يسكن البندول عند موضوع الاتزان و ذلك بسبب فقدانه لطاقته نتيجة الاحتكاك بين خيط البندول و نقطة التعليق و كذلك مقاومة الهواء و لو لا هذه العوامل لا ستمر البندول في حركته الاهتزازية ذهابا و إيابا إلى الأبد .

إجابة اختبر فهمك (٢) الموجود في صفحة ١٦٨

١) قيم طاقة الحركة و الوضع عند المواقع المختلفة للمكعب مبينة في الشكل التالي :

مقدار الطاقة الميكانيكية الكلية عند كل موقع يساوي $75J$



الموقع (١) : $PE = 75J$, $KE = 0$

الموقع (٢) : $PE = 50J$, $KE = 25J$

الموقع (٣) : $PE = 25J$, $KE = 50J$

الموقع (٤) : $PE = 0$, $KE = 75J$

٢) تستخدم المراوح الهوائية في المولدات الكهربائية و تعمل على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربائية :

فعندما تصطدم الرياح بزعانف المروحة الهوائية تديرها فتدير معها الملفات الموجودة بين قطبي المغناطيس الأمر الذي يعمل على توليد تيار الكهربائي داخل أسلاك تلك الملفات . و عندما تصطدم الرياح بزعانف المروحة الهوائية تقل سرعنها و طاقتها كذلك ، و هذا النقص في السرعة و الطاقة هو ما تكتسبه زعانف المروحة .

إجابة أختبر فهمك (٣) الموجود في صفحة ١٧٢

عند التعويض عن مقدار الزاوية في قانون حساب الشغل يكون جيب تمام الزاوية 90^0 يساوي صفرا و بهذا يصبح حاصل الضرب صفرا .

$$W = Fd\cos 90 = 0$$

==========

==========

إجابة أختبر فهمك (٤) الموجود في صفحة ١٧٦

في الرسم البياني المقابل (١) يكون مقدار الشغل المبذول :

$$W = (6\times\frac{1}{2})\times 2 + (16-6)\times 2$$
$$W = 6 + 20 = 26J$$

في الرسم البياني المقابل (٢) يكون مقدار الشغل المبذول :

$$W = (6\times\frac{1}{2}) + (16-6)\times\frac{1}{2}\times 2$$
$$W = 10 + 3 = 13J$$

==========

==========

إجابة أختبر فهمك (٥) الموجود في صفحة ١٧٩

قوة الاحتكاك	سرعة السيارة	مسافة التوقف	الشغل المبذول	الإثبات
f	v	Δs	W	$W = \Delta KE = 1/2\, mv^2$ $1/2\, mv^2 = F\Delta d$ $\Delta d = (1/2\, mv^2)/F$
f	$2v$	$4\Delta d$	$4W$	$W = \Delta KE = 1/2\, m(2v)^2$ $= 4(1/2\, mv^2)$ $4(1/2\, mv^2) = F\Delta d_1$ $\Delta d_1 = 4(1/2\, mv^2)/F$ $\Delta d_1 = 4\Delta d$
f	$3v$	$9\Delta d$	$9W$	$W = \Delta KE = 1/2\, m(3v)^2$ $= 9(1/2\, mv^2)$ $9(1/2\, mv^2) = F\Delta d_2$ $\Delta d_2 = 9\Delta d$

إجابة أختبر فهمك (6) الموجود في صفحة 184

- لأن طاقة الوضع للصندوق على أعلى السطح المائل متساوية في الحالتين ، فإن سالم يبذل قوة قدرها خمس مرات أكبر من صفية .
- كلاهما يبذل المقدار نفسه من الشغل .
- كلاهما يستهلك القدرة ذاتها .

حل أسئلة الفصل الخامس : الموجودة في صفحة ١٨٥

أولا : الأسئلة الموضوعية

السؤال الأول :

رقم المفردة	الإجابة الصحيحة
١	أ
٢	ج
٣	ب
٤	ب
٥	ج

السؤال الثاني :

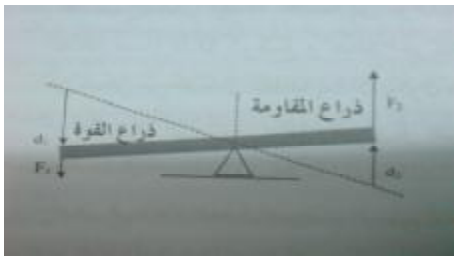
(١

$$W = P \times t$$

(٢

يساوي

$$W = F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$



السؤال الثالث :

(١

" الطاقة لا تفنى و لا تستحدث ، و إنما تتحول من شكل إلى آخر " أو " الطاقة الكلية في أي نظام معزول تبقى ثابتة "

(٢

تصنف أشكال الطاقة المختلفة إلى نوعين من الطاقة هما : طاقة الوضع و طاقة الحركة . و كل شكل من أشكال الطاقة إما أن يكون طاقة حركة ، و إما أن يكون طاقة وضع ، أو كليهما معا . مثال : عندما نسحب الخيط المطاطي للقوس في اثناء عملية تصويب السهم لرميه ، فإن طاقة الوضع المرونية التي يكتسبها الخيط المطاطي عبارة عن طاقة وضع ناتجة عن إعادة ترتيب جزيئات الخيط .

٣) في لعبة الجولف يؤثر المضرب على الكرة لحظة اصطدامها بقوة تكون قليلة عند بداية التلامس ثم يتزايد مقداراها بسرعة ، ثم تبدأ بالنقصان

مرة أخرى إلى أن تصبح صفرا لحظة اندفاع الكرة بعيدا عن المضرب . و كذلك في لعبة كرة القدم يؤثر مشط قدم اللاعب بقوة تكون قليلة عند بداية التلامس ، ثم يتزايد مقدارها بسرعة و بعدها يبدأ بالنقصان مرة أخرى إلى ان تصبح صفرا لحظة اندفاع الكرة بعيدا عن قدم اللاعب .

(٤

$$W_1 = mgh$$
$$W_1 = 50 \times 10 \times 2 = 1000J$$
$$W_2 = mgh$$
$$W_2 = 25 \times 10 \times 4 = 1000J$$

الشغل يساوي متساوي المقدار في الحالتين و كذلك القدرة متساوية المقدار إذا استغرقت الفترة الزمنية ذاتها في الحالتين .

(٥

$$W = (5 \times 1/2 \times 4) + (7 \times 3) + (8 \times 4)$$
$$W = 10 + 21 + 32$$
$$W = 63J$$

(٦

تكتسب العربة في بداية حركتها في لعبة قطار الموت طاقة حركة بواسطة الآلة التي تسير العربة ، و من ثم تتحول طاقة الحركة إلى طاقة وضع في الأعلى تعمل على إرجاع العربة إلى الأسفل مكتسبة طاقة حركة تتزايد تدريجيا حتى تصل أكبر قيمة لها في الأسفل ، ثم تندفع تحت تأثير هذه الطاقة إلى أعلى و تفقد طاقتها الحركية تدريجيا . و تكتسب طاقة وضع تصل إلى أقصى قيمة لها عند أعلى ارتفاع تصل إلية عربة قطار الموت ، و التي تعمل على إرجاعها إلى الأسفل مرة أخرى و هكذا تستمر العملية .

(٧

$$P = \frac{W}{t} = \frac{50 \times 4}{5} = 40W$$

٨)

$$W_1 = W_2$$
$$50 \times 1 = 200 \times h$$
$$h = 50/200 = 0.25m$$

٩)

القوة المحصلة التي تتحرك بها قطعة الخشب :

$$F = 12 - 8.8 = 3.2N$$
$$W = KE = 1/2\,mv^2$$
$$= 3.2 \times 3 = 9.6JW$$
$$1/2\,mv^2 = 9.6J$$
$$1/2 \times 6 \times v^2 = 9.6J$$
$$v^2 = 9.6/(1/2 \times 6) = 9.6/(3) = 3.2$$
$$v = \sqrt{3.2} = 1.8m/s$$

١٠)

$$W_1 = W_2$$
$$100 \times 0.1 = F_2 \times 0.01$$
$$F_2 = 100 \times 0.1/0.01 = 1000N$$

١١)

أ) طاقة وضع .

ب) طاقة حركة .

ج) طاقة وضع و طاقة حركة .

د) لا ، الطاقة الطلية للبندول تبقى ثابتة في المواقع المختلفة .

١٢) نعتبر نقطة البدء للحركة في أعلى مسار القفز ، لذلك فإن :

$$h_1 = 3.5m$$
$$h_2 = 2m$$
$$W = -mg(h_2 - h_1)$$
$$W = -55 \times 9.8 \times (2 - 3.5) = 808.5J$$

الشغل هنا موجب المقدار ، لأن قوة الجاذبية و الإزاحة في اتجاه واحد (نحو الأسفل) . بافتراض الاتجاه الموجب للحركة هو الأسفل وهذا اختياري يرجع للشخص الذي يقوم بحل السؤال .

$$W = KE_2 - KE_1$$
$$W = KE_2 - 0 = 1/2\, mv_2^2$$
$$808.5 = 1/2 \times 55 \times v_2^2$$
$$v_2^2 = (808.5 \times 2)/55 = 49.4$$
$$v = \sqrt{30} = 5.42\ m/s$$

شبكة المدارس العمانية

www.almdares.net

الفصل السادس : حفظ كمية التحرك

إجابة اختبر فهمك (١) الموجود في صفحة ١٩٣

أ)

الشاحنة ، و يرجع ذلك لكبر كتلتها .

ب)

نعم ، يمكن أن يحدث هذا ، وذلك عندما تكون سرعة السيارة أكبر بكثير من سرعة الشاحنة . فإذا كانت الشاحنة كتلتها $1000kg$ و تتحرك بسرعة $5m/s$ فإن كمية تحركها تتساوى مع سيارة كتلتها $500kg$ و بسرعة $10m/s$

ج)

نعم ، وذلك عندما تتحرك السيارة الثانية بسرعة تساوي ضعف سرعة السيارة الأولى . (تتحرك السيارة الأولى بسرعة تساوي ضعف سرعة السيارة الثانية) .

$$\vec{p_1} = m_1 \vec{v_1}$$
$$\vec{p_2} = m_2 \vec{v_2}$$
$$= (2m_1) v_2$$
$$\therefore \vec{p_1} = \vec{p_2}$$
$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$
$$v_1 = 2v_2$$
$$v_2 = \frac{1}{2} v_1$$

==========

==========

إجابة اختبر فهمك (٢) الموجود في صفحة ١٩٧

(١

ضرب كومة قش . لأن التغير في كمية التحرك يحدث في فترة زمنية أطول ، و بالتالي يكون تأثير قوة التصادم أقل .

(٢

لأن زمن تلامس قبضة الملاكم (المهاجم) برأس الملاكم الآخر يزداد حسب العلاقة ($\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$) و هذا يعني أن مقدار القوة التي يؤثر بها قبضة الملاكم على رأس الملاكم الآخر تقل .

==========

==========

إجابة اختبر فهمك (٣) الموجود في صفحة ٢٠٣

اعتبرنا بأن النظام يتكون من الكرة و الأرض ، فإن كمية التحرك تكون محفوظة و بالنسبة للأرض تمتلك كمية تحرك ، (بالرغم أن سرعة الأرض أقل بمقدار 10^{23} مرة من سرعة الكرة)، فإن الحركة العلوية للأرض تغير من كمية تحركها . إن التغير في كمية التحرك للأرض

تساوي عدديا التغير في كمية التحرك للكرة ولكن تضادها في الاتجاه ، لذلك تكون كمية التحرك الكلية للنظام محفوظة . (نظرا لان كتلة الأرض كبيرة جدا ، فإن الحركة العلوية للأرض تكون مهملة لصغرها و غير ملحوظة ظاهريا) .

==========

==========

إجابة اختبر فهمك (4) الموجود في صفحة 212

أن الحركة كهذه لا تحدث أبدا إذا ما افترضنا أن التصادمات تامة المرونة ، أي أن كمية التحرك للنظام قبل التصادم و بعد التصادم mv ستكون لدينا كرتان كل منهما كتلتها ($\frac{v}{2}$) و تتحرك بسرعة لذلك ستكون كمية التحرك بعد التصادم :

$$m(\frac{v}{2}) + m(\frac{v}{2}) = mv$$

لذلك تكون كمية التحرك محفوظة $\frac{1}{2}mv$ الطاقة الحركية قبل و بعد التصادم تكون :

$$KE = \frac{1}{2}m(\frac{v}{2})^2 + \frac{1}{2}m(\frac{v}{2})^2$$
$$KE = \frac{1}{4}mv^2$$

و بذلك تكون الطاقة الحركية غير محفوظة . و تكون كمية التحرك و الطاقة الحركية محفوظة فقط عندما تتحرك كرة إلى الخارج عندما يتم تحرير كرة واحدة ، أو عندما تتحرك الكرتان إلى الخارج عندما يتم تحرير كرتان وهكذا .

حل أسئلة الفصل السادس : الموجودة في صفحة ٢١٨

أولا : الأسئلة الموضوعية

السؤال الأول :

رقم المفردة	الإجابة الصحيحة
١	أ
٢	د
٣	ب
٤	د
٥	د
٦	د
٧	د
٨	د

إجابة المفردة رقم ٨ من السؤال الأول :

الجسم الثاني يمتلك تسارعا أكبر ، لان كتلته أصغر و بذلك يستغرق زمنا أقل ليقطع مسافة (d) و بالرغم من أن القوة المؤثرة للجسمين هي نفسها ، إلا أن التغير في كمية التحرك للجسم الأول أكبر من التغير في كمية التحرك للجسم الثاني .

بما أن الشغل المنجز $W = Fd$ على الجسمين هو نفسه نظرا لان القوة المؤثرة على الجسمين نفسها و أيضا المسافة المقطوعة ، لذلك :

$$KE_1 = KE_2$$

==========

==========

السؤال الثاني :

١) كمية التحرك

٢) تام المرونة

٣) ١ : ١

٤) صفر

٥) الدفع

==========

السؤال الثالث :

١)

لأن هذا النوع من التصادم يسمى بتصادم عديم المرونة الذي تكون فيه كمية التحرك محفوظة ، بينما يفقد جزءا من طاقة الحركة إلى صور أخرى للطاقة قد يكون على شكل حرارة ، أو تشوه ، أو صوت .

٢ ـ

أ)

لان طول الأنبوبة في المدفع الواحد يتيح للقوة زمنا أطول للتأثير على القذيفة ، و عليه يكون الدفع كبيرا و المدى بعيدا .

ب)

الرمل يمتص كمية التحرك للقذائف في فترة زمنية طويلة نسبيا ، و لهذا تقل قوة تأثيرها لو اخترقت أكياس الرمل حسب العلاقة $F = \frac{\Delta m v}{\Delta t}$

٣)

كمية التحرك للنظام قبل التصادم تساوي كمية التحرك للنظام بعد التصادم ، أي لا يوجد فقد في كمية التحرك للنظام .

٤)

وجه المقارنة	التصادم المرن	التصادم غير المرن
أ) المفهوم	هو التصادم الذي لا ينتج عنه أي فقد في طاقة الحركة و تكون كمية التحرك محفوظة	هو التصادم الذي يفقد جزءا من طاقة الحركة و يكون مصحوبا بحدوث صوت ، أو ارتفاع في درجة حرارة الجسمين المتصادمين ، أو تشوه في شكل كل منهما ، و تكون كمية التحرك محفوظة .
ب) حفظ كمية التحرك	محفوظة	محفوظة
ج) حفظ طاقة الحركة	محفوظة	هناك فقدان في طاقة الحركة (غير محفوظة)

==========
==========

٥)

كمية التحرك لكرة للتنس

$$p = mv$$
$$p = 0.15 \times 7$$
$$p = 1.05 N.s$$

كمية التحرك لكرة الجولف

$$p = mv$$
$$p = 0.3 \times 20$$
$$p = 6 N.s$$

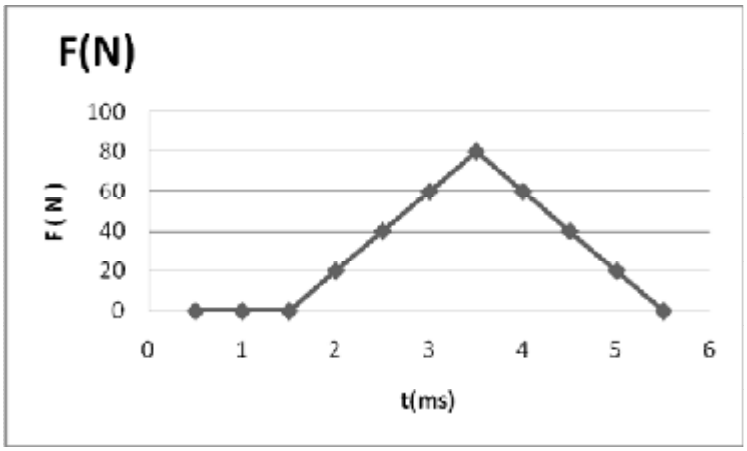
كرة الجولف لها كمية تحرك أكبر

==========

==========

٦ -

أ)



ب)

الدفع = مساحة الشكل أسفل المنحنى

$$= \frac{1}{2} \times 0.004 \times 80$$
$$= 0.16 N.s$$

==========

==========

- ٧

أ)

الدفع = التغير في كمية التحرك = المساحة أسفل المنحنى

$$\mathrm{I}mpulse = \Delta mv$$

$$\Delta v = \frac{\mathrm{I}mpulse}{m}$$

$$\Delta v = \frac{12}{2} = 6\,m/s$$

حيث ١٢ تمثل المساحة أسفل المنحنى للجزء (أ)

ب)

الدفع = المساحة أسفل المنحنى للجزء (أ) - المساحة أسفل المنحنى للجزء (ب)

ج)

$$\mathrm{I}mpulse = \Delta mv$$

$$\Delta v = \frac{\mathrm{I}mpulse}{m}$$

$$\Delta v = \frac{8}{2} = 4\,m/s$$

$$\therefore KE = \frac{1}{2}mv^2$$

$$KE = \frac{1}{2} \times 2 \times 16$$

$$KE = 16J$$

==========

==========

٨ –

أ)

الدفع = مساحة الشكل أسفل المنحنى

الدفع = مساحة المستطيل (أ ب هـ د) + مساحة المثلث (ب ج هـ)

الدفع = $(0.5\times6\times12)+(12\times4)$

الدفع = $84N$

حل آخر :

يمكن حساب مساحة شكل المنحنى

مساحة شبه المنحرف = $\frac{1}{2}$ (مجموع طولي قاعدتيه المتوازيتين) × ارتفاعها

مساحة شبه المنحرف = $12\times(4+10)\times12$

مساحة شبه المنحرف = $84N$

ب)

$$\mathrm{I}mpulse = m(v_2 - v_1)$$
$$84 = 5(v_2 - 10)$$
$$v_2 = 26.8\,m/s$$

ج)

$$F = \frac{\mathrm{I}mpulse}{t}$$
$$F = \frac{84}{10}$$
$$F = 8.4$$

(٩

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$
$$5 \times 20 + 0 = 5V' + (2 \times 40)$$
$$100 = 5V' + 80$$
$$5V' = 20$$
$$V' = 4 m/s$$

==========

==========

١٠ –

أ)

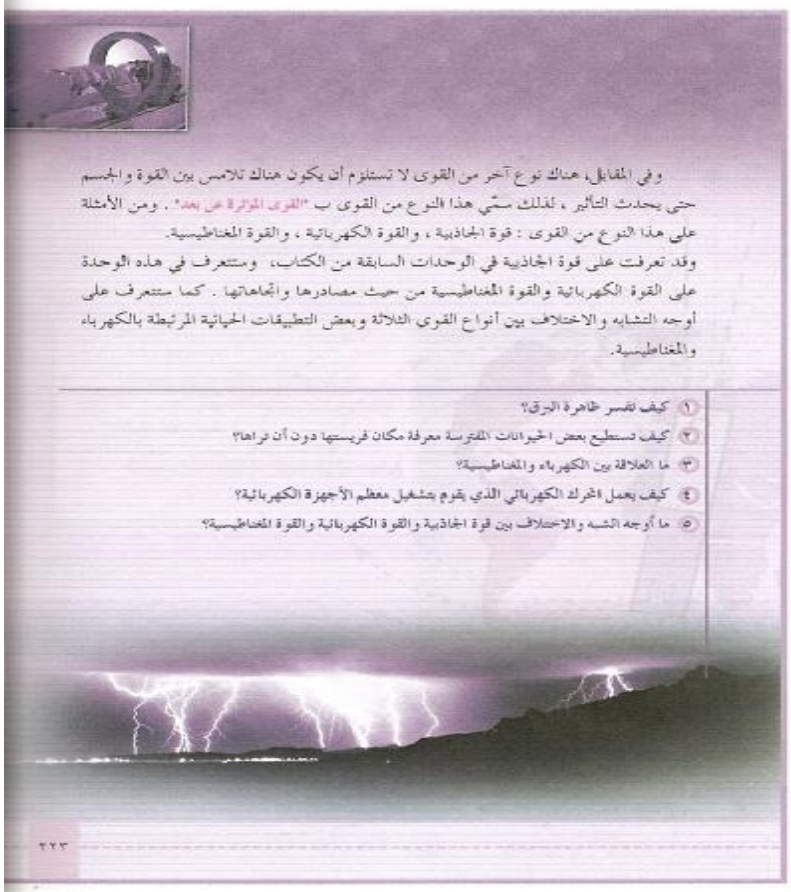
- الخط الذي يمثل مجموع كمية التحرك للنظام هو A
- الخط الذي يمثل مجموع الطاقة الحركية للنظام هو B

ب)

تصادم غير مرن ، حيث نلاحظ من الرسم أن :

مجموع كمية التحرك للنظام محفوظة (خط مستقيم ثابت) ، مجموع الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة (خط متغير)

شبكة المدارس العمانية (الفصل السابع)



إجابات أسئلة الوحدة :

١- البرق عدة أنواع حسب مكان وجود الشحنتين الموجبة والسالبة. وأكثر الأنواع شيوعًا وأهمية هو البرق الناتج من التقاء شحنتين متعاكستين بين الغيمة والأرض، فغالبًا ما تكون الغيمة ذات شحنة سالبة عند الجهة القريبة من الأرض ، أما سطح الأرض فيكون ذا شحنة موجبة. ويحدث البرق أيضًا بين غيمة وأخرى أو بين الغيمة والهواء ؛ حيث تكون الغيمة محمّلة بشحنة كهربائية ، والهواء المحيط بها من أحد جوانبها يحمل شحنة معاكسة.

٢- تستطيع بعض الحيوانات المفترسة معرفة مكان فريستها دون أن تراها؛ فالقرش مثلاً له خلايا تستجيب للمجالات الكهربائية الضعيفة في حدود 10^{-6} N/C، والتي تنشأ بواسطة عضلات الفريسة المختبئة تحت الرمال في قاع المحيط أو في ثقوب صغيرة. إن المجالات الناشئة عن حركة السمكة الفريسة تمتد إلى مسافة مقدارها 25 m أعلى الرمال دالة على مكان اختبائها.

٣- هناك علاقة وثيقة بين الكهربائية والمغناطيسية، حيث إنهما ترتبطان بالشحنات الكهربائية، فإذا كانت الشحنات ساكنة فإنها تولد حولها مجالاً كهربائيًا، وإذا تحركت الشحنات نتج عن حركتها مجالاً مغناطيسًا بالإضافة إلى مجالها الكهربائي. كما أن المجال المغناطيسي يمكن أن يولد تيارًا كهربائيًا.

٤- يعتبر المحرك الكهربائي من التطبيقات العملية على القوى المغناطيسية المؤثرة على الأسلاك الحاملة للتيار. حيث يوضع ملف المستطيل بين قطبي مغناطيس على محور يسمح له بالدوران وبالتالي سيتأثر كل ضلع من أضلاع الملف بقوة مغناطيسية في اتجاه معين يتم تحديده بواسطة قاعدة راحة اليد اليمنى، سيتأثر ضلعان من أضلاع الملف بقوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه وخط عملهما على استقامة واحدة،

لذلك يلغيان بعضهما بعضًا. أما الضلعان الآخران فيتأثران بقوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه وخط عملهما ليس على استقامة واحدة، لذلك تعمل هاتان القوتان على إدارة الملف.

٥- تتشابه القوى الكهربائية والقوى المغناطيسية وقوى الجاذبية في أنها قوى مؤثرة عن بعد ، حيث لا يشترط وجود تلامس بين الأجسام حتى يحدث التأثير. وتختلف القوة المغناطيسية عن القوى الأخرى في إن القوة المغناطيسية التي تؤثر على الشحنة المتحركة تعمل في اتجاه يتعامد مع اتجاه المجال المغناطيسي واتجاه حركة الشحنة ، في حين أن قوى الجاذبية تعمل في اتجاه موازٍ للخط الفاصل بين الكتل ، والقوة الكهربائية كذلك تعمل في اتجاه موازٍ للخط الفاصل بين الشحنات .

وفي المقابل، هناك نوع آخر من القوى لا تستلزم أن يكون هناك تلامس بين القوة والجسم حتى يحدث التأثير ، لذلك سمّي هذا النوع من القوى بـ "القوى المؤثرة عن بعد" . ومن الأمثلة على هذا النوع من القوى : قوة الجاذبية ، والقوة الكهربائية ، والقوة المغناطيسية.

وقد تعرفت على قوة الجاذبية في الوحدات السابقة من الكتاب، وستتعرف في هذه الوحدة على القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية من حيث مصادرها واتجاهاتها . كما ستتعرف على أوجه التشابه والاختلاف بين أنواع القوى الثلاثة وبعض التطبيقات الحياتية المرتبطة بالكهرباء والمغناطيسية.

١ كيف تفسر ظاهرة البرق؟

٢ كيف تستطيع بعض الحيوانات المفترسة معرفة مكان فريستها دون أن تراها؟

٣ ما العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية؟

٤ كيف يعمل المحرك الكهربائي الذي يقوم بتشغيل معظم الأجهزة الكهربائية؟

٥ ما أوجه الشبه والاختلاف بين قوة الجاذبية والقوة الكهربائية والقوة المغناطيسية؟

إجابة اختبر فهمك (١) :

F : موجب الشحنة ؛ لأنه يجذب الجسم A سالب الشحنة .

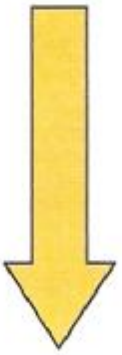
E : موجب الشحنة ؛ لأنه يتنافر مع الجسم F موجب الشحنة .

D : سالب الشحنة ؛ لأنه ينجذب إلى الجسم E موجب الشحنة .

C : سالب الشحنة ؛ لأنه يتنافر مع الجسم D سالب الشحنة .

أسئلة إضافية

١- يبين الشكل(٧-٣) ترتيب خمس مواد حسب قابليتها لفقد الإلكترونات.



الشكل (٧-٣)

معتمدًا على الشكل ، أجب عن الأسئلة الآتية :

أ) إذا دلكت المادة (ب) بالمادة (د)، أيهما ستشحن بشحنة موجبة؟

ب) ما المادتان اللتان تولدان أكبر كمية ممكنة من الشحنات عند دلكهما معًا؟

ج) إذا دُلك قضيب من المادة (ج) بالمادة (أ)، ودُلك قضيب آخر من المادة (ج) أيضا بالمادة (م)، ثم قرب القضيبان من بعضهما بعضًا، فهل يتنافران أم يتجاذبان؟ فسر إجابتك.

الإجابة :

أ) ب

ب) أ و م

ج) يتجاذبان ، عند دلك قضيب من المادة (ج) بالمادة (أ)، يشحن القضيب ج بشحنة سالبة ، وعند دلك قضيب آخر من المادة (ج) أيضا بالمادة (م) يشحن بشحنة موجبة وعند تقريب القضيبان فإنهما يتجاذبان.

الوحدة الرابعة : القوى والمجالات
Forces and Fields

اختبر فهمك ٣

١ – عندما نقوم بدلك بالون بواسطة شعرك، ما نوع الشحنة التي سيكتسبها شعرك؟ ولماذا؟

٢ – مر معك سابقًا أن دلك ساق من الزجاج بواسطة قطعة من الحرير يُكسب الزجاج شحنة موجبة. هل هذا يعني أنه لا يمكن شحن الساق الزجاجية بمادة أخرى؟ فسّر إجابتك.

٣ – هل يمكنك شحن جسم من مادة عازلة (كرة بلاستيكية مثلاً) بالحث؟ فسّر إجابتك.

٤ – ما الفرق بين طريقة الشحن باللمس وطريقة الشحن بالحث؟

الاستكشاف ١

اختبار البالونات

سؤال علمي : ما نوع القوى المتبادلة بين الشحنات الكهربائية ؟

المواد والأدوات : بالون (عدد ٢) – خيط ، قطعة من الصوف – ورقة.

الإجراءات :

١ انفخ البالونين ثم ثبت نهايتيهما بطرفي الخيط.

٢ قم بدلك البالونين بقطعة الصوف كل على حدة، كما في الشكل (٧-١٣).

الشكل (٧-١٣)

٣ ارفع الخيط من منتصفه لجعل البالونين معلقان باتجاه الأرض ، كما في الشكل (٧-١٤). ماذا تلاحظ؟

٤ ضع الورقة بين البالونين. ماذا تلاحظ؟

الشكل (٧-١٤)

الفصل العاشر ... القوى والمجالات الكهربائية

٢٣٤

إجابة اختبر فهمك (٣) :

١- سيكتسب الشعر شحنة موجبة؛ لأن موقعه أعلى من موقع المطاط (البالون) في سلسلة الدلك الكهربائية.

٢- يمكن شحن الساق الزجاجية بمادة أخرى تقع في أسفل مادة الزجاج في سلسلة الدلك الكهربائية، ولكن كمية الشحنة المتولدة على الساق ستكون قليلة لأن المواد قريبة من الزجاج في سلسلة الدلك، أما الحرير فإنه على مسافة بعيدة نسبيا من الزجاج لذا ستكون الشحنة المتولدة كبيرة ويمكن ملاحظة تأثيرها بصورة أكبر.

٣- لا يمكن شحن مادة عازلة بطريقة التأثير(الحث)، لأن المادة العازلة لا تسمح بحرية حركة الإلكترونات.

٤-

الشحن بالحث (بالتأثير)	الشحن باللمس
يكون الجسمان قريبين من بعضهما بعضًا فقط دون أن يتلامسا .	يكون الجسمان متصلين ببعضهما بعضًا
يشحن الجسمان بشحنتين مختلفتين في النوع	يشحن الجسمان بنفس نوع الشحنة

الاستكشاف ١

اختبار البالونات :

الزمن : ٢٠ دقيقة.

حجم المجموعة : ٤–٦ طلاب.

التحليل والتفسير:

١- يبتعد البالونان عن بعضهما بعضًا، لأنه عند دلك كل منهما بقطعة الصوف، فإنهما يكتسبان شحنة سالبة وبالتالي يتنافران.

٢- سيقترب البالونان من بعضهما بعضًا وذلك لأن الورقة متعادلة الشحنة؛ وبالتالي ستعمل الشحنات الموجبة في الورقة على جذب الشحنات السالبة في البالونين.

الاستكشاف ٢

انحناء الماء:

الزمن : ١٠ دقائق.

حجم المجموعة : ثنائية.

الإجراءات :

نبه الطلاب إلى أنه بإمكانهم استخدام ساق الأيونايت أو البالون بدلاً من المشط.

التحليل والتفسير:

١- يشحن المشط بشحنة سالبة لأنه مصنوع من البلاستيك، وهو يقع أسفل الصوف في سلسلة الدلك الكهربائية.

٢- إن الماء المتعادل ينجذب إلى المشط المشحون ويتحرك باتجاهه.

إجابة اختبر فهمك (٤) :

أن تجلس داخل السيارة لأنها عبارة عن صندوق مفرغ من الداخل؛ وبالتالي فإن الشحنات تستقر على السطح الخارجي للسيارة وتحمي ما بداخلها من المجالات الكهربائية.

أي أن القوتين متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه (قانون نيوتن الثالث).

أما الحالة (ب) فإنها تمثل شحنتين مختلفتين، حيث القوة المتبادلة قوة تجاذب وهذا أيضا تتبع نفس الخطوات السابقة وتكون القوتان متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه أيضًا (قانون نيوتن الثالث).

$$\overrightarrow{F_{12}} = -\overrightarrow{F_{21}}$$

لاحظ اتجاه أسهم القوة على الرسم.

مثال (١) :

اكتسب بالون بعد دلكه بقطعة قماش قطنية شحنة مقدارها $-8.0\mu C$ ، ما القوة الكهربائية بين البالون والقماش إذا كانت المسافة الفاصلة بينهما $5 \times 10^{-2} m$ ؟

الحل :

من مبدأ حفظ الشحنة ، فإن قطعة القماش القطنية تكتسب شحنة موجبة مساوية في المقدار لشحنة البالون ، وبالتالي فإن القوة الكهربائية بينها هي قوة تجاذب وتحسب كالتالي:

$$F_{12} = k\frac{q_1 q_2}{r^2} = F_{21}$$

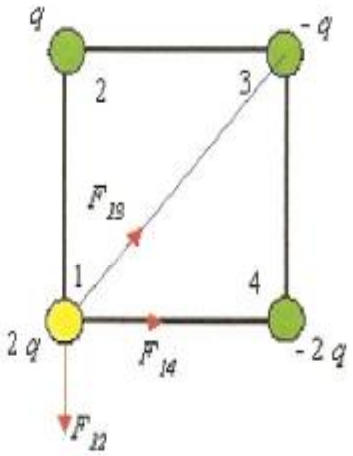
$$= 9 \times 10^{9}\frac{(8.0 \times 10^{-6})^2}{(5.0 \times 10^{-2})^2}$$

$$= 230N$$

أمثلة إضافية لحساب القوة الكهربائية:

في الشكل(٧-٦) ، ما محصلة القوى المؤثرة على الشحنة(2q+) علمًا بأن

$$q = 1 \times 10^{-7} C \text{ و } a = 5 \text{ cm} ?$$



الشكل (٧-٦)

الإجابة :

$$\overrightarrow{F_1} = \overrightarrow{F_{12}} + \overrightarrow{F_{13}} + \overrightarrow{F_{14}}$$

$$F_{12} = K\frac{2qq}{a^2}$$

$$F_{13} = K\frac{2qq}{2a^2}$$

$$F_{14} = K\frac{2q2q}{a^2}$$

لاحظ هنا أننا أهملنا التعويض عن إشارة الشحنات عند حساب مقدار القوى. وبالتعويض في المعادلات ينتج أن:

$$F_{12} = 0.072 \text{ N}$$

$$F_{13} = 0.036 \text{ N}$$

$$F_{14} = 0.144 \text{ N}$$

إجابة اختبر فهمك (٥):

١- ي

٢-

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} = 9\times10^{9}\frac{1.0\times10^{-12}\times1.0\times10^{-12}}{1}$$

$$= 9\times10^{-15}\,N$$

إجابة سؤال النص :

إن زيادة قيمة الشحنة الاختبارية سيزيد من قيمة المقام في المعادلة (٧-٢). ولكن طبقا لقانون كولومب، فإن زيادة قيمة الشحنة يعني أيضًا زيادة قيمة القوة الكهربائية (F) . وفي الواقع ، فإن زيادة قيمة الشحنة (q) على نحو مضاعف، سيؤدي إلى زيادة قيمة القوة (F) بصورة مضاعفة أيضًا. وهذان التغيران يوازنان بعضهما بعضًا، وبالتالي نستطيع القول أن شدة المجال الكهربائي لا تعتمد على كمية الشحنة الاختبارية. وهذا يعني أنه بغض النظر عن قيمة الشحنة الاختبارية المستخدمة، فإن قيمة شدة المجال في أي موقع حول الشحنة(Q) ستكون متساوية.

– قبل أن تعطي الطلاب المثال رقم (٤)، ابدأ معهم بأمثلة بسيطة لحساب شدة المجال الكهربائي كالمثالين الموضحين أدناه :

مثال (١) :

احسب شدة المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة كهربائية مقدارها(9 μC)موضوعة في الهواء، عند نقطة تبعد عنها (0.1 m) ، ثم أوجد مقدار ونوع القوة التي يؤثر بها المجال على شحنة مقدارها (2 μC) ، موضوعة في تلك النقطة.

الحل :

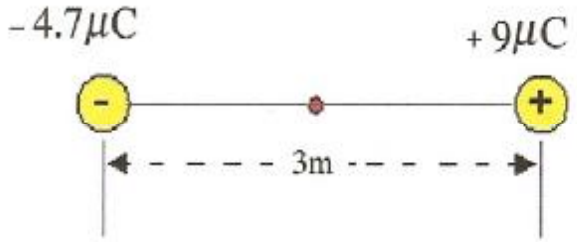
$$E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{9\times10^{9}\times9.0\times10^{-6}}{(0.1)^2}$$
$$= 8.1\times10^{6}\ N/C$$

أما القوة المؤثرة على الشحنة الصغرى فهي :

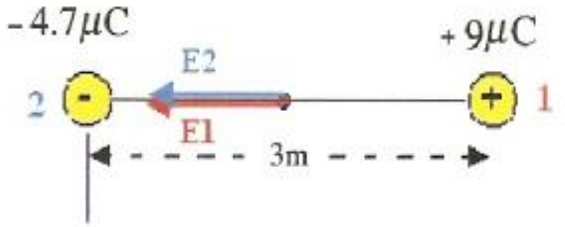
$$F = Eq$$
$$= 8.1\times10^{6}\times2\times10^{-6}$$
$$= 16.2N$$

مثال (٢):

أوجد محصلة المجال الكهربائي لشحنتين كهربائيتين عند منتصف المسافة على الخط الفاصل بينهما كما هو موضح في الشكل التالي:



نحدد المجال الناتج عن كل شحنة عند النقطة المراد حساب المجال الكلي لها وذلك كما في الشكل التالي :



نحسب قيمة المجال E_1 عن الشحنة الأولى والمجال E_2 عن الشحنة الثانية من المعادلة :

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

حيث المسافة r هي (1.5m)

$$E_1 = \frac{kq_1}{r^2} = 9\times10^9 \frac{9\times10^{-6}}{(1.5)^2}$$

$$= 36000 N/C$$

الوحدة الرابعة : القوى والمجالات
Forces and Fields

الحل :

لتحديد النقطة التي يكون عندها شدة المجال الكهربائي يساوي صفرًا ($E = 0$)، يجب علينا اختبار عدد من الاحتمالات. افترض النقاط (v, p,s) ثم اوجد اتجاه المجالات (E_1 و E_2) الناتجة عن الشحنات (q_1 و q_2) عند كل نقطة.

- تكون محصلة المجالات مساوية للصفر عندما يكون E_1 و E_2 متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه.
- عند النقطة S يكون E_1 و E_2 في نفس الاتجاه، وبالتالي لا يمكن أن تكون محصلة المجالين مساوية للصفر بين الشحنتين.
- عند النقطة V يكون E_1 و E_2 في اتجاهين متعاكسين ولكن قيمتهما لا يمكن أن تكون صفرًا (هل يمكنك معرفة السبب) ؟
- عند النقطة P يكون E_1 و E_2 في اتجاهين متعاكسين ومحصلتهما يمكن أن تكون صفرًا.

نفترض إذن أنه عند النقطة P ($E_2 = E_1$) .

$$E_1 = E_2$$

$$k\frac{q_1}{r_1^2} = k\frac{q_2}{r_2^2}$$

$$\frac{2q}{(a+d)^2} = \frac{5q}{d^2}$$

$$\frac{2}{(0.5+d)^2} = \frac{5}{(d)^2}$$

$$5(0.25+d+d^2) = 2d^2$$

$$1.25+5d+5d^2 = 2d^2$$

$$3d^2+5d+1.25 = 0$$

$$E_2 = \frac{kq_2}{r^2} = 9\times10^9 \frac{4.7\times10^{-6}}{(1.5)^2}$$
$$= 42300 N/C$$

ولأن المجالين لهما نفس الاتجاه في هذه النقطة، فان محصلة المجالين هي الجمع الجبري لقيمتيهما:

$$E = E_1 + E2 = 78300 \text{ N/C}$$

واتجاهه إلى اليسار كما في الشكل.

إجابة اختبر فهمك (٦):

(١

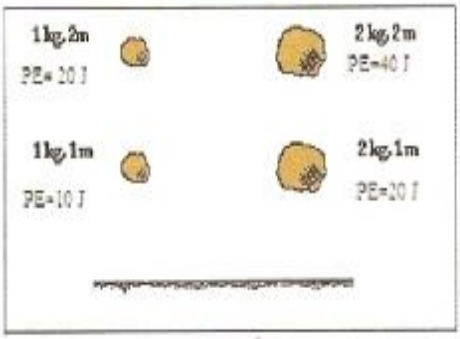
أ)
$$E_1 = k\frac{Q}{r_1^2}$$
$$E_2 = k\frac{Q}{r_2^2}$$
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$
$$\frac{40}{E_2} = \frac{0.6^2}{0.3^2}$$
$$E_2 = 10 N/C$$

ب) 160 N/C

ج) 4.44 N/C

د) 17.8 N/C

٢) B , E , C , A ,D



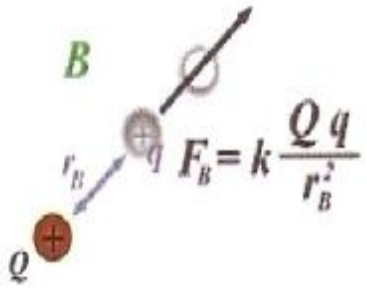
الشكل (٧-٣٢)

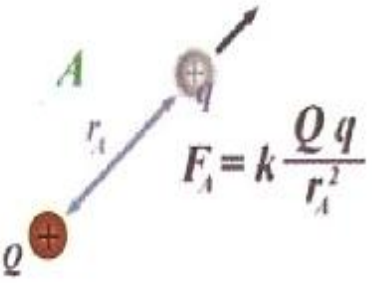
يوضح الشكل (٧- ٣٢) أن الجسم الذي يمتلك ضعف مقدار الكتلة سيمتلك ضعف طاقة الوضع، والجسم الذي له ضعف مقدار الارتفاع سيمتلك ضعف مقدار طاقة الوضع. من الشائع استخدام الموقع الأعلى ليمثل أعلى طاقة وضع. ولكن إلقاء نظرة على الشكل السابق يكشف خطأ هذه العبارة. لاحظ أن كتلة مقدارها kg اعلى ارتفاع $2\ m$ لها نفس طاقة الوضع لجسم آخر كتلته $2\ kg$ على ارتفاع $1\ m$. إن طاقة الوضع تعتمد على نوعين من الكميات هما الكتلة والارتفاع . لذلك فإنه من غير المناسب أن نعزي ارتفاع طاقة الوضع إلى زيادة الارتفاع في مجال الجاذبية الأرضية.

ولكن إذا تمت المقارنة بين طاقة الوضع لأجسام متساوية في الكتلة، عندها يمكن اعتبار الارتفاع العامل الأساسي لزيادة طاقة الوضع. لذلك يتم استخدام مفهوم فيزيائي يعرف بجهد الجاذبية *gravitational potential* وهو يعبر عن مقدار طاقة الوضع لكل كيلوغرام، كما هو موضح في الشكل (٧-٣٣) ويحسب كالتالي:

$$Gravitational\ Potential = \frac{PE}{m} = gh \qquad (٧-٤)$$

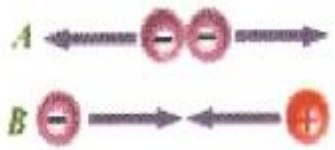
مثال(١):





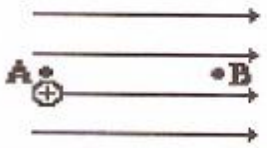
الشحنة q في الوضع (A) تتعرض لقوة أكبر من الوضع (B)، فإذا كانت $\left(r_B = \frac{1}{2}r_A\right)$، فإن $\left(F_B = 4F_A\right)$.

مثال (٢):



طاقة وضع كهربائية عالية

الشحنات في الوضع (A) تمتلك طاقة وضع عالية لأن الشحنات تميل إلى الانفصال عن بعضها بعضا، وفي الوضع (A) تمتلك الشحنات طاقة وضع عالية لأنها تميل إلى الاقتراب من بعضها بعضا.



يبذل شغلاً على الشحنة ؟

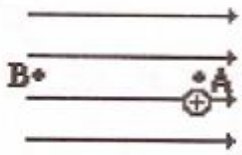
نعم ✓ لا

أكبر قيمة لطاقة الوضع الكهربائية عند النقطة:

✓ A B

أكبر قيمة للجهد عند النقطة :

✓ A B



يبذل شغلاً على الشحنة ؟

نعم ✓ لا

أكبر قيمة لطاقة الوضع الكهربائية عند النقطة :

✓ B A

أكبر قيمة للجهد عند النقطة :

✓ B A

التحليل والتفسير:

١- 9 J/C

٢- يعتمد ذلك على مقدار الشحنة الكلية في المستوى :

الطاقة الكلية = الشحنة الكلية × فرق الجهد

٣- يعتمد ذلك على مقدار الشحنة الكلية في المستوى:

$$\Delta PE = \Delta V \, .q$$

إجابة اختبر فهمك (٨):

١- حتى تتولد طاقة يجب أن يكون هناك فرق في الجهد بين المستويين ، وإذا استخدمت بطاريتين ($9V$) ، فلن يكون هناك فرق في الجهد بين البطاريتين وبالتالي لا يمكن تشغيل السيارة.

الوحدة الرابعة : القوى والمجالات
Forces and Fields

الملاحظات وتسجيل البيانات:

١- قم بعمل جدول كالموضح أدناه :

المستوى	الشحنة	الجهد	الطاقة

٢- النموذج يوضح قيم مختلفة للشحنات في مستويات طاقة مختلفة. أين يمكن وضع الكرات حتى تحصل على طاقة مقدارها صفر؟ وضّح ذلك.

التحليل والتفسير :

١- كم مقدار الطاقة اللازمة لرفع كل كولوم من الشحنة (كل كرة) من سطح الطاولة إلى مستوى(9V) ؟

٢- ما مقدار طاقة الوضع الكلية المختزنة في المستوى(9V) ؟

٣- القيمة الكلية لطاقة الوضع عند المستوى (6V) ليست / 6 ، لماذا ؟

٤- كم مقدار الطاقة الناتجة إذا انتقلت الشحنات في المستوى(9V) إلى المستوى (6V) ؟ فسّر إجابتك.

اختبر فهمك

١- البطارية (9V) صغيرة جدا أما بطارية السيارة 12 V فهي كبيرة جدًا. استخدم النموذج الذي صممته في الاستكشاف (٣) لتفسير لماذا لا تستطيع بطاريتان(9V) من تشغيل سيارتك.

إجابة اختبر فهمك (٩) :

أ) $I = \frac{Q}{t} = \frac{20}{40} = 0.5A$

ب) $I = \frac{Q}{t} = \frac{2}{0.5} = 4A$

حل أسئلة الفصل

أولاً : الأسئلة الموضوعية

السؤال الأول :

رقم المفردة	الإجابة الصحيحة
١	د
٢	د
٣	ج
٤	ب

السؤال الثاني :

١-

الحالة الأولى: A إما أن يكون موجب أو متعادل، C سالب الشحنة.

التفسير: لأن B سالب الشحنة ويتجاذب مع Aفهذا يعني أن A إما أن يكون موجب أو متعادل الشحنة (لأن الأجسام المشحونة تجذب الأجسام المتعادلة) ، ولأن C يتنافر مع B فهذا يعني أنهما يحملان شحنتين متشابهتين أي أن C سالب الشحنة.

الحالة الثانية: A موجب الشحنة ، C موجب الشحنة.

٢-

	الشحنة مصدر المجال Q (C)	الشحنة الاختبارية q (C)	القوة المؤثرة على الشحنة الاختبارية F (N)	شدة المجال الكهربائي E (N/C)	المسافة
أ	$4 \times 10^{-4}\ C$	$1 \times 10^{-6}\ C$	$0.20\ N$	$2 \times 10^{+5}\ N/C$	d
ب	$4 \times 10^{-4}\ C$	$2 \times 10^{-6}\ C$	$0.40\ N$	$2 \times 10^{+5}\ N/C$	d
ج	$8 \times 10^{-4}\ C$	$1 \times 10^{-6}\ C$	$0.40\ N$	$4 \times 10^{+5}\ N/C$	d
د	$8 \times 10^{-4}\ C$	$2 \times 10^{-6}\ C$	$0.80\ N$	$4 \times 10^{+5}\ N/C$	d
هـ	$8 \times 10^{-4}\ C$	$1.5 \times 10^{-6}\ C$	$0.60\ N$	$4 \times 10^{+5}\ N/C$	d
و	$8 \times 10^{-4}\ C$	$1 \times 10^{-6}\ C$	$0.10\ N$	$1 \times 10^{+5}\ N/C$	$2d$
ز	$8 \times 10^{-4}\ C$	$2 \times 10^{-6}\ C$	$0.20\ N$	$1 \times 10^{+5}\ N/C$	$2d$
ح	$8 \times 10^{-4}\ C$	$1 \times 10^{-6}\ C$	$0.10\ N$	$1 \times 10^{+5}\ N/C$	$2d$
ط	$4 \times 10^{-4}\ C$	$2 \times 10^{-6}\ C$	$0.40\ N$	$8 \times 10^{+5}\ N/C$	$0.5d$
ي	$4 \times 10^{-4}\ C$	$2 \times 10^{-6}\ C$	$0.40\ N$	$8 \times 10^{+5}\ N/C$	$0.5d$

٣-

أ) أ – ج

ب) هـ – و

ج) أ – ب

ثانيًا : الأسئلة المقالية :

١)

أ) لأن الشحنات تتنافر عن بعضها بعضًا مسببة ابتعاد الشعيرات عن بعضها بعضًا.

ب) لأن جسم الإنسان موصل للشحنات، وبالتالي تنتقل الشحنات من المولد إلى الطفل الأول ثم إلى الطفل الثاني لأنه يمسك بيد الطفل الأول.

ج) لا ، لأنها لو وصلا بالأرض فستنتقل الشحنات إلى الأرض ولن يقف شعر الطفلان .

٢) خطوط المجال لا تتقاطع أبدا.

٣) تنتقل الشحنات من الموصل الأول إلى الموصل الثاني وبالتالي تقل الشحنات على الموصل الأول وتزداد على الموصل الثاني، ولكن يظل عدد الشحنات الكلية ثابتًا لا يتغير.

الوحدة الرابعة : القوى والمجالات
Forces and Fields

الأسئلة المقالية :

١- أحد الأطفال في الشكل (٧- ٤٤) يلمس مولدا للكهرباء الساكنة.

أ) لماذا يقف شعر رأس الطفل الذي يلمس المولد ؟

ب) لماذا أيضًا يقف شعر الطفل الثاني ؟

ج) هل الطفلان موصلان بالأرض؟ فسّر إجابتك.

الشكل (٧- ٤٤)

٢- رسمت منى خطوط المجال الكهربائي الناشئ عن شحنتين كهربائيتين. ما الخطأ الذي وقعت فيه منى؟

٣- بيّن أن الشحن بالمس يتفق ومبدأ حفظ الشحنة.

٤- علل لما يلي :

أ) صهاريج نقل البترول يتدلى من خلفها قطعة من الجنزير المعدني تكون ملامسة للأرض.

ب) مرعان ما يتجمع الغبار على نافذة من الزجاج بعد مسحها بقطعة قماش.

ج) القوى الكهربائية بين الشحنات هي قوى كبيرة جدًا بالمقارنة مع قوى الجاذبية، على الرغم من ذلك فإننا غالبًا لا نحس بالقوى الكهربائية بيننا وبين الأجسام المحيطة بنا، بينما نحس بالتجاذب بيننا وبين الأرض.

الفصل الثاني ... القوى والمجالات الكهربية

٢٦٩

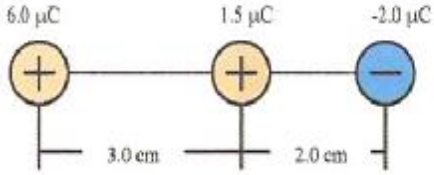
(

أ) حتى يتم تفريغ الشحنات إلى الأرض وبالتالي لا تحدث حرائق في حالة التعرض للمجالات الكهربائية .

ب) لأن الزجاج يشحن بشحنة موجبة عند دلكه بقطعة القماش، وبالتالي يعمل على جذب جزيئات الغبار السالبة الشحنة.

ج) القوى الكهربائية تكون كبيرة جدًّا في حالة الأجسام المادية الصغيرة جدًّا.

٥- ثلاث شحنات كهربائية مرتبة كما في الشكل (٧- ٤٥) :

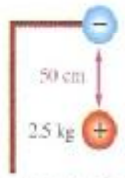


الشكل (٧- ٤٥)

أ) احسب شدة المجال الكهربائي على بعد 1 cm من يسار الشحنة الوسطى.

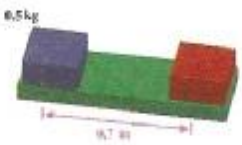
ب) ما مقدار القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة -2.0 μC ؟

٦- الشكل (٧- ٤٦) يوضح كرتين تزن كل واحدة منهما 2.5 kg مشحونتين بشحنتين متساويتين في المقدار ومتضادتين في الإشارة. الكرة A مثبتة على عمود والكرة B أسفل الكرة A ، ما مقدار شحنة كل كرة إذا كانت الكرة B ساكنة؟



الشكل (٧- ٤٦)

٧- الشكل (٧- ٤٧) يوضح مكعبين خشبيين متماثلين وزن كل واحد منهما 500 g ويحملان شحنتين مختلفتين . إذا كان معامل الاحتكاك السكوني بين المكعب والسطح 0.30 والمسافة بين المكعبين 70 cm، ما مقدار أقل قيمة للشحنة التي تجعل المكعبين يتحركان في اتجاه بعضهما؟



الشكل (٧- ٤٧)

٥-

أ) $E = 2.0 \times 10^7$ N/c

٦- بما أن الكرة B ساكنة، فهي في حالة اتزان (القوى المحصلة عليها تساوي صفرًا)

القوى المؤثرة على الكرة B هي : قوة الجاذبية F_g وقوى التجاذب الكهربائية F_E بينها وبين الكرة A .

$$F_g = F_E$$

$$mg = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$2.5 \times 9.8 = 9 \times 10^9 \frac{q^2}{(0.5)^2}$$

$$24.5 = 3.6 \times 10^{10} q^2$$

$$q^2 = 6.8 \times 10^{-10} C^2$$

$$\therefore q = 2.5 \times 10^{-5} C$$

٧-

$$f_s = \mu n = \mu mg$$

$$F_E = f_s$$

$$k\frac{q^2}{r^2} = \mu mg$$

$$q^2 = \frac{\mu mg \cdot r^2}{k}$$

$$= \frac{0.3 \times 0.5 \times 9.8 \times (0.7)^2}{9 \times 10^9}$$

$$= 8 \times 10^{-11} C^2$$

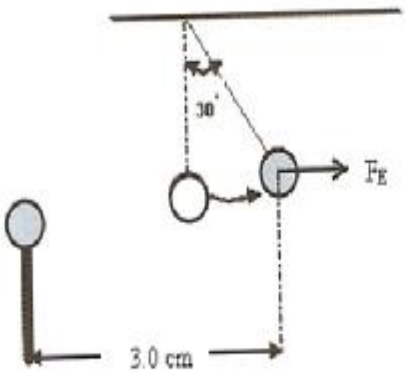
$$\therefore q = 8.9 \times 10^{-6} C$$

٨- الشكل (٧- ٤٨) يوضح كرتين كتلة كل منهما 0.1g ومتساويتين في الشحنة. إحدى الكرتان معلقة بواسطة خيط معزول، والأخرى موضوعة على مسافة 3.0 cm من الكرة المعلقة، تصنع الكرة المعلقة زاوية مقدارها 30.0° مع المستوى العمودي وهي في حالة اتزان بواسطة F_E و F_g و F_T (القوة الكهربائية ، وقوة الجاذبية ، وقوة الشد) . احسب كلا مما يلي:

أ) F_g

ب) F_E

ج) الشحنة على الكرتين.



كرة المعلقة في حالة اتزان ، وبالتالي فإن
محصلة القوى المؤثرة عليها تساوي صفرًا.

$$F_g = mg = 1\times10^{-3}\times9.8 = 9.8\times10^{-3}N$$

محصلة القوى المؤثرة في الاتجاه العمودي
= صفرًا

$$T\cos30 - F_g = 0$$

$$T = \frac{F_g}{\cos30} = 0.011N$$

القوى المؤثرة في الاتجاه الأفقي = صفرًا

$$F_E - T\sin30 = 0$$

$$F_E = T\sin30$$

$$F_E = 5.5\times10^{-3}$$

$$F_E = k\frac{qq_{21}}{r^2}$$

$$F_E = 9\times10^9\frac{q^2}{.09}$$

$$q^2 = \frac{.09\times5.5\times10^{-3}}{9\times10^9}$$

$$= 5.5\times10^{-14}C^2$$

$$q = 2.3\times10^{-7}C$$

شبكة المدارس العمانية

www.almdares.net

الفصل الثامن

إجابة اختبر فهمك (١):

١- تتشابه الشحنات الكهربائية والأقطاب المغناطيسية في أن لهما قوة تجاذب وتنافر. والفرق بينهما أنه يمكن عزل الشحنات في حين لا يمكن عزل الأقطاب.

والآن لو تأملت قضيبًا مغناطيسيًا ، أين تكمن حركة الشحنات المسببة للمجال المغناطيسي في هذا المغناطيس رغم أنه يبدو ساكنًا ؟ إن الجواب يكمن في حركة الإلكترونات الموجودة في الذرات المكونة للمغناطيس. هذه الإلكترونات تتحرك بصورة مستمرة ومنتظمة ، وهناك نوعين من حركة الإلكترونات المسببة للمغناطيسية وهي :

١- الحركة المدارية : حيث تتحرك الإلكترونات حول النواة في مدارات محددة .

٢- الحركة المغزلية للإلكترون : وهي حركة الإلكترونات حول محورها، كما في الشكل (٨-٣).

الشكل (٨-٣)

في معظم المواد يلغى المجال الناشئ عن الحركة المغزلية على المجال الناشئ عن الحركة المدارية. إن كل إلكترون يتحرك حركة مغزلية يمكن اعتباره مغناطيسًا بالغ الصغر، وبالتالي فإن زوجين من الإلكترونات يتحركان في نفس الاتجاه سوف يصنعان مغناطيسًا أقوى، والعكس إذا كان الإلكترونان يتحركان في اتجاهين متعاكسين فإنهما يعملان عكس بعضهما ، وبالتالي فإن المجالين الناشئين يلغي أحدهما الآخر، ولهذا السبب فإن معظم المواد هي مواد غير مغناطيسية ، ففي معظم الذرات تلغي المجالات المختلفة بعضها بعضًا لأن الحركة المغزلية للإلكترونات تكون في اتجاهات متعاكسة . أما المجالات الموجودة في مواد كالحديد والنيكل والكوبالت ، فلا تلغي بعضها بعضًا. لسر ذلك .

■ خطوط المجال المغناطيسي *Magnetic Field Lines*

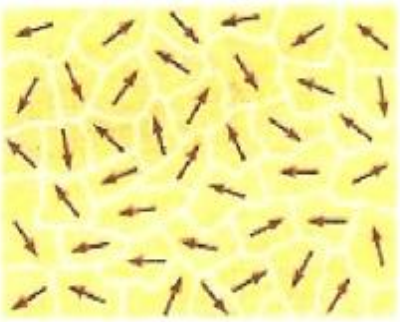
يعبّر عن المجال المغناطيسي كما هو الحال في المجال الكهربائي بخطوط وهمية تسمى خطوط المجال المغناطيسي *magnetic field lines* . ويمكن رسم خطوط المجال المغناطيسي باستخدام إبرة البوصلة. حيث توضع إبرة البوصلة عند أية نقطة حول المغناطيس وعندما تسكن يتخذ محورها شكل خط المجال عند ذلك الموضع. كما ويمكن رسم خطوط المجال باستخدام برادة حديد.

حلقية علمية : الحقول المغناطيسية
etic domain

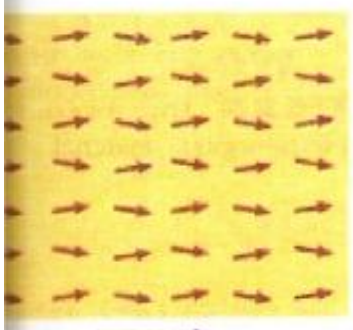
في المواد المغناطيسية كالحديد والك
والنيكل، يمكن اعتبار كل ذرة مغناطي
الصغر ويطلق عليه " المغناطيس الذري "
اقتران قوي بين المغناطيسات الذرية المت
حيث تنظم هذه المغناطيسات نفسها
تكون اتجاهاتها متوازية (القطب الشما
إلى نفس الاتجاه في جميع المغناط
الذرية)، وتدعى هذه المجموعات الم
بالحقول المغناطيسية .

ويتراوح حجم هذه الحقول بين n
إلى 0.1 cm .

عندما تكون هذه المواد غير ممغ
تكون مغناطيسات هذه الحقول مرتبة
عشوائي كما يظهر في الشكل (٨-



الشكل (٨-١أ)



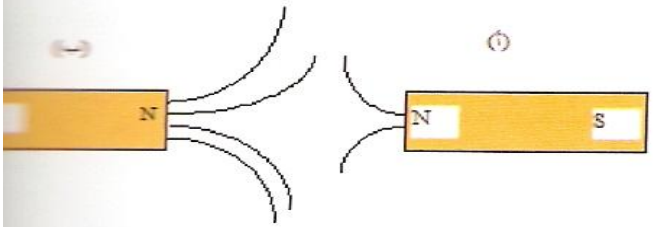
الشكل (٨-١ب)

وعند تعريض المادة لمجال مغناطيسي خارجي يظهر عاملان ، الأول هو أن مغناطيسات هذه الحقول تميل إلى الاتجاه في نفس اتجاه المجال الخارجي كما يظهر في الشكل (٨-١ب)، والعامل الثاني هو كبر حجم الحقول التي تنتظم في نفس اتجاه المجال المغناطيس الخارجي حساب الحقول غير المنتظمة ، وهذان العاملان هما السبب في تمغنط المادة.

إجابة اختبر فهمك (٢):

١ـ خطوط المجال المغناطيسي خطوط مقفلة تتجه من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي خارج المغناطيس، ثم من الجنوبي إلى الشمالي داخل المغناطيس. أما بالنسبة لخطوط المجال الكهربائي فهي تتوقف على سطح الشحنة ولا تخترقه.

٢ـ أ)



ب) المغناطيس (أ)هو الأضعف

الاستكشاف ٢

دراسة المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي مستمر في سلك مستقيم.

الزمن المطلوب : ٢٥ دقيقة.

حجم المجموعة : ٤–٦ طلاب.

الإجراءات :

– نبه الطلاب في الخطوة (٦) إلى أنه بزيادة شدة التيار، فإن البوصلة ستظل تنحرف على مسافة أبعد من ذي قبل عن السلك.

التحليل والتفسير :

١– نمطًا من الدوائر متحدة المركز.

٢– يقل انتظام برادة الحديد كلما ابتعدنا عن المركز.

٣– عندما ينعكس اتجاه التيار، ينعكس اتجاه مؤشر كل بوصلة، مما يعني أن اتجاه المجال المغناطيسي قد انعكس أيضًا.

٤– بزيادة شدة التيار المار في السلك، تزداد شدة المجال المغناطيسي.

إجابة اختبر فهمك (٣) :

أ)

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d_1}$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi \times 1\times 10^{-2}}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi \times 2\times 10^{-2}}$$

$$\frac{B_1}{B_2} = 2$$

$$\therefore B_2 = \frac{B_1}{2}$$

شدة المجال ستقل إلى النصف.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d_1}$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi \times 1\times 10^{-2}}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi \times 3\times 10^{-2}}$$

$$\frac{B_1}{B_2} = 3$$

$$\therefore B_2 = \frac{B_1}{3}$$

شدة المجال ستقل إلى الثلث

الاستكشاف ٣

تخطيط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار في ملف دائري

الزمن المطلوب : ٢٥ دقيقة.

حجم المجموعة : ٤–٦ طلاب.

التحليل والتفسير :

١– خطوط المجال مستقيمة عند المركز وتبدأ بالانحناء كلما ابتعدنا عنه.

٢– داخل الملف ، أي أن المجال المغناطيسي أكبر داخل الملف عن خارجه.

إجابة اختبر فهمك (٤) :

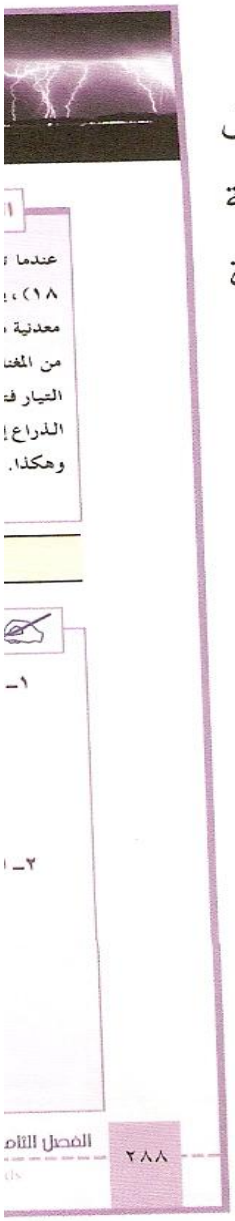
١) داخل الملف ، لأن خطوط المجال تكون قريبة من بعضها بعضًا.

٢–

$$B = \frac{\mu_o NI}{2R}$$

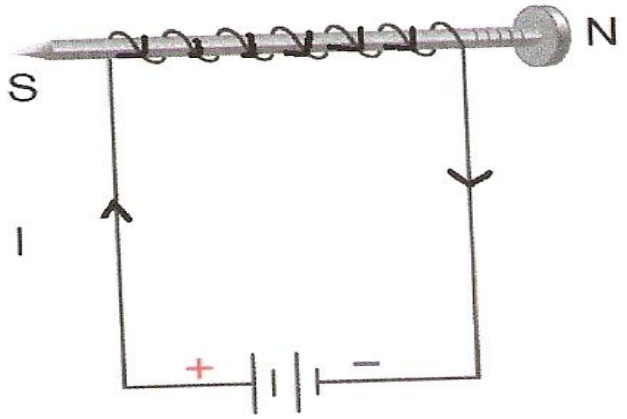
$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 80 \times 2.0}{2 \times 0.1}$$

$$= 6.2 \times 10^{-5}\, T$$



إجابة اختبر فهمك (٥) :

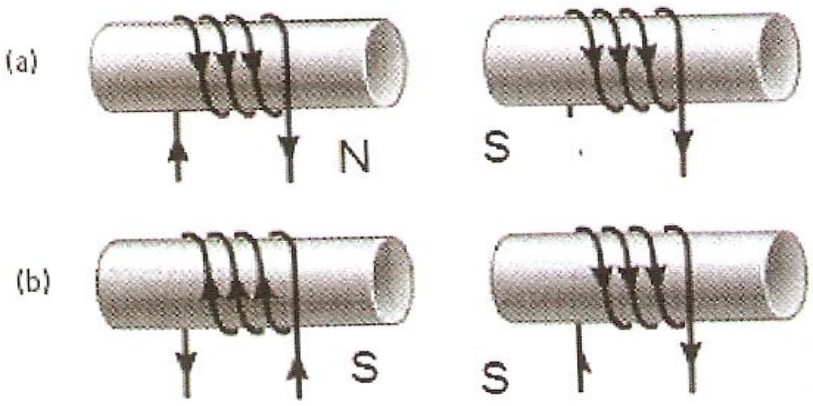
١- رأس المسمار سيكون القطب الشمال للمغناطيس، وذلك بتطبيق قاعدة قبضة اليد اليمنى الثانية أو باستخدام قاعدة (S,N)



) الأقطاب محددة على الرسم.

) الزوجين (a) بينهما تجاذب لأن الأقطاب
جاورة مختلفة.

زوجين (b) بينهما تنافر لأن الأقطاب
جاورة متشابهة.



إجابة اختبر فهمك (٦) :

أ) إلى الأعلى.

ب) إلى الداخل.

ج) لا توجد قوة مغناطيسية.

د) إلى الخارج.

إجابة اختبر فهمك (٧):

١) سوف يتحرك السلك إلى داخل المغناطيس .

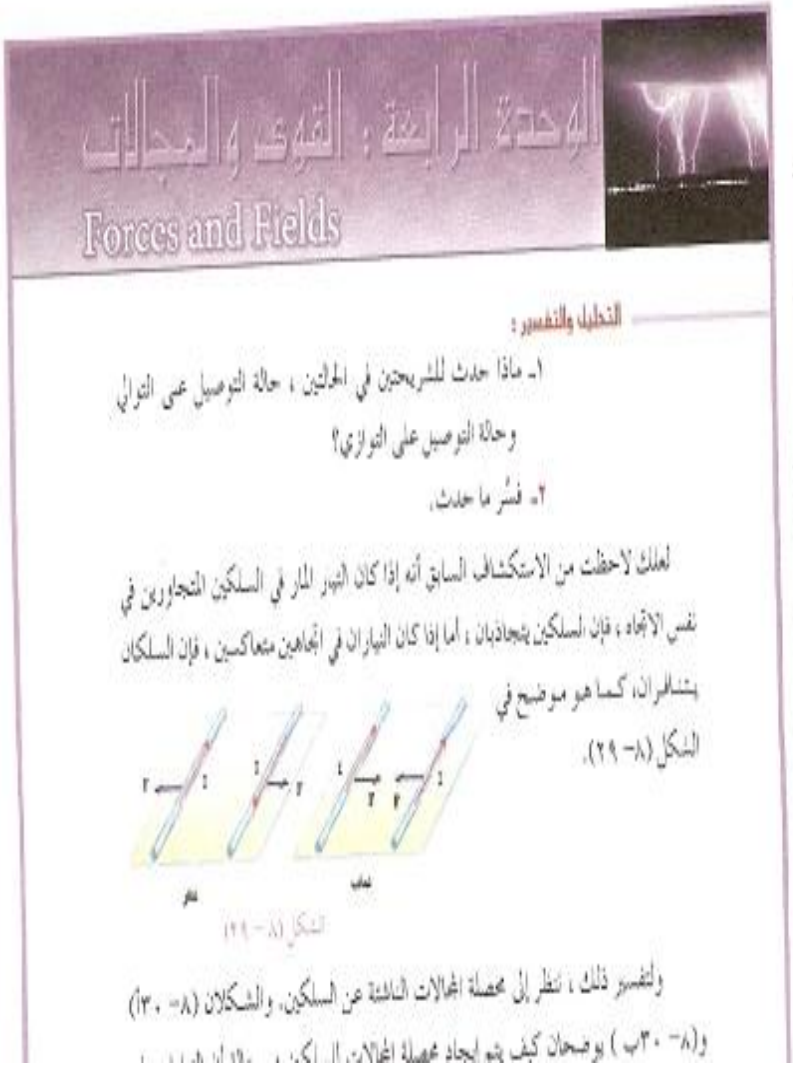
٢)

$$F = BIl\sin\theta$$
$$= 2.0\times10^{-4}\times20\times0.3\times\sin 53$$
$$=9.6\times10^{-4}N$$

التحليل والتفسير:

١) في حالة التوصيل على التوالي تتنافر الشريحتان، أما في حالة التوصيل على التوازي تتجاذب الشريحتان.

٢) كل شريحة تولد حولها مجالاً مغناطيسيًّا يؤثر على الآخر بقوة مغناطيسية، واتجاه هذه القوى هو الذي يحدد نوعها (تجاذب أو تنافر) ويتم ذلك باستخدام قاعدة راحة اليد اليمنى.



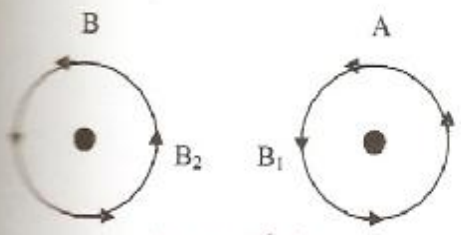
خلفية علمية : القوى المتبادلة بين الأسلاك الحاملة للتيار

يمكن تفسير قوى التجاذب والتنافر التي تحدث بين الأسلاك المتجاورة كالآتي:

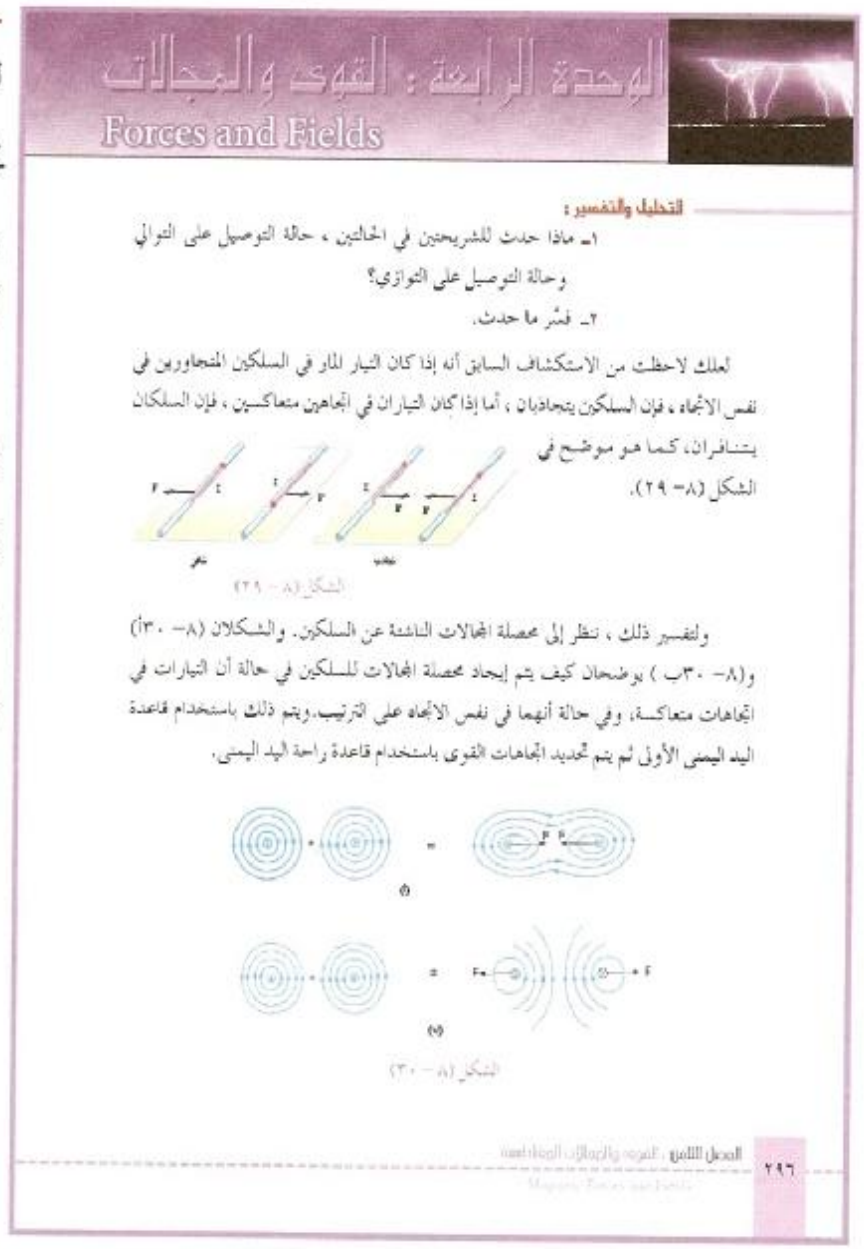
أ) في حالة أن التيارات المارة في السلكين في نفس الاتجاه:

لنفترض سلكين A و B يمر في كل واحد منهما تيار يتجه إلى الخارج باتجاه القارئ، الخطوات التالية ستساعدك على تحديد نوع القوة المتبادلة بين السلكين:

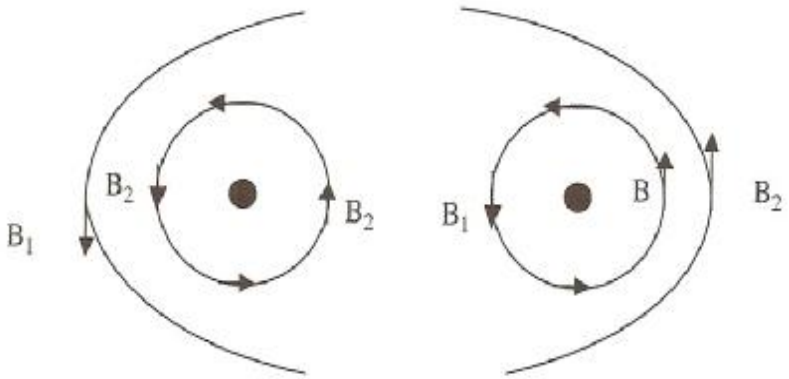
١) حدد اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ حول كل سلك باستخدام قاعدة قبضة اليد اليمنى، كما في الشكل (٨-٢).



الشكل (٨-٢)

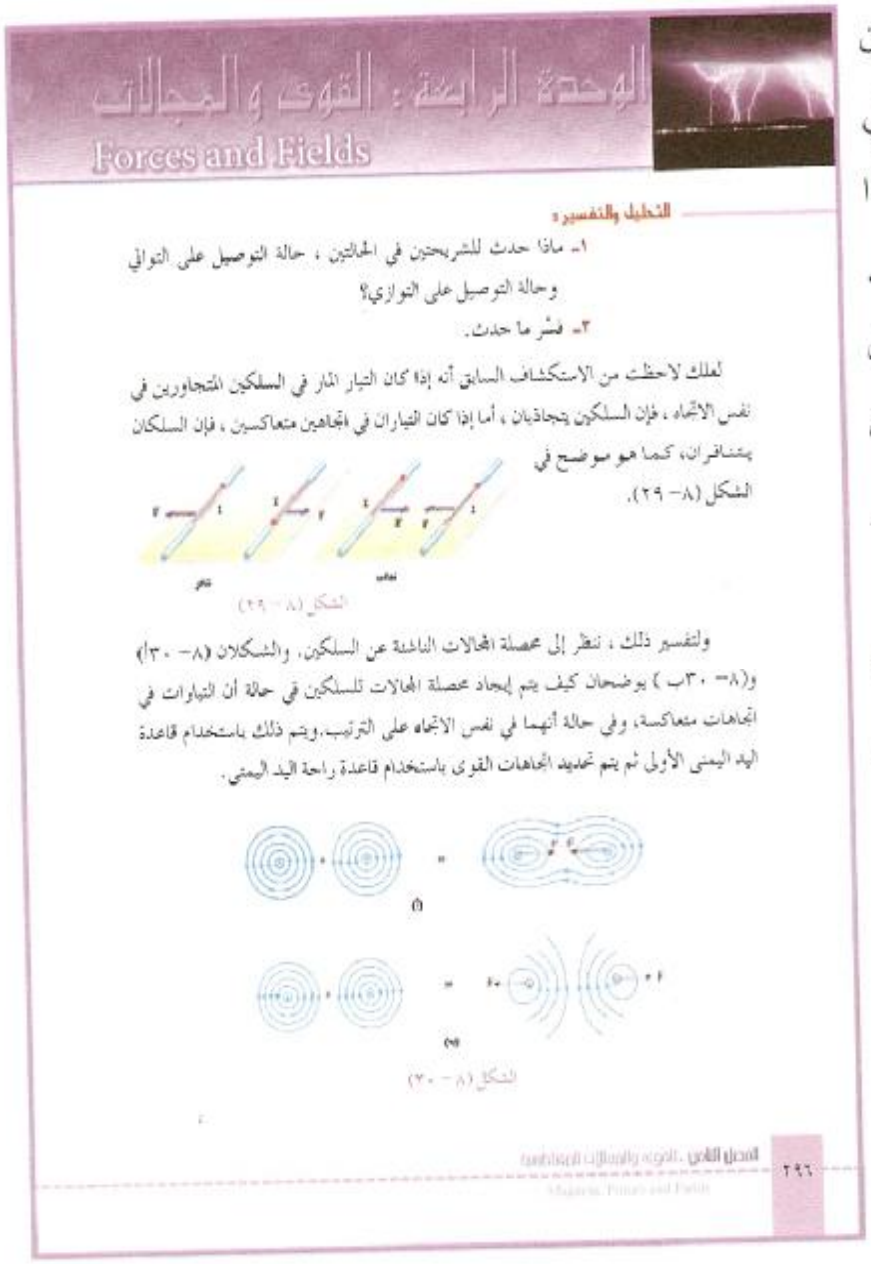


٣- حدد اتجاهات المجالات المغناطيسية التي يؤثر بها كل سلك على الآخر، كما في الشكل (٨-٣).



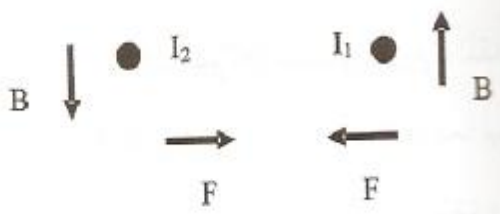
$B_T = B_1 + B_2$ $B_T = B_1 - B_2 = 0$ $B_T = B_1 + B_2$

الشكل (٨-٣)



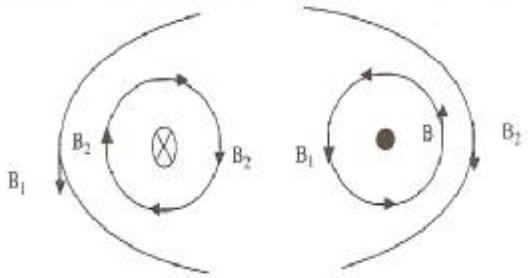
ستلاحظ أنه في المنطقة التي بين السلكين تكون المجالات في اتجاهات متعاكسة وبالتالي تلغي بعضها بعضًا، أو تكون ضعيفة جدًّا وبالتالي لا تؤثر بقوة ملحوظة على السلكين. أما في المنطقة خارج السلكين فتكون المجالات في نفس الاتجاه ، وبالتالي فإن محصلتهما تكون كبيرة وهو ما يؤدي إلى تأثر السلكين بقوة بسبب محصلة هذه المجالات.

ويمكن تعيين اتجاه هذه القوة باستخدام قاعدة راحة اليد اليمنى لتكون كما في الشكل (٨-٤) .



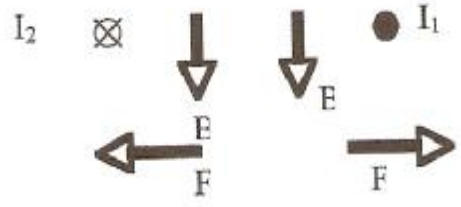
الشكل (٨-٤)

ب) في حالة أن التيارات المارة في السلكين في اتجاهين متعاكسين : تتبع نفس الخطوات السابقة ومحصلة المجالات يوضحها الشكل (٨- ٥).



الشكل (٨-٥)

ستلاحظ في المنطقة بين السلكين أن المجالات تكون في نفس الاتجاه وبالتالي تتكون محصلة المجال كبيرة، أما في المنطقة خارج السلكين فتكون المجالات في اتجاهات متعاكسة وبالتالي تلغي بعضها بعضًا أو تكون ضعيفة جدًّا. ويمكن تعيين اتجاه القوة باستخدام قاعدة راحة اليد اليمنى لتكون كما في الشكل (٨-٦).



الشكل (٨-٦)

الوحدة الرابعة : القوى والمجالات
Forces and Fields

التحليل والتفسير :

١- في أي حالة من الحالات السابقة ينحرف مؤشر الجلفانومتر ؟

٢- هل يمكن زيادة مقدار انحراف مؤشر الجلفانومتر؟ وضّح إجابتك .

إن التيار الكهربائي اللحظي الذي تولد في السلك على الرغم من عدم وجود بطارية في الدائرة الكهربائية يسمى التيار الحثي *induced current* ، لأنه ينشأ بحثٌ من المجال المغناطيسي. لاحظ أن التيار الحثي يتولد في الدائرة عندما تُقطع خطوط المجال سواء أكان ذلك بتحريك السلك أم بتحريك المغناطيس، بينما لا يتولد تيار إذا لم يتحرك أي منهما.

كيف نتج التيار الحثي في الاستكشاف السابق على الرغم من عدم وجود بطارية في الدائرة الكهربائية ؟ هل ينشئ المجال المغناطيسي نوعًا آخر من القوة الدافعة الكهربائية؟ ما العوامل التي تحدد ذلك ؟

الاستكشاف ٦

القوة الدافعة الكهربائية الحثية.

سؤال علمي : هل ينشئ المجال المغناطيسي نوعًا آخر من القوة الدافعة الكهربائية ؟

المواد والأدوات : مغناطيس مستقيم - جلفانومتر - ملف حلزوني أو دائري.

الإجراءات :

١ صل طرفي الملف بطرفي الجلفانومتر.

٢ قرّب المغناطيس من الملف، كما في الشكل (٨-٣٦) ، ولاحظ التيار الحثي المتولد من خلال انحراف مؤشر الجلفانومتر.

الشكل (٨ - ٣٦)

التحليل والتفسير:

١) ينحرف مؤشر الجلفانومتر إذا قطع السلك خطوط المجال المغناطيسي سواء أكان بتحريك السلك أم بتحرك المغناطيس.

٢) يمكن زيادة مقدار انحراف مؤشر الجلفانومتر بزيادة سرعة تحريك الملف أو المغناطيس.

الاستكشاف ٦

القوة الدافعة الكهربائية الحثية.

الزمن المطلوب : ١٥ دقيقة.

حجم المجموعة : ثنائية.

الإجراءات :

يمكنك استخدام ملف حلزوني بدلاً من الملف الدائري.

بإمكانك دراسة العوامل المؤثرة على مقدار القوة الدافعة الحثية وذلك باستبدال الملف بملف عدد لفاته أكبر، ثم اسأل الطلاب عن ملاحظاتهم حول مقدار التيار المتولد.

زد من سرعت تحريكك للمغناطيس واسأل الطلاب عن ملاحظاتهم.

التحليل والتفسير:

١- ينشأ تيار حثي عند تحريك الملف أو المغناطيس.

٢- لا ينشأ تيار حثي؛ وذلك لأن الملف يخترق عددًا ثابتًا من خطوط المجال، أما عند تقريب المغناطيس أو الملف يزداد عدد خطوط المجال التي تخترق الملف، وعند إبعاده يقل عدد خطوط المجال التي تخترق الملف.

خلفية علمية : الحث الكهرومغناطيسي.

كان اكتشاف تولد المغناطيسية من مرور تيار كهربائي في سلك بمثابة نقطة تحول في الفيزياء وما تبعها من تقدم تقاني. ففي القرن التاسع عشر أثير تساؤل عما إذا كانت المغناطيسية قادرة على توليد تيار كهربائي في سلك أم لا ؟

ومضت سنوات عديدة قبل أن تظهر الإجابة على هذا التساؤل على يدي مايكل فاراداي (١٧٩١-١٨٦٧م) في انجلترا وجوزيف هنري (١٧٩٧- ١٨٧٨م) بالولايات المتحدة.وكانت الأجهزة الوحيدة التي تولد التيار الكهربائي هي الأعمدة الكهربائية البسيطة (الخلايا الفولتية)، وقد وفّر هذا الاكتشاف البديل الرئيس لهذه الأجهزة المحدودة، إذ كان لاكتشافهما أثره في الطاقة المستخدمة في العالم.

حل أسئلة الفصل

أولاً : الأسئلة الموضوعية

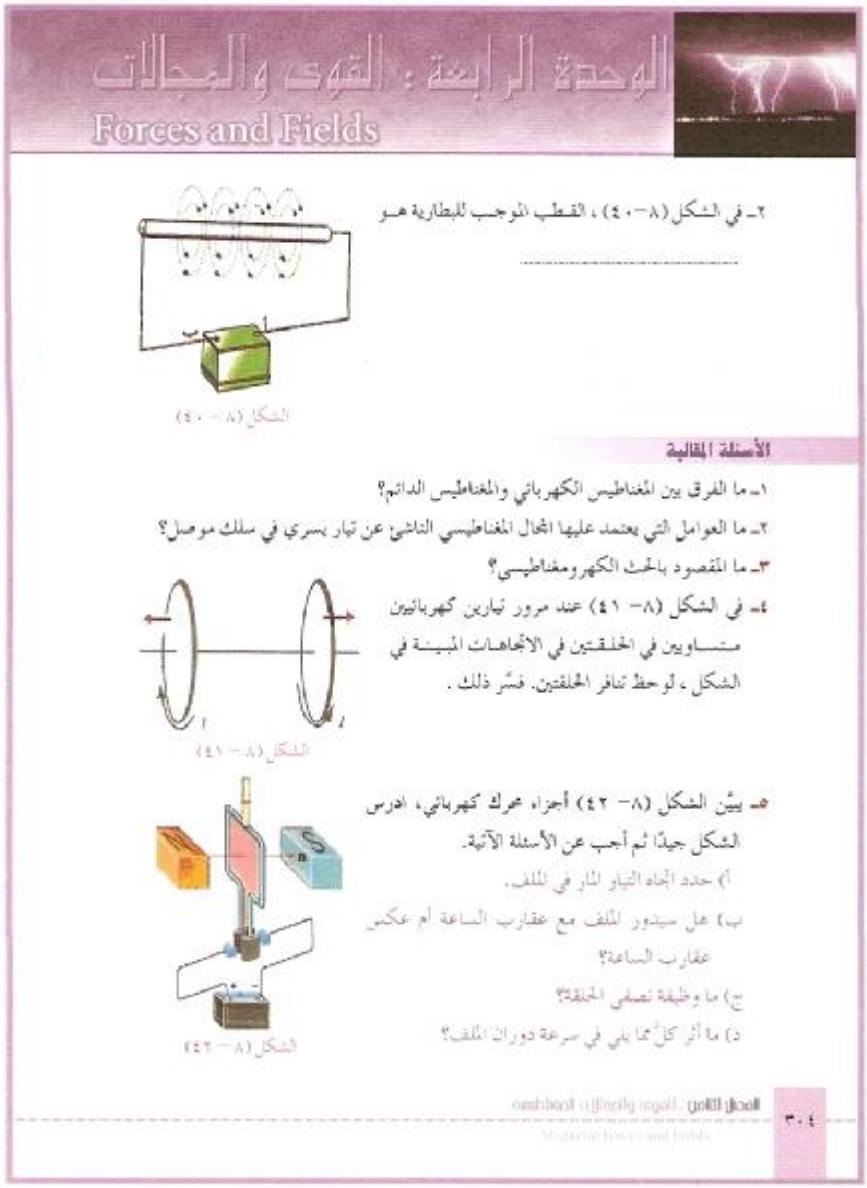
السؤال الأول :

رقم المفردة	الإجابة الصحيحة
١	ب
٢	ب
٣	د
٤	أ
٥	د
٦	ج

السؤال الثاني :

١)ج

٢)أ



الوحدة الرابعة : القوى والمجالات
Forces and Fields

٢- في الشكل (٨-٤٠) ، القطب الموجب للبطارية هو .....

الشكل (٨ - ٤٠)

الأسئلة المقالية

١- ما الفرق بين المغناطيس الكهربائي والمغناطيس الدائم؟

٢- ما العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار يسري في سلك موصل؟

٣- ما المقصود بالحث الكهرومغناطيسي؟

٤- في الشكل (٨- ٤١) عند مرور تيارين كهربائيين متساويين في الحلقتين في الاتجاهات المبينة في الشكل ، لوحظ تنافر الحلقتين. فسّر ذلك .

الشكل (٨ - ٤١)

٥- يبيّن الشكل (٨- ٤٢) أجزاء محرك كهربائي، ادرس الشكل جيدًا ثم أجب عن الأسئلة الآتية.

أ) حدد اتجاه التيار المار في الملف.

ب) هل سيدور الملف مع عقارب الساعة أم عكس عقارب الساعة؟

ج) ما وظيفة نصفي الحلقة؟

د) ما أثر كلٍّ مما يلي في سرعة دوران الملف؟

الشكل (٨ - ٤٢)

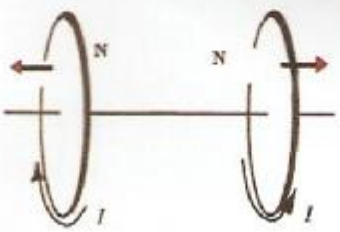
ثانيًا : الأسئلة المقالية :

١- المغناطيس الكهربائي يعمل فقط كمغناطيس عند مرور التيار الكهربائي فيه، أما المغناطيس الدائم فهو يعمل كمغناطيس في جميع الأوقات إلا إذا أزيلت مغناطيسيته ، والمغناطيس الكهربائي قليل التكلفة مقارنة بالمغناطيس الدائم.

٢- شدة التيار والبعد عن السلك.

٣- هي عبارة عن ظاهرة تولد تيار حثي من قوة دافعة كهربائية حثية.

٤- مرور التيار في الملفين يؤدي إلى توليد أقطاب متشابهة على الوجوه المتقابلة للملفين مما يؤدي إلى تنافرهما ويمكن معرفة ذلك باستخدام قاعدة (S-N)



٥-

أ- محددة على الرسم .

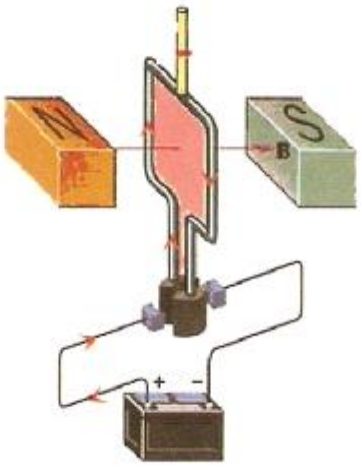
ب- سيدور الملف مع عقارب الساعة.

ج- عكس اتجاه التيار في كل نصف دورة.

د-

- زيادة سرعة دوران الملف.

- دوران الملف في عكس عقارب الساعة.



٦– إلى داخل الصفحة.

٧–

أ– لأن خطوط المجال تتجمع داخل الملف مما يؤدي إلى زيادة شدة المجال داخله.

ب– لأنها تكون دائمًا في اتجاه متعامد على اتجاه المجال المغناطيسي، وبالتالي لا تبذل شغلاً على الشحنات.

٨– هذا يعني أن العربتين يمر بهما تيار في نفس الاتجاه، وبالتالي تكون الأطراف المتقابلة من الملفين عبارة عن قطبين مختلفين (قطب شمالي على العربة P وجنوبي على العربة Q ؛ مما يؤدي إلى تجاذب العربتين وتحركهما باتجاه بعضهما بعضًا. أما عند فصل التيار لا يوجد مجال مغناطيسي، وبالتالي يمكن فصل العربتين بسهولة.

شبكة المدارس العمانية

www.almdares.net

٩-

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$
$$= \frac{2\times10^{-7}\times4}{0.2}$$
$$= 4\times10^{-6}\,T$$

١٠-

$$B = \mu_0 nI$$
$$= 2\times10^{-7}\times\frac{2000}{0.3}\times0.25$$
$$= 3.33\times10^{-4}\,T$$

١١-

$$F = qvB\sin\theta$$
$$= 1.6\times10^{-19}\times2.5\times10^{6}\times6\times10^{-2}$$
$$= 2.4\times10^{-14}\,T$$

١٢-

$$F = BIl\sin\theta = BIl\sin 90 = BIl$$
$$B = \frac{F}{Il} = \frac{o.4}{8\times0.5}$$
$$= 0.1T$$