المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

10

ملزمة

الفيزياء

الصّف العاشر

الفصل الدراسي الثاني

مرحلة التعافي 2

arwa
PRINTING PRESS

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

ملزمة

الفيزياء

10

الصّف العاشر

الفصل الدراسي الثاني

مرحلة التعافي 2

الفصل الدَّراسي الثَّاني

قائمة المحتويات

الصفحة

المقدمة 3

الفصل	الدَّرس	الموضوع	
الخامس	الأوَّل	الشَّحنة الكهربائيَّة والتَّكهرب	6
الكهرباء السكونيَّة	الثَّاني	قانون كولوم والمجال الكهربائيّ	14
السَّادس	الثَّالث	الدَّارة الكهربائيَّة البسيطة	24
التَّيار الكهربائيّ	الرَّابع	قانون أوم والطَّاقة والقدرة الكهربائيَّة	28
السَّابع	الخامس	المجال المغناطيسيّ والأثر المغناطيسيّ للتَّيار الكهربائيّ	36
المجال المغناطيسيّ وآثاره	السَّادس	الأثر الكهربائيّ للمجال المغناطيسيّ وتطبيقات المجال المغناطيسيّ	44
إجابات الأسئلة			50

المقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله،

نضع بين أيديكم ملخص مبحث الفيزياء في الفصل الدَّراسي الثَّاني، بُنيتُ هذه الملخصات لتعزيز التعلم الذاتيّ عند الطَّلبة ولتعويض ما فاتهم من التعلّم لأيّ سببٍ كان. يُعرَّف التعلّم الذاتيّ على أنّه اكتساب الفرد للمعلومات، والمهارات، والخبرات بصورة ذاتيّة وبالاعتماد على نفسه، والَّتي تهدف إلى تحسين وتطوير شخصية المتعلّم، وقدراته، ومهاراته عن طريق ممارسة مجموعة من الأنشطة التعليميّة بمفرده.

ويتكوّن هذا الملخص من ثلاث فصول، **فصل الكهرباء السكونية** الذي يهدف إلى تعريف الطالب إلى مفهوم كل من الشحنة والتكهرب وقانون كولوم، **وفصل التيار الكهربائي** الذي يوضح تركيب الدارة البسيطة وقانون أوم، **وفصل المجال المغناطيسي وآثاره**، الذي يستعرض مفهوم المجال المغناطيسي والأثر المغناطيسي للتيار الكهربائي، والأثر الكهربائي للمجال المغناطيسي. كما يضم هذا الملخص أمثلة وتدريبات وتمارين، وزود هذا الملخص بالاجابات.

كما حاول هذا الملخص ربط المعرفة العلمية بالتطبيقات العملية والحياتية، إضافة إلى أنه مزود بالخرائط المفاهيمية التي تلخص المفاهيم وتوضح العلاقات بينها.

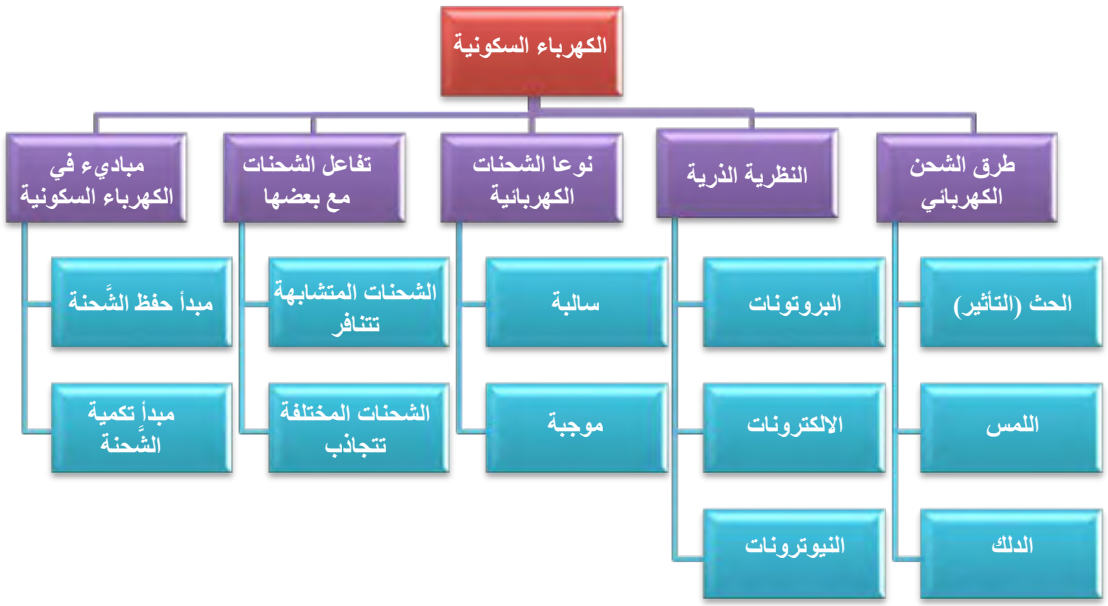
الفصل الخامس

الكهرباء السكونيَّة

الملخّص العلمي للدرس

الدرس الأول الشّحنة الكهربائيّة والتَّكهرب Charging and Electric Charge

ماذا سأتعلّم؟	
توضيح المقصود بكل من الموصل والعازل. تفسير عملية الشحن بالدلك والتوصيل والحث. تعرّف مبدأ تكمية الشَّحنة. ذكر مبدأ حفظ الشَّحنة الكهربائية.	 هل فكّرت يومًا كيف يحدث البرق؟
المفاهيم	**المهارات**
الموصل العازل	التَّفسير



الشكل (1-1): مخطط توضيحي يلخص أهم المفاهيم في الكهرباء السَّكونية

الشَّحنة الكهربائيّة Electric Charge

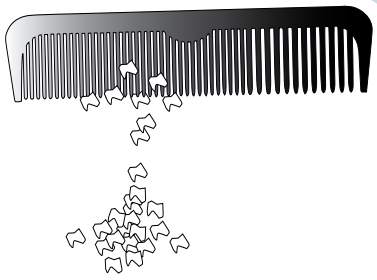
عملية الشَّحن الكهربائيّ هي إكسابُ الأجسامِ شحنةً كهربائيةً موجبةً أوْ سالبةً

- الأجسام جميعها في وضعها الطبيعي متعادلة كهربائيًا
- عدد ما تحمله من شحنات كهربائيّة سالبة يساوي عدد ما تحمله من شحنات كهربائيّة موجبة

- يُشحنُ المشط البلاستيكي بشحنات سالبة عند دلكه بقطعة صوف
- بينما تُشحن قطعة الصَّوف بشحنات موجبة
- وإذا قرّبت المشط المشحون من قصاصات ورق صغيرة ستجدها تنجذب نحوه
- ما يعني وجود قوة كهربائيّة بين الأجسام المشحونة

- عملية الشَّحن الكهربائيّ لا تولد شُحنات كهربائيّة جديدة
- بل هي وسيلة تنتقل عن طريقها شحنات كهربائيّة سالبة من جسم إلى آخر
- فيصبح الجسم الذي خسر شحنات سالبة (موجب الشَّحنة)
- والجسم الذي كسب شحنات سالبة (سالب الشَّحنة)

- توجد الشحنات في الطَّبيعة بمقادير محددة
- أصغرها مقدار شحنة إلكترون واحد
- ولا يمكن تجزئتها



الشَّكل(1-2): الشَّحن الكهربائيّ

المواد الموصلة والمواد العازلة للكهرباء(Electric Conductors & Insulator)

- مواد موصلة (Conductors)

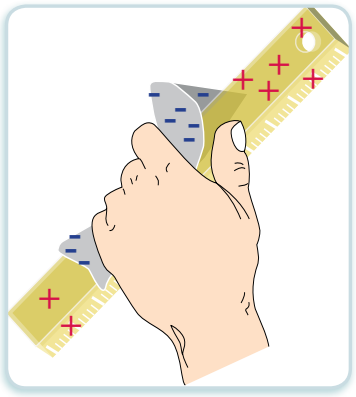
يمكن للشّحنات الكهربائيّة أن تنتقلَ من خلالها بسهولة
مثل:الفلزات والمحاليل الكهرليّة
ويُعدُّ كلّ من الذَّهب والفضة والنّحاس والألمونيوم، من أجود الموصلات الفلزية

- مواد عازلة (Insulators)

لا يمكن للشّحنات الكهربائيّة أنْ تتحركَ خلالها بسهولة
مثل:الزُّجاج، والبلاستيك، والمطاط، والمحاليل الجزيئيّة
والعوازل مهمة في الأمان الكهربائيّ
حيث تستخدم في تغطية الأسلاك الكهربائيّة، ومقابض الأدوات الكهربائيّة

طرق الشَّحن الكهربائيّ Methods of Charging

1- الشَّحن بالدَّلك (Charging by Rubbing)



الشكل (1-3): الشحن بالدلك

عند دلك جسمين غير مشحونين من مادتين مختلفتين بعضهما ببعض تظهر على الجسمين شحنتان متساويتان مقدارًا ومختلفتان نوعًا، فعندما تظهر شحنة موجبة على قضيب الزجاج، تظهر في المقابل شحنة سالبة على قطعة الحرير، وتكون الشحنتان متساويتين في المقدار.

مبدأ حفظ الشَّحنة الكهربائيّة: الشحنات الكهربائيّة لا تفنى ولا تستحدث ولكن تنتقل من جسم لآخر

تظهر الشَّحنة على الجزء المدلوك من الجسم فقط ولا تتوزع على باقي أجزاء الجسم، لأنه عازل

2- الشَّحن بالتَّوصيل (باللمس) Charging by Contact

الشكل (1-5): شحن كشاف كهربائي باللمس

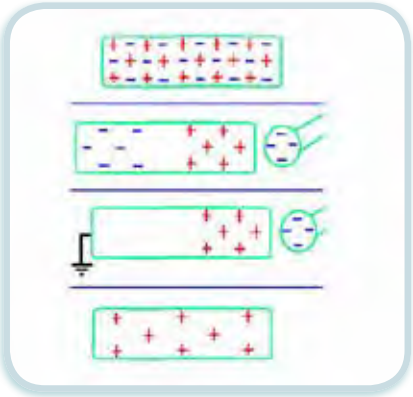
هل شعرت يومًا برعشة في يدك عند لمسك مقبضًا موصلًا لباب غرفتك الخشبي؟ أو بعد سيرك على سجّادة ؟

إن كلا من يدك ومقبض الباب أجسام موصلة للكهرباء، وما شعرت به ناتج عن انتقال الشَّحنة من جسمك إلى المقبض الموصل للباب، أو العكس ليكتسب المقبض شُحنة كهربائيّة عن طريق اللمس كما في الشّكل (1-5)، إذ تنتقلُ الشَّحنة السَّالبة بين الجسمين حتى يتساويا في الشّحنة النهائيّة.

سؤال: تُغلفُ الأواني بأغلفة بلاستيكيّة شفافة ورقيقة جدًا، لحفظ الطعام، فسّرْ لماذا يلتصق البلاستيك جيدًا بأواني الخزف والزجاج ولا يلتصق بالأواني المصنوعة من الألمنيوم؟

3- الشَّحن بالحث (التأثير) Charging by Induction

لشحن الموصل المعزول بشحنة كهربائيّة دائمة بطريقة الحث يوصل الطَّرف البعيد للقضيب مع الأرض، أو يلمس باليد في أثناء وجود المؤثر، كما في الشَّكل (1-6)، ثم يقطع هذا التوصيل ويتم إبعاد المؤثر المشحون، وعند ذلك تتوزع على سطح القضيب شحنة كهربائية مخالفة لشحنة المؤثر.



الشكل (1-6): الشحن بالحث (التأثير)

سؤال: هل يمكن استبدال الموصل المعزول بجسم موصل وشحنه بطريقة الحث؟ فسّرْ إجابتك.

مبدأ تكمية الشَّحنة: شحنة أي جسم تساوي عددًا صحيحًا من شحنة الإلكترون، وهذا يعني أنَّ أيّ جسم مشحون يجب أنْ تساوي شحنته عددًا صحيحًا من مضاعفات شحنة الإلكترون

يعبر عن تكمية الشَّحنة رياضيًا من خلال العلاقة

$$q = n e$$

حيث أن :

q مقدار الشحنة المتواجدة على الجسيم .

n = عدد صحيح (١ ، ٢ ، ٣ ، .....)

e شحنة الالكترون وتساوي ($١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم)

أصغر شحنة موجودة في الطَّبيعة هي شحنة الإلكترون ولا يوجد أصغر منها

لا يوجد شحنة في الطَّبيعة تكون فيها عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة (ن) عددًا غير صحيح

إذا فقد الجسم عدد (ن) من الإلكترونات فهذا يعني أنَّ الجسم شحنته موجبة

إذا اكتسب الجسم عدد(ن) من الإلكترونات فهذا يعني أنَّ الجسم شحنته سالبة

لا نعوّض إشارة شحنة الإلكترون السَّالبة عند التّعويض بالقانون

أجبْ عن الأسئلة الآتية:

مثال: احسبْ شحنة جسم فقد (1×10^{9}) إلكترون.

$$س = ن * e$$

$$س = 10^{9} * 1.6 * 10^{-19} = 1.6*10^{-10}$$ كولوم

ملاحظة: شحنة الجسم موجبة لأنه فقد إلكترونات.

تقويم ذاتي

1) ما شحنة جسيم فقد مليون إلكترون؟

.....

.....

2) أيّ من قيم الشحنات التالية يمكن أنْ يحملَها جسم مشحون؟

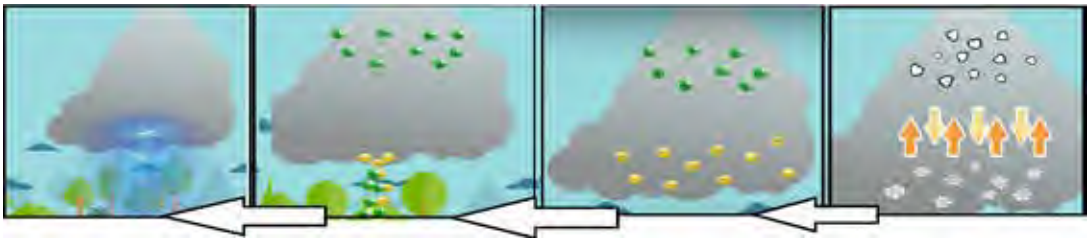
(1×10^{-6}) كولوم، ($-3,2\times10^{-21}$) كولوم

.....

تطبيقات على الكهرباء السَّكونيّة Electrostatic Applications

1- ظاهرة البرق

إنَّ قطرات الماء في الغيوم مشحونة كهربائيا فتصبح بعض الغيوم (أو جزء منها) موجبة، وبعضها الآخر(أو جزء منها) سالبة، وعند اقتراب المناطق المختلفة في الشَّحنة من الغيوم يحدث تفريغ كهربائيّ على صورة شرارة كهربائيّة ضخمة (سيل من الإلكترونات) تسمى برقًا.



الشكل(1-7): مراحل حدوث البرق

2- أدوات تفريغ الشّحنة:

قد ينتج عن تفريغ الشّحنات من أجسامنا أضرارًا كثيرة عندما نتعامل مع الدَّارات الإلكترونيّة الحسَّاسة مثل: اللوح الأم لجهاز الحاسوب، الهاتف الذَّكي، لذا ينصح بتفريغ شحنة أجسامنا قبل البدء بصيانة تلك الأجهزة.

3- طلاء السَّيارات

يُستخدمُ لطلاء السيارات مرذاذ خاص يزود قطرات الطلاء بشحنات كهربائية موجبة عند خروجها منه فتتنافر متباعدة عن بعضها، ويشحن جسم السَّيارة بشحنة سالبةvفتتجه قطرات الطلاء جميعها نحوها بسبب

التَّجاذب الكهربائيّ، ويتميز الطّلاء بهذه الطَّريقة بالتَّجانس والوصول إلى الأجزاء جميعها وترشيد استخدام الطّلاء.

الشَّكل (1-9): مرذاذ طلاء يعمل بوجود الكهرباء السَّكونيّة

1- بعض استخدامات أشباه الموصلات

أشباه الموصلات هي مواد موصليتها ضعيفة للتيار الكهربائيّ ولكن إذا أُضيفَتْ إليها كميات قليلة من مواد أخرى مثل الفسفور فإنَّها تُصبحُ موصلة مثل مصابيح (LED) والتّرانزستور.

الشَّكل (1-10): التّرانزستور

الملخّص العلمي للدرس

الدرس الثّاني

قانون كولوم Coulomb›s LowCharge

المجال الكهربائيّ Field Electric

ماذا سأتعلّم؟	
توضيح العوامل التي تعتمد عليها القوّة الكهربائيّة. ذكر نص قانون كولوم. حساب القوّة الكهربائيّة والمجال الكهربائيّ وتسارع جُسيم مشحون في مجال كهربائيّ منتظم. تمثيل العلاقة بين القوّة الكهربائيّة والمسافة بيانيًا وتحليلها. رسم خطوط المجال الكهربائيّ المنتظم وغير المنتظم.	 **لماذا ينجذب الماء نحو البالون المشحون؟**

المفاهيم	المهارات
القوّة الكهربائيّة	الحساب الرياضي
المجال الكهربائيّ	تمثيل العلاقة البيانيّة
خط المجال الكهربائيّ	تحليل الرَّسم البياني
المجال الكهربائيّ المنتظم	
تسارع الجسيم المشحون	

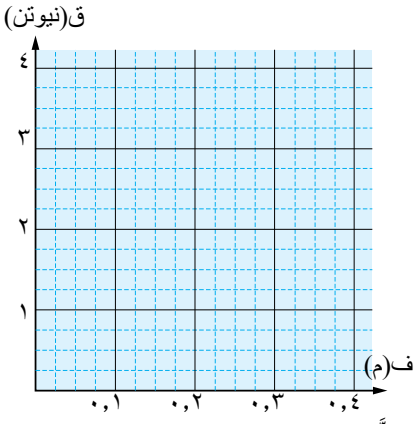
قانون كولوم Coulomb›s Low

نشاط (2-1)/ قانون كولوم

لديك الجَدول التَّالي الَّذي يحتوي قياسات لكلّ من المسافة بين شحنتين كهربائيتيّن، والقوَّة التي تؤثر بها إحدى الشّحنتين في الشّحنة الأخرى، مثّل العلاقة بينهما على الرَّسم البيانيّ المجاور ثمَّ حاول أنْ تجيب عن السؤالين اللَّذين يليانه:

المحاولة	ف (م)	القوة (ق نيوتن)
1	0,1	4
2	0,2	1
3	0,3	0,44
4	0,4	0,25

الجَدول (2-1): النَّشاط (2-1)

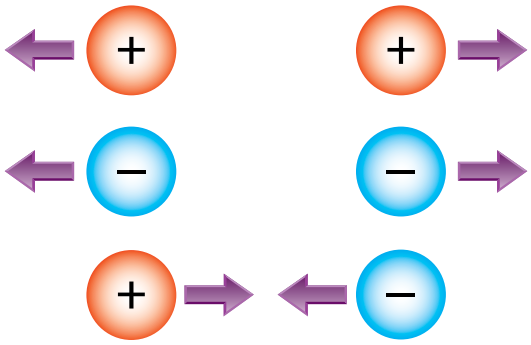


الشَّكل (2-1): رسم بياني

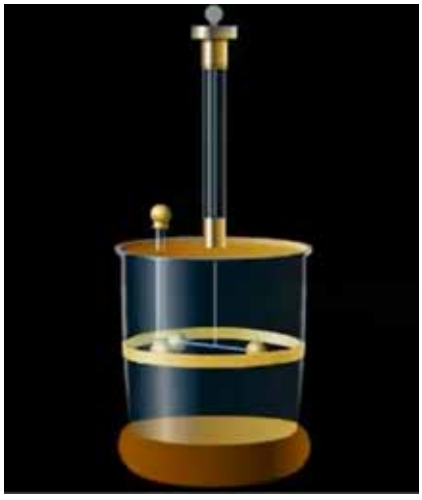
* صفْ شكل العلاقة البيانية التي حصلت عليها.

* ما المقصود بالتَّربيع العكسي؟

تعلَّمتَ أنَّ الشحنات الكهربائيَّة المختلفة تتجاذب والشّحنات الكهربائيّة المتشابهة تتنافر وتُعدُ حركة الشّحنات اقترابًا أو ابتعادًا عن بعضها دليلًا على وجود القوى بينها انسجامًا مع القانون الأوَّل لنيوتن في الميكانيكا وتدعى قوى كهربائيّة. وبما أنَّ هذه القوى تُؤثّرُ عن بعد فهي تصنف من قوى المجال.



الشكل (2-2): التنافروالتجاذب بين الشحنات الكهربائية



أجرى العالم شارل كولوم عدّة تجارب لتحديد العوامل التي تعتمد عليها القوَّة الكهربائيّة الّتي تؤثّر بها كل شُحنة في الشَّحنة الأخرى
مستخدمًا كرات صغيرة جدًا مشحونة أنصاف أقطارها صغيرة مقارنة مع المسافة بينها (أطلق عليها شُحنات نقطية)
وتوصَّل إلى **قانون كولوم في الكهرباء السَّكونيّة**
الذي ينصُّ على أنَّ: **القوَّة الكهربائيّة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين، تتناسب طرديًا مع مقدار كلّ من الشحنتين وعكسيًا مع مربع المسافة بينهما.**

يُمثّل قانون كولوم بالعلاقة الرياضية التالية:

$$ق = \frac{أ \, س_1 \, س_2}{ف^2}$$

حيث $(س_1 ، س_2)$ **: مقدار كلّ من الشّحنتين بوحدة كولوم.**

(ف): المسافة بين شحنتين.

(ق): القوَّة الكهربائيّة بوحدة نيوتن.

(أ): ثابت كولوم ويساوي تقريبًا 9 × 10 ^{9} نيوتن م^2/ كولوم^2 في حالة الفراغ.

وقد وصف كولوم القوَّة الكهربائيّة المتبادلة بين شحنتين بما يلي:

يتناسب مقدارها طرديًا مع حاصل ضرب مقداري الشّحنتين

وعكسيًا مع مربع البعد بينهما

وينطبق خط عملها على الخط الواصل بين الشّحنتين

ويكون نوعها إما تجاذب أو تنافر

وعند وجود وسط آخر بين الشّحنتين تكون قيمة الثَّابت أقل.

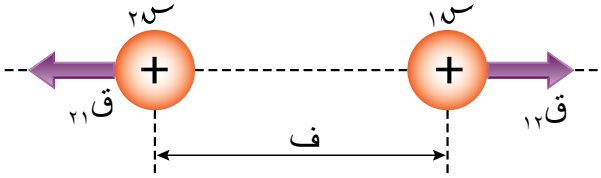
*** عند تطبيق العلاقة الرّياضيّة لقانون كولوم لابدَّ من مراعاة الأمور التَّالية:**

1- نهملُ إشارة الشَّحنة السَّالبة عند التَّعويض.

2- القوى الكهربائيّة بين أيّ شحنتين، تكون على صورة أزواج، فعل ورد فعل، أي أنَّ كلّ شحنة تؤثر في الأخرى بقوَّة، وتتساوى هاتان القوَّتان في المقدار وتتعاكسان في الاتّجاه (قانون نيوتن الثَّالث في الحركة)

3- عند تأثير عدة شحنات نقطية في شحنة نقطية واحدة فإنَّنا نحسب محصلة القوى المؤثرة على الشّحنة.

مثال: وُضعت شحنة كهربائيّة نقطيّة مقدارها(4) ميكروكولوم ، على بعد (2) سم من شحنة نقطيّة أخرى مقدارها (- 3) ميكروكولوم، احسبْ:



الشَّكل (2-3): قوى التَّنافر المتبادلة بين شحنتين

1- القوَّة الَّتي تؤثر بها الشَّحنة الأولى في الثَّانية($ق_{21}$).

2- القوَّة الَّتي تؤثر بها الشّحنة الثَّانية في الأولى($ق_{12}$).

الحل:

1- نرسم الشَّكل ثم نُحدد عليه المعطيات

2- نُحوّل المسافة بين الشّحنتين حسب النّظام العالمي إلى المتر ف = 2×10^{-2} م

3- نطبّق العلاقة

4- نعوّض في القانون

فينتج $ق_{21}$ = 270 نيوتن باتّجاه اليمين

5- حسب قانون نيوتن الثَّالث يكون مقدار $ق_{12} = ق_{21}$ = 270 نيوتن وتعاكسها في الاتّجاه أي لجهة اليسار.

أُفَكّرُ: على ماذا يعتمد الثابت في قانون كولوم؟

تمرين: شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء البعد بينهما (ف)، والقوَّة المتبادلة بينهما (100) نيوتن، كم تصبح القوَّة إذا:

1- تضاعف مقدار إحدى الشّحنتين؟

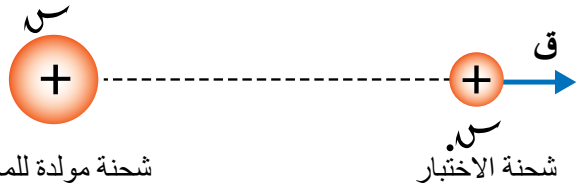
2- تضاعف البعد بينهما؟

المجال الكهربائيّ Electric Field

عندما درسنا القوَّة المتبادلة بين شحنتين لاحظنا أنَّ تأثير القوى يظهر على الشّحنتين قبل أن يتلامسا

فكيف يؤثّر جُسيم بجسيم آخر دون أنْ يلامسه؟

نتيجة: الشَّحنة الكهربائيّة لا تبذل قوَّةً مباشرةً على شحنةٍ كهربائيةٍ أخرى، بل يتم عبر مجالها الكهربائي، حيثُ تعملُ الشَّحنة (س) على توليد مجال كهربائيّ يقوم بالتأثير على (س.).

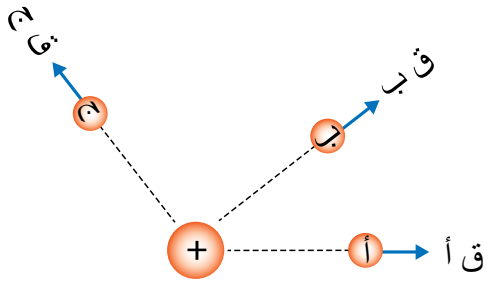


الشَّكل(2-4): (أ) المجال الكهربائيّ.

المجال الكهربائيّ: هي المنطقة المحيطة بالشّحنة التي تظهر فيها القوَّة الكهربائيَّة للشّحنة.

للاستدلال على وجود المجال الكهربائيّ في موضع ما بالقرب من شحنة نقطية:

1. نستعينُ بشحنة صغيرة موجبة تسمى شحنة الاختبار.
2. توضع بالقرب من الشّحنة الكهربائيّة.
3. يُقاسُ مقدار القوَّة الكهربائيَّة المؤثّرة فيها واتّجاهها.
4. يتغير مقدار واتّجاه القوَّة الكهربائيّة بتغيّر موضع الشّحنة.



الشكل(2-4): (ب) المجال الكهربائي.

فسّرْ / استخدام شحنة اختبار صغيرة جدًا.

حتى لا تحدث تغييرًا في خصائص المجال المراد دراسته.

المجال الكهربائيّ كمية فيزيائيّة متجهة تحدد بمقدار واتّجاه، ويكون اتّجاه المجال الكهربائيّ باتّجاه القوَّة المؤثّرة في (س.) عند تلك النّقطة.

ويمكن تعريف المجال الكهربائيّ عند نقطة: بأنّه القوَّة الكهربائيّة التي تؤثّر بها الشّحنة (ش) في وحدة الشّحنات الموجبة الموضوعة عند تلك النّقطة .

قانون المجال الكهربائيّ

$$\vec{م} = \frac{\vec{ق}}{س}$$

مـــ : مقدار المجال الكهربائيّ ويقاس بوحدة نيوتن/كولوم

ق: القوَّة الكهربائيّة وتقاس بوحدة نيوتن

س : مقدار شحنة الاختبار وتقاس بوحدة كولوم

وحدة قياس مقدار المجال الكهربائيّ: نيوتن / كولوم

أُفَكّرُ:

ما المقصود بقولنا أن المجال الكهربائي لشحنة كهربائية عند نقطة تساوي (3×10^{6}) نيوتن/ كولوم؟

العوامل الّتي يعتمد عليها شدّة المجال الكهربائيّ عند نقطة :

1. قيمة الشّحنة " مصدر المجال " ، علاقة طردية
2. مربّع المسافة ، علاقة عكسية
3. نوع الوسط الموجود فيه الشّحنة

مثال: وضعت شحنة اختبار موجبة س. مقدارها (2×10^{-9}) كولوم عند نقطة في مجال كهربائيّ فتأثّرت بقوَّة مقدارها (6×10^{-4}) نيوتن جد مقدار المجال عند النّقطة المذكورة .

$$\vec{م} = \frac{\vec{ق}}{س}$$

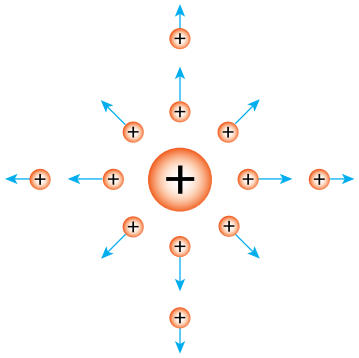
م = $6 \times 10^{-4} / 2 \times 10^{-9} = 3 \times 10^{5}$ نيوتن /كولوم بنفس اتّجاه القوَّة لأنَّ الشّحنة موجبة

سؤال: وُضعتْ شحنة كهربائيّة مقدارها (-3) ميكروكولوم في مجال كهربائيّ عند نقطة قيمة المجال عندها (4×10^{6}) نيوتن/ كولوم، احسبْ مقدار القوَّة الكهربائيّة المؤثّرة فيها.

خطوط المجال الكهربائيّ

يكون للمجال الكهربائيّ قيمة محدّدة واتّجاه محدّد في كلّ موضع من المنطقة المحيطة بالشَّحنة الكهربائيّة.

وهي عبارة عن خطوط وهميّة تُبيّنُ مسار واتّجاه حركة شحنة اختبار موجبة توضع في النَّقطة المراد إيجاد شدّة المجال عندها.

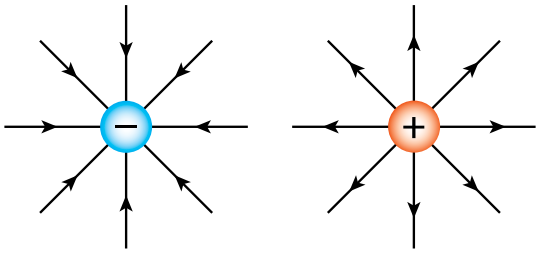


الشَّكل (2-5): مسارات شحنة الاختبار

خصائص خطوط المجال الكهربائيّ:

1- المجال الناشئ عن شحنة نقطية واحدة

تتجه خطوط المجال الكهربائيّ خارجة من الشّحنة الموجبة داخلة في الشّحنة السَّالبة.



الشَّكل (2-6): خطوط المجال الكهربائيّ حول شحنة مفردة موجبة، وسالبة

2- خطوط المجال الكهربائيّ لا تتقاطع لأنَّها لو تقاطعت لأصبح للمجال عدّة اتّجاهات عند نقطة التَّقاطع.

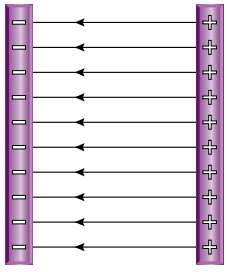
3- يتناسب عدد خطوط المجال الخارجة من الشّحنة الموجبة أو الداخلة فيالشحنة السالبة مع مقدار الشّحنة.

4- تكون خطوط المجال متراصة قريبًا من الشّحنة، وتتباعد كلما ابتعدت عن الشّحنة.

5-خطوط المجال منحنية، اتّجاه المجال عند نقطة باتّجاه المماس لخط المجال عند تلك النّقطة.

المجال الكهربائيّ المنتظم

يُعرَفُ المجال الكهربائيّ المنتظم بأنَّه مجال كهربائيَّ ثابت المقدار والاتّجاه عند النّقاط جميعها فيه، وينشأ المجال الكهربائيّ المنتظم عن صفيحتين موصلتين متوازيتين إحداهما موجبة الشّحنة والأخرى سالبة الشّحنة وتفصلهما مسافة.



الشَّكل (2-7): خطوط المجال الكهربائيّ المنتظم.

عند وضع جسيم مشحون في مجال كهربائيّ منتظم، فإنَّه يتأثَّر بقوَّة ثابتة المقدار و الاتجاه؛ لأنَّ المجال منتظم، وبتطبيق القانون الثَّاني في الحركة على الحالة الحركية لهذا الجسم نجد أنَّه سيتحرك بتسارع ثابت وفق القانون الثَّاني في الحركة لنيوتن .

$$ق_{محصلة} = ك\ ت$$

$$ق_{ك} = ك\ ت$$

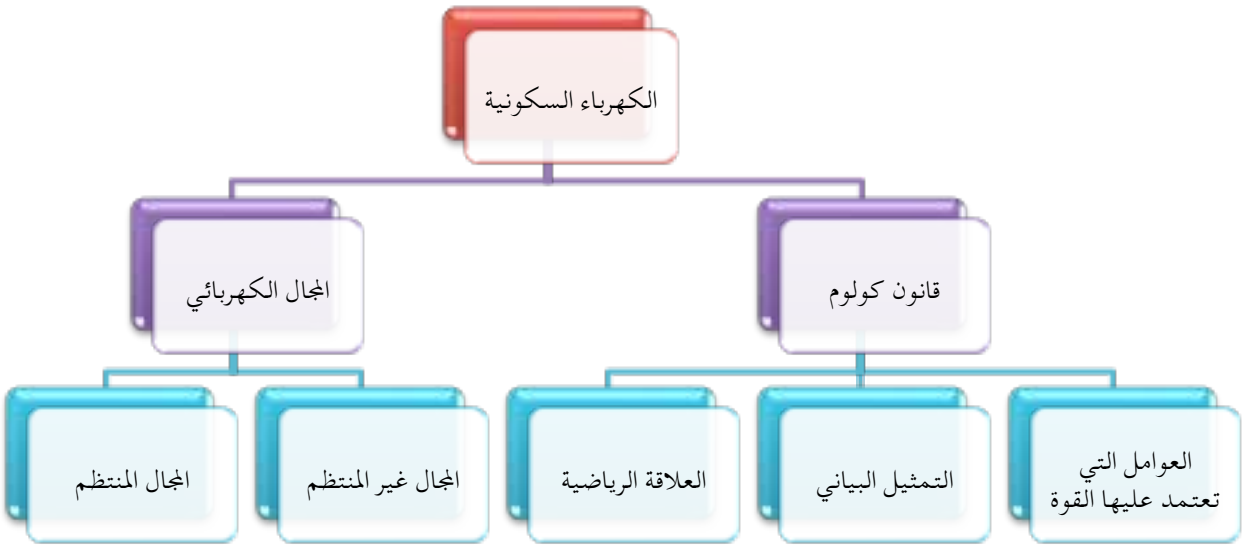
$$مـ س = ك\ ت$$

وبذلك فإن التسارع: $$ت = \frac{مـ س}{ك}$$

أُفَكّرُ: جسمٌ كتلته (ك) وشحنته موجبة داخل مجال كهربائيّ منتظم تتّجه خطوطه رأسيًا إلى الأعلى، ما القوى المؤثّرة في الجسيم، اكتب علاقة رياضية لمحصّلة تلك القوى.

تمرين: جُسيم كتلته (2) مغ يحملُ شحنة كهربائية موجبة مقدارها (5) ميكروكولوم وضع بين لوحين موصلين متوازيين مشحونين بشحنتين مختلفتين بينهما مجال كهربائيّ منتظم أفقي مقداره (4×10^{5}) نيوتن / كولوم فتحرَّك الجسيم أفقيًا احسبْ:

1- القوَّة التي يؤثر بها المجال المنتظم في الجسيم المشحون. 2- التَّسارع الأفقي للجّسيم



الشكل (2 -8): مخطط يوضح مفاهيم الكهرباء السّكونيّة

الفصل السادس

الكهرباء السكونيَّة

الملخّص العلمي للدرس

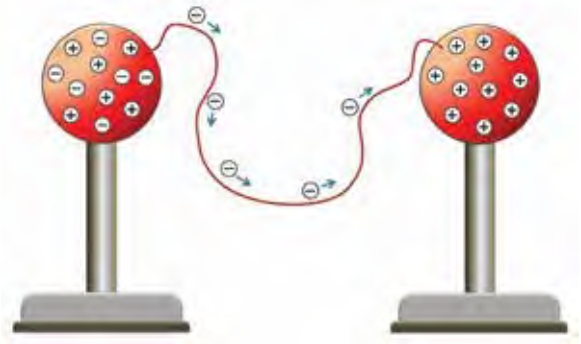
الدرس الثّالث

الدَّارة الكهربائيَّة البسيطة Simple Electric Circuit

ماذا سأتعلّم؟	
توضيح مفهوم التَّيار الكهربائيّ تفسير سريان التَّيار الكهربائيّ توضيح المقصود بالقوة الدَّافعة الكهربائيّة توضيح المقصود بفرق الجهد الكهربائيّ تحديد اتّجاه سريان التَّيار الكهربائيّ	 ما وظيفة البطاريّة في الدَّارة الكهربائيَّة؟
المفاهيم	**المهارات**
التَّيار الكهربائيّ القوَّة الدَّافعة فرق الجهد الكهربائيّ البطاريّة المثاليّة	مقارنة الحساب الرياضي تفسير

أوَّلًا: التَّيار الكهربائيّ Electric Current

تعلمنا سابقًا أنَّ الشحنات الكهربائيّة تنتقلُ بين الأجسام الموصلة فعند وصل كرتين موصلتين بسلك نحاسي وكانت الأولى مشحونة بشحنة موجبة والثَّانية متعادلة ،كما في الشَّكل (3-1) فإنَّ جزءً من الشّحنات السّالبة تتسرب من الكرة المتعادلة إلى الكرة الموجبة، كيف يمكنك وصف حركة الشّحنات خلال هذا السّلك ؟ هل يشبه تيارًا من الماء؟



الشَّكل (3-1): انتقال الشّحنات الكهربائيّة بين موصلين

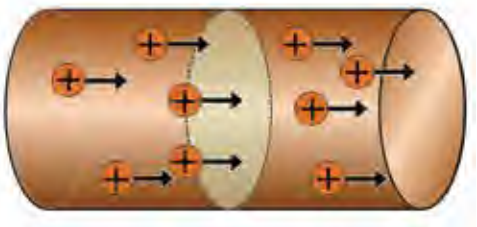
تحتوي الموصلات على ناقلات شحنة حرة (الإلكترونات) تتحرك عشوائيًا داخل الموصل، ولا تشكّل هذه الحركة العشوائية تيارًا لكن عندما تتحرك هذه الإلكترونات باتّجاه واحد فإنَّه ينشأ عن ذلك تيار كهربائي.

يُعرَفُ مقدار الشّحنة الكهربائيّة التي تعبر مقطعًا من الموصل في الثَّانية الواحدة (بالتَّيار الكهربائيّ).

ويعطى التَّيار الكهربائيّ بالعلاقة الرياضية التَّالية:

معدل التَّيار = معدل الشّحنة / معدل الزَّمن

$$ت = س / ز$$



الشكل (3-2): عبور الشّحنات عبر مقطع عرضي في سلك موصل

وقد اُتّفِقَ على أنْ يكون اتجاه التيار الكهربائي الاصطلاحي باتّجاه الحركة الافتراضية للشّحنات الموجبة، ويكون معاكسًا لاتّجاه حركة ناقلات الشّحنة السّالبة (الإلكترونات)، والتّيار لا يتحرّك فعليًا بل الإلكترونات هي التي تتحرك.

نستنتج من العلاقة السابقة أنَّ وحدة قياس شدة التيار الكهربائي هي كولوم / ثانية حيث أُطلِقَ على هذه الوحدة اسم **أمبير**. (أي أنَّ الأمبير = كولوم/ ثانية)

أُفَكّرُ: ماذا نعني بقولنا أنَّ التيار الكهربائيّ المار في سلك يساوي (4) أمبير؟

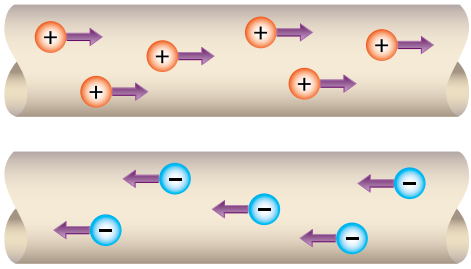
مثال: إذا كان التّيار المار في موصل يساوي (0.2) أمبير احسبْ مقدار الشّحنة التي تعبر مقطع هذا الموصل خلال دقيقتين.

الحل:

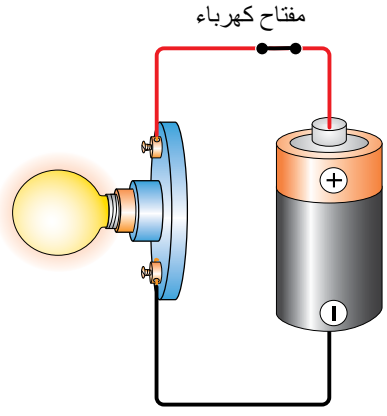
نُحوّلُ قياس المدّة الزّمنية إلى النظام العالمي ز = 2 دقيقة × 60 ثانية = 120ثانية

س = ت × ز = 0.2 × 120 = 24 كولوم

تمرين: يُبيّنُ الشّكل شحنات كهربائيّة تتحرك عبر مقطعين موصلين متماثلين، إذا علمت أنَّ الشّحنات جميعها متساوية في المقدار وتتحرك بالسّرعة نفسها: حدّد اتّجاه التّيار في كلّ مقطع ثم حدّد أيّهما يمثّل تيارًا أكبر؟



الشّكل (3-3): تمرين



الشكل (3-4): دارة كهربائية

ثانيًا: القوّة الدّافعة الكهربائيّة

علمتَ أنَّ حركة الشّحنات الكهربائيّة في موصل باتّجاه واحد، ينشأ عنها تيار كهربائي، فما الذي يدفع الشحنات على هذه الحركة ؟

وما مصدر الطّاقة التي تكتسبها الشّحنات؟؟

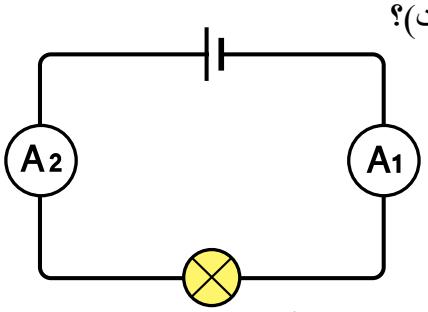
عند وصل طرفي سلك موصل بقطبي بطارية ، تتحرك الشّحنات الموجبة افتراضيًا داخل السلك باتجّاه واحد من القطب الموجب للبطارية إلى القطب السّالب، فالبطارية هي المصدر الذي يُزوّدُ الشّحنات الكهربائيّة بالطّاقة، ومقدار الشغل الذي تبذله البطارية لنقل وحدة الشّحنات الموجبة بين قطبي البطارية يسمى (**القوّة الدافعة الكهربائيّة**)، وداخل البطارية تتحرك الشّحنات الافتراضية الموجبة من القطب السّالب للبطارية إلى قطبها الموجب، تقاس القوّة الدّافعة بوحدة جول / كولوم، ويطلق عليها **الفولت**.

أُفَكّرُ: ماذا نعني بقولنا أنَّ القوة الدافعة الكهربائيّة لبطارية تساوي (1.5 فولت)؟

نشاط (3-1):

تجادل الطالبان يوسف ومحمد حول التَّيار المار في الدَّارة الكهربائيّة المبيّنة في الشَّكل حيث ادّعى يوسف أنَّ التيار الذي يقيسه الأميتر A2 أكبر من التَّيار الذي يقيسه الأميتر A1 لأنَّ التَّيار يمر في الأميتر الثَّاني أوَّلًا ثم يضعف بعد مروره في المصباح.

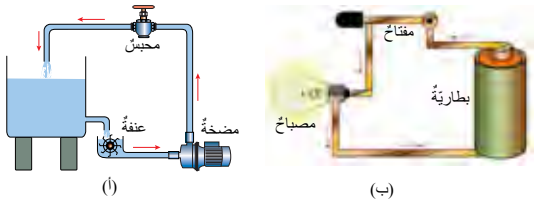
بينما كان رأي محمد أنَّ التَّيار نفسه في الجهازين، أيّ منهما تؤيد؟ علل إجابتك.



الشَّكل (3-5): نشاط (1-3)

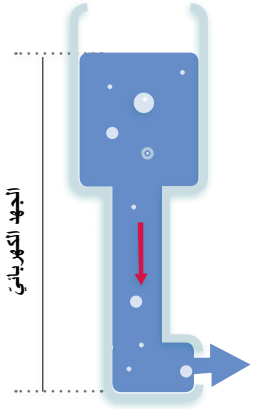
ثالثًا: فرق الجهد الكهربائيّ

لدينا دارة كهربائيّة تتكون من بطارية ومصباح كهربائيّ ومفتاح كما في الشَّكل (3-6)، ما الذي يتسبب في استمرار سريان التَّيار الكهربائيّ في المصباح في هذه الدَّارة كي يبقى مضيئًا؟



الشَّكل (3-6):
تشبيه فرق الجهد الكهربائيّ بفرق ضغط الماء

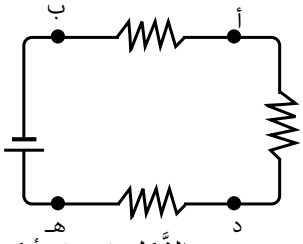
لو نظرنا إلى حركة الشّحنات الكهربائيّة في أسلاك الدَّارة، فإنَّه يمكن تشبيهها بحركة الماء في الأنابيب كما في الشَّكل، إذ أنَّ المضخَّة تزود الماء بالطَّاقة فترفعه للأعلى وهذا هو الحال في الدَّارة الكهربائيّة إذ تعمل البطارية عمل المضخّة فتبذل شغلًا على الشّحنات الموجبة فتنقلها من القطب الموجب إلى القطب السَّالب خارج البطارية عبر المصباح، وهنا يمكننا القول أنَّ القطب الموجب للبطارية يمثل النّقطة الأعلى جهدًا كهربائيًا والقطب السالب يمثل النّقطة الأقل والأدنى جهدًا في الدَّارة، أي أنَّه يوجد فرق في الجهد الكهربائيّ بين قطبي البطارية، نرمز إلى فرق الجهد الكهربائيّ بالرمز (جـ) ويقاس باستخدام جهاز الفولتميتر ووحدة قياسه هي الفولت.



الشَّكل(3-7): فرق الجهد الكهربائيّ

أُفَكّرُ: في الشَّكل أي النّقطتين (أ ، ب) لها أعلى جهد ؟ لماذا؟

رتّبْ النّقاط (أ ، ب ، د ، هـ) من الأعلى إلى الأدنى جهدًا



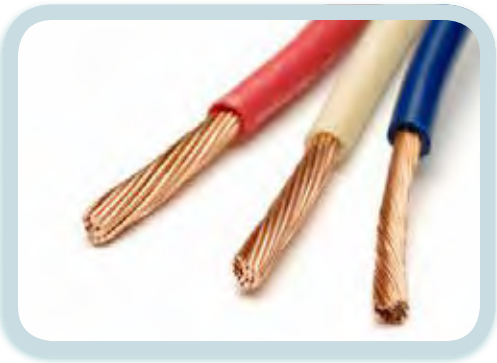
الشَّكل (3-8): أفكر

تمرين: ارسمْ دارة كهربائيّة تحوي (بطارية، أميتر، مصباح كهربائيّ، فولتميتر) بطريقة صحيحة، وحدّد اتّجاه التَّيار الكهربائيّ بوضع أسهم على الدَّارة.

الملخّص العلمي للدرس

الدرس الرَّابع

قانون أوم والمقاومة الكهربائيّة
Ohm›s Low and Resistance

ماذا سأتعلّم؟	
إثبات قانون أوم عمليًا. تمثيل العلاقة (الجهد- التيار) بيانيًا. استنتاج العوامل التي تعتمد عليها المقاومة الكهربائيّة لموصل عمليًا. تطبيق قانون أوم وعلاقات القدرة والطَّاقة الكهربائيّة في حل مسائل. توضيح المقصود بالطَّاقة والقدرة الكهربائيّة. استخدام تعليمات الأمن والسلامة عند التعامل مع الكهرباء.	 **لماذا يُستخدَمُ النحاس في التوصيلات الكهربائيّة ؟**
المفاهيم	**المهارات**
الموصل الخطي المقاومة الكهربائيّة الطَّاقة الكهربائيّة القدرة الكهربائيّة المنصهر التأريض	استنتاج تفسير تمثيل بياني تحليل

أولًا: قانون أوم Ohm's Low

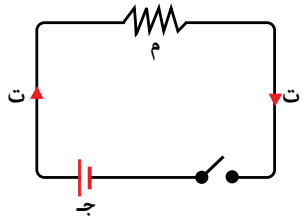
الشَّكل (4-1): الدَّارة الكهربائيّة لتجربة قانون أوم

توصّلتَ سابقًا إلى أنَّه لابدَّ من وجود فرق في الجهد الكهربائيّ بين نقطتين في دارة كهربائيّة، كي يسري بينهما تيارٌ كهربائيّ، فهل توجد علاقة بين التَّيار الكهربائيّ المار وبين فرق الجهد بين طرفيه؟

لقد توصّل العالِم أوم بعد إجراء عدة تجارب على موصلات فلزية إلى أنَّ: **التَّيار الكهربائيّ المار في موصل فلزي يتناسب طرديًا مع فرق الجهد بين طرفيه، عند ثبوت درجة حرارته.**

حيث تُعرفُ هذه النَّتيجة (بقانون أوم)، والنسبة بين فرق الجهد بين طرفي موصل والتَّيار الكهربائيّ فيه تساوي مقدارًا ثابتًا ويمثل (مقاومة الموصل).

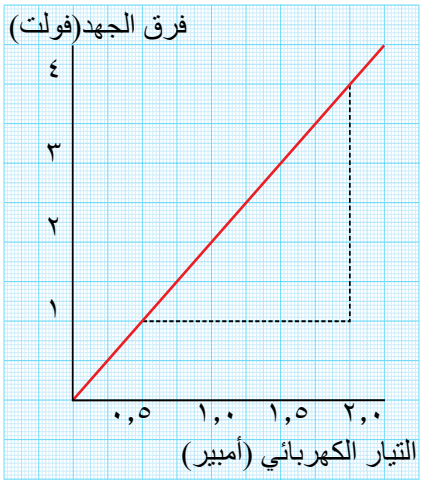
وتمثّل العلاقة الرياضية الآتية بقانون أوم: **جـ / ت = م**



الشَّكل(4-2): دارة كهربائية بالرَّموز

أُفَكّرُ: ماذا نعني أنَّ مقاومة موصل تساوي (6) أوم؟

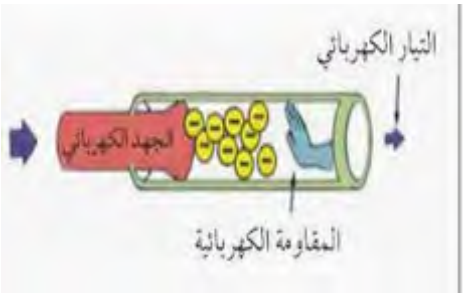
نلاحظُ مما سبق أنَّ النِّسبة (جـ / ت) تساوي ميل العلاقة البَيانية لقيم التَّيار وقيم فرق الجهد وأيضًا نُلاحظ من العلاقة الرياضية السَّابقة أنَّ وحدة قياس المقاومة الكهربائيّة هي (فولت / أمبير) وهي تساوي أوم، ورمزها Ω.



الشَّكل (4-3): منحنى علاقة (الجهد- التَّيار)

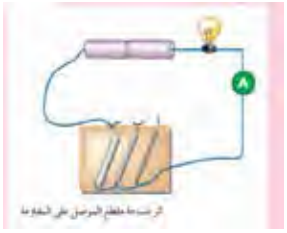
توصف العلاقة الطردية بين فرق الجهد بين طرفي موصل فلزي والتَّيار المار فيه بأنَّها علاقة خطية، وهذا يعني أنَّ مقاومة الموصل ثابتة وحيث إنَّ الموصل الفلزي يخضع لقانون أوم فإنَّه يسمى (موصلًا خطيًا).

والآن ما مَنشأ هذه المقاومة الكهربائيّة؟ وما هي العوامل التي تعتمد عليها؟



المقاومة هي خاصية فيزيائيّة نُعبّر عنها بنسبة فرق الجهد بين طرفي الموصل إلى التَّيار الكهربائيّ المار فيه ومنشأ المقاومة هو إعاقة لحركة الشحنات الحرّة داخل الموصل بسبب وجود الذَّرات والشّحنات الأخرى.

الشَّكل (4-4): المقاومة الكهربائية



يمتلك الفلز ذرَّات تدور حولها إلكترونات مقيدة بصورة مستمرة وعند انسياق الإلكترونات لتشكل تيارًا كهربائيًا فإنها تصطدم مع ذرات الفلز وإلكتروناتها الأخرى فينشأ عن هذه التَّصادمات ارتفاع في درجة حرارة الموصل.

الشَّكل(4-5): أثر مساحة مقطع الموصل على المقاومة

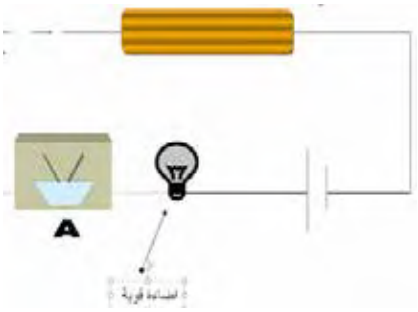
ما هي العوامل التي تعتمد عليها المقاومة الكهربائيّة؟

1- أثر زيادة مساحة مقطع الموصل (تقل المقاومة).

2- أثر زيادة طول الموصل (تزداد المقاومة).

3- أثر نوع مادة الفلز

الشَّكل (4-6): أثر طول الموصل على المقاومة

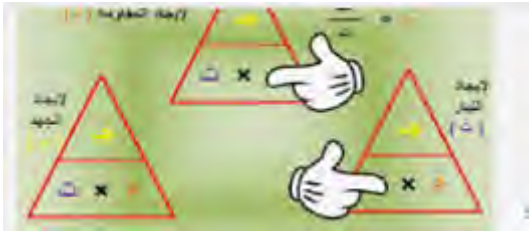


الشَّكل (4-7): أثر نوع مادة الفلز

مثال:

مصباح كهربائيّ مقاومته (1.6) Ω احسبْ فرق الجهد بين طرفيه كي يمر فيه تيار مقداره (7.5 أمبير)؟

هل يمكن استخدامه في المنزل؟



الشَّكل (4-8): طريقة مبسطة للحساب الرَّياضي

الحل:

نطبق قانون أوم : جـ = ت م

جـ = 1.6 × 7.5 = 12 فولت لا يمكن لأنَّ فرق الجهد في المنزل = 220 فولت

تمرين: في الشَّكل المجاور أي الموصلين يمتلك أقل مقاومة؟

الشَّكل (4-9): تمرين

ثانيًا: الطَّاقة والقدرة الكهربائيّة Electric Energy & Power

نستعملُ في حياتنا اليومية الكثير من الأجهزة الكهربائيّة، وتختلف هذه الأجهزة في استهلاكها للطّاقة الكهربائية.

وكما تعلم أنَّ البطارية مصدر للطّاقة الكهربائيّة فهي تبذل شغلًا على الشّحنات وتحركها عبر أسلاك التَّوصيل

وهذا الشغل يتناسب مع كل من فرق الجهد الكهربائيّ (القوَّة الدَّافعة الكهربائيّة) ومقدار الشّحنة المنقولة، أي أنَّ:

الشّغل (الطَّاقة الكهربائيّة) = فرق الجهد × الشّحنة

ش= جـ * س

تعلم أنَّ **القدرة هي الشّغل المنجز في وحدة الزَّمن**، وقدرة الجهاز الكهربائي هي الطاقة التي يستهلكها الجهاز في وحدة الزَّمن فيحوّلها إلى صورة أخرى من صور الطاقة الكهربائيّة.أي أنَّ:

القدرة الكهربائيّة = الطّاقة الكهربائيّة / الزَّمن وبالتَّعويض في العلاقة السابقة نجد أنَّ :

القدرة الكهربائيّة = جـ × ت وتقاس بوحدة (الواط)

أُفَكّرُ: ماذا نعني أنَّ قدرة غسّالة كهربائيّة تساوي (360) واط ؟

نشاط: صممْ تجربة لقياس القدرة الكهربائيّة لمصباح سيارة يعمل على فرق جهد 12 فولت؟

مثال: مضخة ماء كهربائيّة قدرتها(264) واط تعمل بفرق جهد مقداره (220) فولت احسبْ:

1- مقدار التَّيار المار في محرّك المضخة.

2- مقدار المقاومة الكهربائيّة للمضخة.

3- مقدار الطّاقة المستنفذة خلال (10) دقائق.

4- ثمن الطّاقة المستهلكة خلال ساعتين إذا كان ثمن الكيلو واط ساعة يساوي (60) فلسًا

الحل:

1- القدرة = جـ × ت ومنه ت = 1.2 أمبير

2- م = جـ / ت ومنه م = 183 أوم

3- الطَّاقة (الجول) = القدرة (واط) × الزمن (ث)

= 264 × (10 × 60) (نحوّل الزَّمن للثواني)

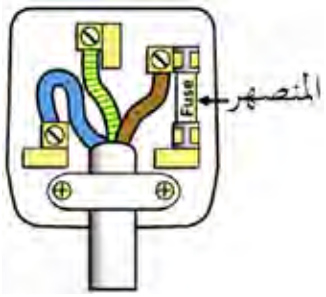
= 158400 جول

4- ثمن الطاقة الكهربائية = القدرة (كيلو واط) × الزمن (ساعة) × ثمن الوحدة (فلس)

= 0.264 × 2 × 60 = 31.68 فلس

وسائل الأمان الكهربائيّ

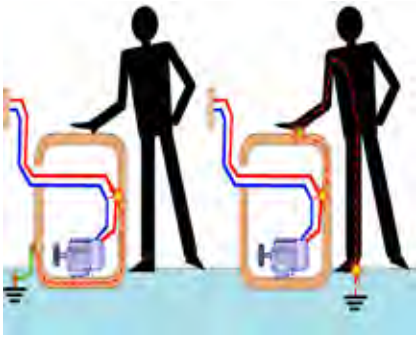
المنصهر: هو عبارة عن سلك فلزي رفيع محمول على جسم من مادة عازلة يسمح بمرور قيمة قصوى للتّيار خلاله، وعند زيادة التّيار الكهربائيّ المار عن هذه القيمة ينصهر السلك ويقطع التّيار الكهربائيّ عن الجهاز لحمايته، وعادة يركب المنصهر داخل الجهاز أو في القابس.



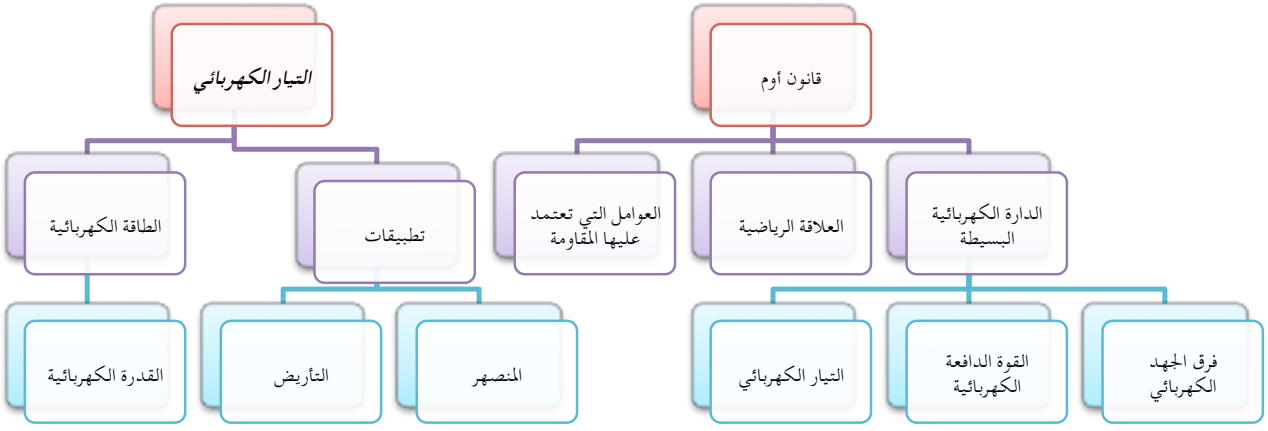
الشَّكل (4-10): القابس الكهربائيّ

أُفَكّرُ: مكواة مكتوب عليها (220) فولت (1000) واط ما المنصهر المناسب لها؟

التأريض: عند تلف المادة العازلة التي تغلف السلك الحي بسبب عوامل مختلفة يتعرى السّلك النحاسيّ وقد يلامس الغلاف الفلزي للجّهاز، وعند الاستخدام يمر التيار الكهربائي عبر جسم الإنسان إلى الأرض، إذْ يعدُّ جسم الإنسان موصلًا للكهرباء، مما يشكل خطورة كبيرة عليه، للتّغلب على هذه المشكلة يوصل سلك نحاسي بين غلاف الجهاز والخط الثّالث الموجود في القابس (الخط الأرضي) الذي يكون لونه أخضر في العادة يوصل المقابس جميعها معًا في المنزل ثم توصل مع قضيب نحاسي يدفن في الأرض.



الشَّكل (4-11): التأريض



الشَّكل (4-12): مخطط مفاهيمي للكهرباء المتحركة

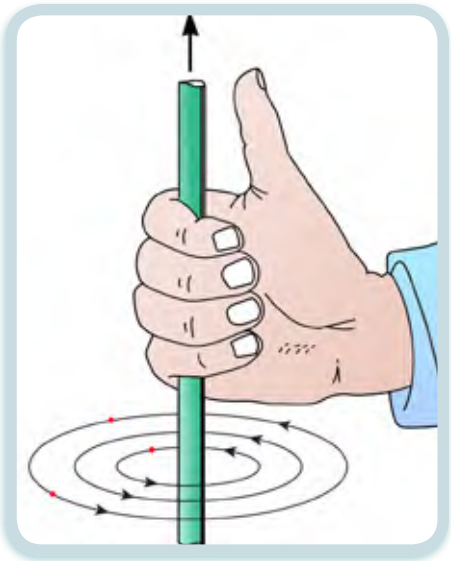
الفصل السابع

المجال المغناطيسيّ وآثاره

الملخّص العلمي للدرس

الدرس الخامس

المجال المغناطيسيّ Magnetic Field

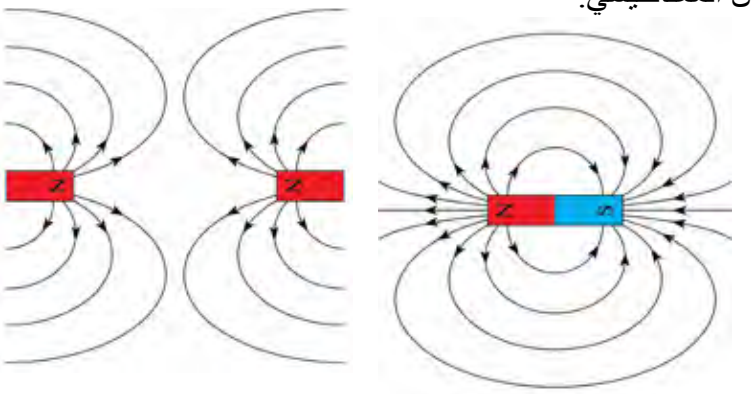
ماذا سأتعلّم؟	
ذكر مصادر المجال المغناطيسيّ . التعرّف على المجال المغناطيسي للأرض. توضيح المقصود بخط المجال المغناطيسيّ ورسمه. استقصاء المجال المغناطيسيّ النَّاتج عن التَّيار المغناطيسيّ. توضيح تطبيقات تكنولوجيّة على المجال المغناطيسيّ.	 هل هنالك علاقة بين الكهرباء والمغناطيسيّة؟
المفاهيم	**المهارات**
المجال المغناطيسيّ. خطوط المجال المغناطيسيّ. الطَّاقة الكهربائيّة. التَّمغنط. مغناطيسيَّة الأرض. زاوية الانحراف المغناطيسيّ. قاعدة اليد اليمنى.	تصنيف تمثيل تحديد اتّجاه

المجال المغناطيسيّ Magnetic Field

إذا وضعتَ دبوس في المنطقة المحيطة بمغناطيس، ماذا سوف يحدث؟ سوف ينجذب نحو أحد قطبي المغناطيس، بسبب نشوء مجال مغناطيسيّ، **وهو المنطقة المحيطة بالمغناطيس، وتظهر فيها آثار القوى المغناطيسيّة.**

خطوط المجال المغناطيسي

يُمثّلُ المجال المغناطيسيّ حول المغناطيس بخطوط وهمية تسمى خطوط المجال المغناطيسيّ، ويعرف خط المجال المغناطيسيّ بأنَّه: المسار الذي يسلكه قطب شمالي مفرد (افتراضي) عند وضعه حرًا في أيّ نقطة داخل المجال المغناطيسيّ.

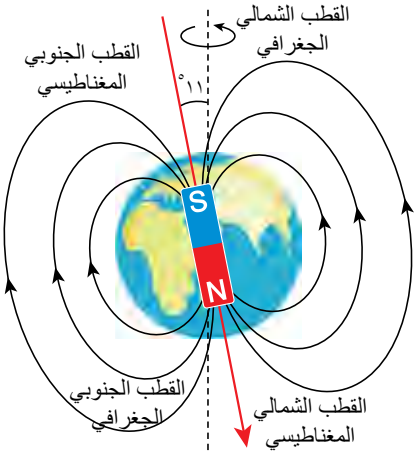


الشَّكل (5-4): خطوط المجال المغناطيسيّ

خصائص خطوط المجال المغناطيسيّ: منحنية، مقفلة، لا تتقاطع، تتجه من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي خارج المغناطيس، تتزاحم عند قطبي المغناطيس وتتباعد عند منتصفه.

مغناطيسيّة الأرض

عند تعليق المغناطيس تعليقًا حُرا فإنَّه يأخذ اتّجاهًا محدّدًا دائمًا هو: شمال – جنوب، ويمكن تفسير هذه الظاهرة بأنَّ الأرض تعمل كأنَّها مغناطيسًا كبيرًا يؤثّر في المغانط المعلقة ويجعلها تتخذ اتّجاهًا محدّدًا.



الشَّكل (5-5): المجال المغناطيسيّ للأرض

الأثر المغناطيسيّ للتيار الكهربائيّ

إنَّ الكهرباء والمغناطيسيّة مفهومان لا ينفصلان عن بعضهما البعض، وبفضل هذا الشيء تمكّن العلماء من دراسة الظواهر الكهربائيَّة مثل التيّار وغيرها، بشكل أفضل، وذلك بسبب الظواهر المغناطيسيّة المتعلقة بها.
البوصلة أداة صنعها الإنسان منذ زمن طويل واستخدمها في معرفة الاتّجاهات المختلفة، ولكن كانت هذه الأداة البسيطة سبب في اكتشاف المجال المغناطيسيّ المتولد عن التيّار الكهربائيّ.

الشَّكل (5-6): الأثر المغناطيسيّ للتيار الكهربائيّ

لاحظ العالم أورستد (Oersted)، إنَّ مرور التيّار الكهربائي بجانب بوصلة يؤدي إلى انحراف مؤشرها، وعند عكس اتّجاه التيّار المار بجانبها ينحرف مؤشر البوصلة للاتجاه الآخر، وفي حالة انقطاع التيّار تعود البوصلة لوضعها الطبيعي، منها توصّل العالم أورستد لعدة نتائج:

1- انحراف البوصلة كان نتيجة لتأثرها بقوَّة مغناطيسيّة بسبب وجودها في المجال المغناطيسيّ.
2- التيّار الكهربائيّ هو السبب في توليد المجال المغناطيسيّ.
3- اختلاف اتّجاه انحراف البوصلة باختلاف اتّجاه التيّار، يدل على أنَّ اتجاه المجال المغناطيسيّ النَّاشئ حول السّلك يعتمد على اتّجاه التيّار الكهربائيّ المار في السّلك.

النّشاط (5-1): لف سلكًا معزولًا على مسمار من الحديد باتّجاه واحد، وصل بين طرفي السلك ببطارية وقرب المسمار من الدبابيس أو المشابك ولاحظ ما يحدث.
نلاحظ أنَّ الدبابيس انجذبت إلى المسمار، ومن هنا يمكننا القول إنَّه يتولد مجال مغناطيسي حول سلك موصول يحمل التيار الكهربائيّ.

مرور تيار كهربائي في سلك موصل، يولّد حوله مجالاً مغناطيسيًا

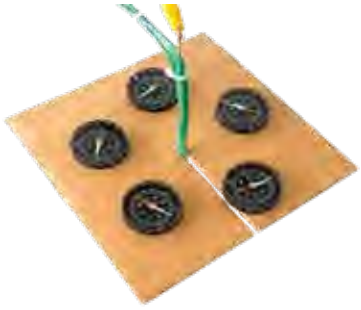
المجال المغناطيسيّ الناشئ عن سلك طويل مستقيم

توصلنا من الدَّرس السَّابق أنَّ مرور التيّار الكهربائيّ في سلك موصل يولد مجالًا مغناطيسيًا، أمَّا شكل هذا المجال فيمكن ملاحظته من خلال ما يحدثه مرور تيار كهربائيّ في سلك، ويمكن رسم خطوط المجال من خلال

وضع السلك بشكل عمودي ونثر برادة حديد حول، كما في الشكل (5-7):
برادة الحديد ترتبت على شكل دوائر مركزها السّلك
هذه الدَّوائر تمثل خطوط المجال المغناطيسيّ الناشئ عن السّلك
مستوى هذه الدَّوائر متعامد مع السّلك، أي أنَّ خطوط المجال المغناطيسيّ تتعامد مع اتّجاه التيّار في هذه الحالة.

الشَّكل(5-7): ترتيب برادة الحديد حول سلك يمر عبره تيار

أمَّا تحديد اتّجاه المجال المغناطيسيّ المتولد بسبب مرور تيار كهربائيّ داخل موصل فيتم كالتالي:
إذا قمنا بوضع عدد من البوصلات حول سلك يسري فيه تيار كهربائيّ، وعلى فرض أنَّ اتّجاه التَّيار للأعلى، فإنَّ الأقطاب الشمالية للبوصلات المحيطة بالسلك ستنحرف اتّجاه دائري واحد يدل على اتّجاه المجال المغناطيسيّ كما في الشَّكل(5-8):



الشَّكل (5-8): تحديد اتّجاه خطوط المجال المغناطيسيّ حول سلك مستقيم يسري فيه تيار

قاعدة اليد اليمنى (Right – Hand Grip Rule): لتحديد اتّجاه المجال المغناطيسيّ
نُطبّق قاعدة اليد اليمنى، نقبض على السّلك بحيث يشير الإبهام إلى اتّجاه التيّار،
فتشير الأصابع إلى اتّجاه المجال المغناطيسيّ كما في الشَّكل (5-9).

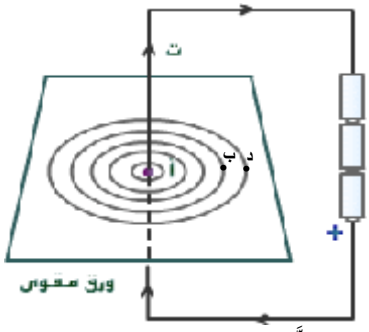
الشَّكل (5-9): قاعدة اليد اليمنى

العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسيّ الناشئ حول سلك يحمل تيارًا كهربائيًا:

1- المجال المغناطيسيّ يزداد بزيادة شدة التيار الكهربائيّ.

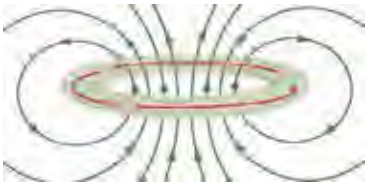
2- المجال المغناطيسيّ يقلّ كلّما كانت النّقطة أبعد عن السّلك.

تمرين: حدّد النقّطة التي يكون فيها المجال المغناطيسيّ أكبر ما يمكن.



الشّكل (5-10): تمرين

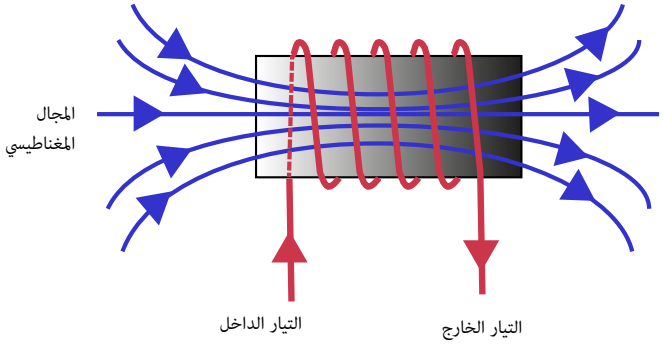
المجال المغناطيسيّ الناشئ عن مرور تيار في ملف دائري



الشّكل (5-11): المجال المغناطيسيّ الناشئ عن مرور تيار في ملف دائري

نُلاحظُ أنَّ خطوط المجال المغناطيسيّ النَّاشئة عن ملف دائري تكون ذات انحناء، ولكن من الملاحظ أنَّ انحناء هذه الخطوط يقل كلَّما اقتربنا من مركز السلك ، أي أنَّ المجال المغناطيسيّ في المنطقة المتواجدة على امتداد مركز الملف يكون ثابت المقدار والاتّجاه، المجال المغناطيسيّ لملف دائري يمر فيه تيار كهربائيّ يكون كبيرًا عند مركز الملف، ويتناسب المجال طرديًا مع التيار وعدد اللفات وعكسيًا مع نصف قطر الملف، ويتأثر بنوع الوسط الذي يوجد فيه الملف، ويحدد الاتّجاه عند مركز الملف باستخدام قاعدة اليد اليمنى.

المجال المغناطيسيّ الناشئ عن مرور تيار في ملف حلزونيّ



الشّكل (5-12): المجال المغناطيسيّ النَّاشئ عن مرور تيار في ملف حلزونيّ

يتّضح من الشّكل (5-12)، أنَّ خطوط المجال المغناطيسيّ الناشئ عن مرور تيار في ملف حلزونيّ تتصف بأنَّها ثابتة الاتّجاه في محور الملف، وكذلك مقدار المجال المغناطيسيّ ثابت فيه، أي أنَّ المجال المغناطيسي منتظم داخل الملف، وتستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي داخل الملف الحلزوني.

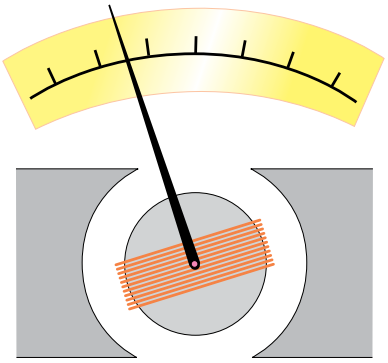
فكّرْ: استنتجْ العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسيّ لملف حلزوني يمر فيه تيار كهربائيّ مستمر؟

تطبيقات تكنولوجيّة

1- الهاتف: يحتوي جهاز الهاتف الأرضي والنَّقال على طرفي إرسال واستقبال، وفي كل منها يوجد مغناطيس دائم وآخر كهربائيّ.

الشَّكل (5-13): هواتف ذكية

2- أجهزة القياس الكهربائيَّة: يستخدم الغالفانوميتر للكشف عن التيارات الصغيرة، ويستخدم الأميتر لقياس التيار الكهربائيّ، والفولتميتر لقياس الجهد الكهربائيّ، وهذه الأجهزة تحتوي مغانط كهربائيّة تعمل على انحراف المؤشر عند مرور التَّيار الكهربائيّ فيها.



الشَّكل (5-14): الغلفانوميتر

3- المُرَحّل الكهربائيّ: هو مغناطيس كهربائيّ على شكل ملف حلزونيّ، يعمل عند مرور تيار كهربائيّ صغير ($ت_1$) فيه، فيجذب رافعه (ب) متصلة مع ساق نحاسية (ج)، فتدفعها إلى إغلاق داره كهربائيّة أخرى تسمح بمرور تيار كهربائيّ كبير ($ت_2$)، ويستخدم المُرحّل عند تشغيل محرّك السّيارة.

4- الروافع : يستخدم المغناطيس الكهربائيّ في حمل أجسام مغناطيسيّة ثقيلة.

الشَّكل (5-15): الرَّوافع

الملخّص العلمي للدرس

الدرس السَّادس

الحث الكهرومغناطيسيّ Induction

تطبيقات المجال المغناطيسيّ Magnetic Field Applications

ماذا سأتعلّم؟	
توضيح المقصود بكل من التَّيار الحثي والقوَّة الدَّافعة الكهربائيّة الحثيّة والتَّيار المتناوب. تفسير كيف تنشأ القوَّة الدَّافعة الكهربائيَّة الحثيّة. ذكر قانون فارادي في الحث. توضيح مبدأ عمل المولد الكهربائيّ والمحوّل الكهربائيّ. تطبيق العلاقة الرياضيّة للمحوّل.	 **هل سمعت عن الأفران الكهربائيّة الحثية؟**

المفاهيم	المهارات
الحث الكهرومغناطيسيّ التَّيار الحثي القوَّة الدَّافعة الكهربائيّة الحثية التَّيار الكهربائيّ المستمر التَّيار الكهربائيّ المتناوب المولّد الكهربائيّ المحوّل الكهربائيّ	استقصاء حساب رياضي تفسير

أولًا: الحث الكهرومغناطيسي Induction

تعلمنا سابقًا أنَّ مرور التيار الكهربائي في سلك موصل، يولد مجالًا مغناطيسيًا حوله؟ هل يمكن حدوث العكس؟ هل يتولد تيار كهربائي في موصل عند تحريكه داخل مجال مغناطيسي؟

أجرى العالم فارادي الكثير من التجارب، فلاحظ أنَّ تحريك مغناطيس بالقرب من مركز ملف دائري يولد فيه تيارًا كهربائيًا، أي أنَّ المجال المغناطيسيّ أثّر في الشحنات الحرّة داخل الموصل فحرّكها، تسمى حركة الشحنات بالتّيار الحثي؛ لأنَّه تولد بفعل الحث المغناطيسيّ للشّحنات في الموصل، وكما يحتاج التَّيار الكهربائيّ في الدَّارة البسيطة إلى بطارية تدفعه كي يسري في الموصل، فإنَّه لا بُدَّ من وجود قوة دافعة كهربائيّة حثية تدفع التَّيار الكهربائيّ الحثي للسريان عبر الملف.

نشاط/ القوَّة الدَّافعة الكهربائيّة الحثيّة

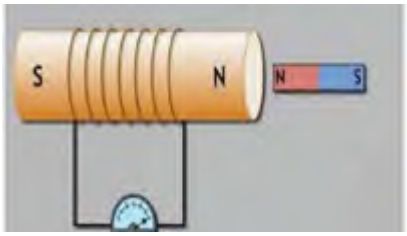
لاحظَ العالم فارادي أنَّ القوَّة الدَّافعة الحثيَّة تتناسب طرديًا مع كل من:

- **عدد لفات الملف**
- **التَّغير في المجال المغناطيسيّ (زيادة أو نقصان)**
- **سرعة تحريك المغناطيس**

الشَّكل (٦-١): قانون فارادي في الحث

ترتبطُ هذه العوامل مجتمعة مع القوَّة الدَّافعة الكهربائيّة الحثية بقانون يسمى **قانون فارادي في الحث الكهرومغناطيسيّ**، ويقصد بالحث الكهرومغناطيسيّ: توليد قوة دافعة حثية كهربائيّة تعمل على سريان تيار كهربائيّ حثي عند وجود دارة كهربائيّة مغلقة، عن طريق تغيير المجال المغناطيسيّ الذي يغمر الدَّارة الكهربائيّة.

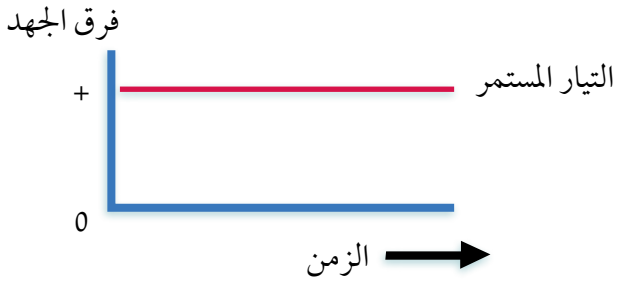
أُفَكّر: كيفَ تختلف القوَّة الدَّافعة الكهربائيّة الحثية عن القوَّة الدَّافعة الكهربائيّة للبطارية؟



الشَّكل (٦-٢): أُفَكّرُ

التَّيار الكهربائيّ المستمر Direct Current

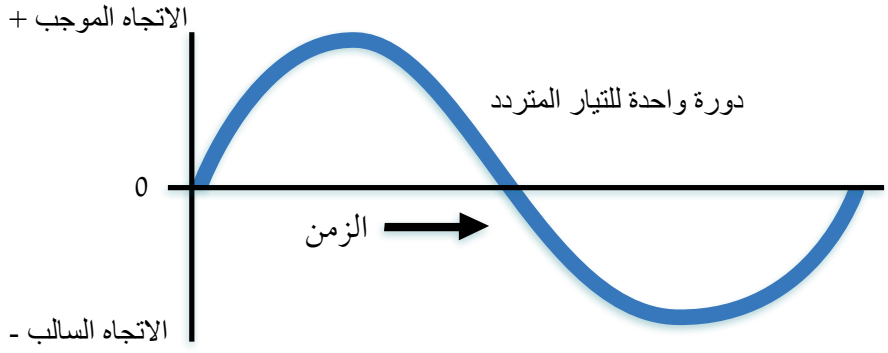
يُرمزُ له بالرمز (DC)، وهو تيار ثابت الاتّجاه، كالتَّيار الذي نحصل عليه من البطاريات بأنواعها المختلفة مثل بطارية السّيارة، وبطارية المصباح اليدوي، والهاتف النَّقال، حيث يكون للبطارية قطبان أحدهما موجب والآخر سالب، ويسري التيار المستمر خلال الدَّارة الكهربائيّة المغلقة باتّجاه واحد، من القطب الموجب إلى القطب السَّالب للبطارية، ويمكن تمثيل العلاقة بين التَّيار المستمر والزَّمن بيانيًا عندما يكون مقداره ثابتًا كما في الشَّكل.



الشَّكل(6-3): علاقة التَّيار المستمر مع الزَّمن

التَّيار الكهربائيّ المتناوب Alternating Current

يُرمزُ له بالرمز (AC)، وهو تيار متغير المقدار والاتّجاه، ويطلق عليه أحيانًا التَّيار المتردد مثل التَّيار الذي نحصل عليه من المولدات الكهربائيّة بصورها المختلفة، كالمولّد المستخدم في الدَّراجة الهوائيّة، علمًا أنَّ التَّيار المُستخدَم في المنازل من النوع المتناوب، حيث يتغير اتّجاهه (50) مرة بالثَّانية الواحدة، أي أنَّ تردده (50) هيرتز، والقوَّة الدَّافعة الكهربائيّة لهذا التيار(220) فولت.



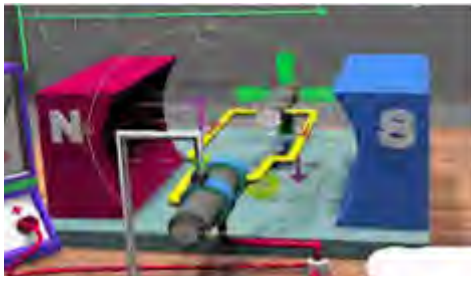
الشَّكل (6-5): علاقة التَّيار المتناوب مع الزَّمن

ثانيًا: تطبيقات المجال المغناطيسيّ

المولّد الكهربائيّ: يُعدُّ تطبيقًا لظاهرة الحث الكهرومغناطيسيّ

وهو جهاز يشبه المحرك الكهربائيّ.

مبدأ العمل:



الشَّكل (6-6): المولد الكهربائيّ

√ يستخدم في تحويل الطّاقة الحركية إلى طاقة كهربائيّة بوجود المجال المغناطيسيّ.

√ يعمل بطريقة الحث الكهرومغناطيسيّ.

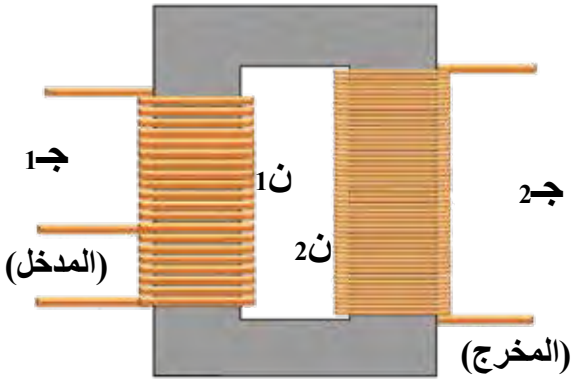
√ عند دوران الملف بين المغناطيسيين الدائمين تتولدُ بين طرفي الملف قوَّة دافعة كهربائية حثية.

√ ينشا عنه تيار حثي متناوب.

2- المحوّل الكهربائيّ: بعض الأجهزة في منزلنا لا تعمل على جهد (220) فولت؛ فبعضها يحتاج إلى جهد أعلى قد يصل إلى (2000) فولت، مثل المصابيح المتفلورة (التي تعرف خطأ بالنيون)، وبعضها مثل الهاتف النَّقال يحتاج إلى جهد منخفض (3.7) فولت، لذلك نحن بحاجة إلى محوّل كهربائيّ يرفع الجهد من قيمة منخفضة إلى قيمة مرتفعة ويسمى محول (رافع للجهد) أو العكس خفض قيمة الجهد إلى قيمة منخفضة ويسمى محول (خافض للجهد).

الشَّكل (6-7): المحوّل الكهربائيّ

يتكون المحوّل الكهربائيّ في أبسط أشكاله من ملفين ابتدائي وثانوي، يختلفان في عدد اللفات، وهما ملفوفان على قلب حديدي واحد مشترك، عند توصيل الملف الابتدائي بمصدر جهد متناوب ($جـ_1$) يتولد مجال مغناطيسي متغيّر حوله، تخترق خطوط المجال القلب الحديدي والملف الثانوي فتتولد فيه قوة دافعة حثية($جـ_2$).



الشَّكل (6-8): أجزاء المحوّل الكهربائيّ

وتختلف نسبة جهد الملف الابتدائي إلى جهد الثانوي باختلاف نسبة عدد اللفات بينهما، ويعبر عن ذلك بالعلاقة:

$$جـ_1 / جـ_2 = ن_1 / ن_2$$

حيث($ن_1$) عدد لفات الملف الابتدائي، **ن2**: عدد لفات الملف الثانوي.

مثال: ماكنة حلاقة كهربائيّة تعمل عند وصلها بالملف الثانويّ لمحول كهربائيّ، عدد لفات ملفه الابتدائيّ (1200) فولت لفة، وعدد لفات ملفه الثانويّ (30) لفة، بينما يوصل ملفه الابتدائيّ مع مصدر جهد تناوب (220) فولت، ما مقدار الجهد الذي تعمل عليه ماكنة الحلاقة؟

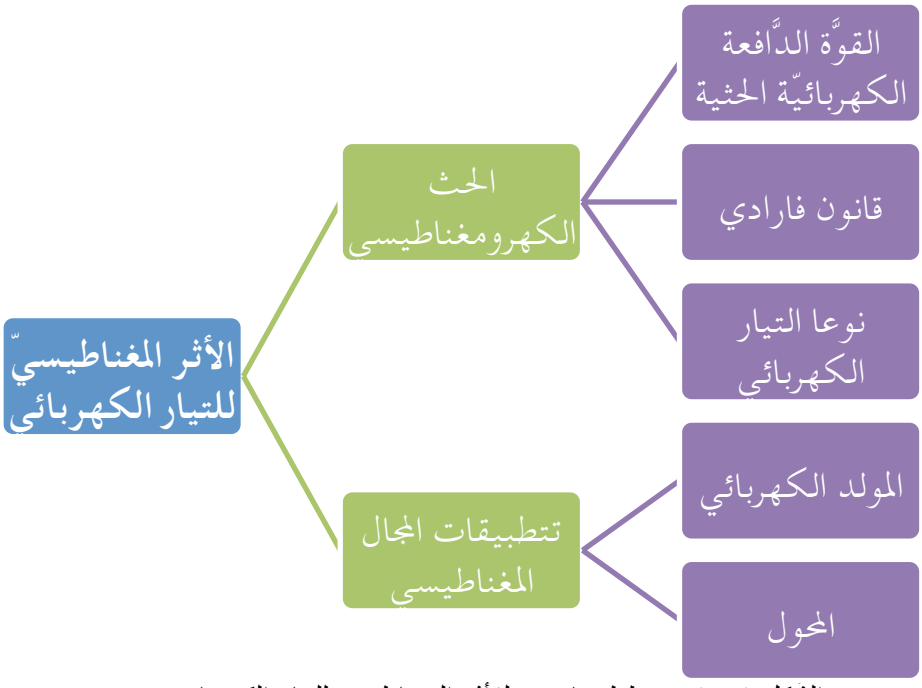
الحل:

1- تكتب العلاقة الرياضيّة $جـ_1 / جـ_2 = ن_1 / ن_2$

2- نُعوّض : 220/ جـ1 = 1200 /30 بالضرب التبادلي نجد جـ2 = 5.5 فولت

أُفَكّرُ: كيف تنتقل الطَّاقة في المحول من الملف الابتدائيّ إلى الملف الثانويّ؟

تمرين: يُستخدمُ محوّل كهربائيّ يعملُ على جهد ابتدائيّ (240) فولت في شحن بطارية سيارة جهدها الثانويّ (12) فولت، إذا كان عدد لفات ملفه الابتدائيّ (1200) لفة، فما عدد لفات ملفه الثانويّ؟ وما نوع المحوّل؟



الشكل (6-9): مخطط مفاهيمي للأثر المغناطيسيّ للتيار الكهربائيّ

سؤال ص9/ وذلك لأنَّ البلاستيك سالب الشّحنة حسب ترتيبه في سلسلة الدَّلك الكهربائيّة فينجذب إلى الخزف العازل بينما، لا يلتصق بالألمونيوم؛ لأنَّه مادة موصلة فتتفرغ فيه الشّحنات فلا يبقى منجذبًا.

سؤال ص11/ 1- ش جسيم = ن × شحنة الإلكترون

$= 10 \times 10^{6} \times 1.6 \times 10^{-19}$

$= 1.6 \times 10^{-13}$ **كولوم**

2- لا يمكن إيجاد أجسام مشحونة بهذه الشحنة.

نشاط ص15/ العلاقة عكسية، التربيع العكسي يعني أن القوة الكهربائية تتناسب تناسبًا عكسيًا مع مربع المسافة بين شحنتين.

أُفَكّرُ ص 17/ يعتمدُ على نوع الوسط الذي وِضعتْ فيه الشّحنات الكهربائيّة.

تمرين ص 17/ 1- عند تضاعف مقدار إحدى الشّحنتين تتضاعف القوَّة تصبح (200) نيوتن.

2- تَقلُّ القوَّة إلى الرّبع فتصبح (25) نيوتن.

أُفَكّرُ ص 19 أي أن القوة التي تؤثر بها شحنة مقدارها (1) كولوم في نقطة تبعد عنها مسافة (ف) في الفراغ تساوي (3×10^{6}) نيوتن.

سؤال ص19 / ق= مـ س

$= 4\times10^{6}\times3\times10^{6}$

= 12 نيوتن

أُفَكّرُ ص21/ ق المحصلة = الكتلة × التّسارع (حسب قانون نيوتن الثّاني).

القوَّة الكهربائيّة ـ الوزن = الكتلة × التَّسارع (طرحنا القوَّتين؛ لأنَّهما متعاكستان)

تمرين ص21/ المجال = ق/ س.

القوَّة = 2 نيوتن بنفس اتّجاه المجال الكهربائيّ لأنَّ الشّحنة موجبة.

التَّسارع = القوَّة الكهربائيّة / الكتلة التَّسارع = (10^{3}) م/ ث^{2}.

أُفَكّرُ ص26/ أي أنَّه يمر في مقطع موصل (4) كولوم في ثانية واحدة.

تمرين ص26 / في الشَّكلين التيار اتّجاهه لجهة اليمين.

التَّيار الأوَّل أكبر من التَّيار الثَّاني.

أُفَكّرُ ص27/ أي أنَّ الشّغل الذي تبذله البطارية لنقل وحدة الشّحنات الكهربائيّة بين قطبي البطارية يساوي (1.5) جول.

نشاط ص 27/ رأي محمد هو الصحيح؛ لأنَّ التَّيار المار في الأميتر الأوَّل يساوي التَّيار المار في الأميتر الثَّاني لعدم وجود تفرع في الدَّارة.

أُفَكّرُ ص 27/ الأعلى جهدًا هي النقطة (ب)؛ لأنَّها متصلة بالقطب الموجب للبطارية، والتَّرتيب هو (ب أ د هـ).

أُفَكّرُ ص29/ أي أنَّ هذا الموصل عندما يمر فيه تيار مقداره (1) أمبير يكون فرق الجهد بين طرفيه (6) فولت.

تمرين ص 31/ الموصل الأقل مقاومة هو الموصل (أ).

أُفَكّرُ ص 32/ أي أنَّ الشّغل المبذول لهذه الغسالة يساوي (360) جول في الثَّانية الواحدة.

أُفَكّرُ ص 33/ **القدرة** = **الجهد** × **التَّيار** إذًا التَّيار = 5 أمبير وهي قيمة المنصهر المناسب.

تمرين ص 40/ المجال المغناطيسي أكبر ما يمكن عند أ

أُفَكّرُ ص 43/ التَّيار النَّاشئ عن البطارية هو تيار مستمر، أمَّا التَّيار النَّاتج عن القوَّة الدَّافعة الكهربائيّة الحثية يمثل تيارًا متناوبًا.

أُفَكّرُ ص 46/ عند توصيل الملف الابتدائيّ بمصدر جهد متناوب يتولد مجال مغناطيسيّ متغير حول الملف الابتدائيّ، فتخترق خطوط المجال القلب الحديديّ والملف الثانويّ مولّدة فيه قوَّة دافعة كهربائيّة حثية.

تمرين ص 47/ جـ1/جـ2 =ن1/ ن2

ن2/1200 =12/240

ومنه ن2 = (60) لفة، إذًا المحول خافض للجهد.

بالتّوفيق للجميع

مبدأ حفظ الشَّحنة الكهربائيّة: الشحنات الكهربائيّة لا تفنى ولا تستحدث ولكن تنتقل من جسم لآخر.

مبدأ تكمية الشَّحنة: شحنة أي جسم تساوي عددًا صحيحًا من شحنة الإلكترون، وهذا يعني أنَّ أيّ جسم مشحون يجب أنْ تساوي شحنته عددًا صحيحًا من مضاعفات شحنة الإلكترون.

$$س = ن \, e \, س$$

قانون كولوم في الكهرباء السَّكونيّة: القوَّة الكهربائيّة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين، تتناسب طرديًا مع مقدار كلّ من الشحنتين وعكسيًا مع مربع المسافة بينهما.

$$ق = \frac{أ \, س_{١} \, س_{٢}}{ق^{2}}$$

المجال الكهربائيّ: هي المنطقة المحيطة بالشّحنة التي تظهر فيها القوَّة الكهربائيَّة للشّحنة.

$$م = \frac{ق}{.٧ س}$$

المجال الكهربائيّ المنتظم: مجال كهربائيّ ثابت المقدار والاتّجاه عند النّقاط جميعها فيه، وينشأ المجال الكهربائيّ المنتظم عن صفيحتين موصلتين متوازيتين إحداهما موجبة الشّحنة والأخرى سالبة الشّحنة وتفصلهما مسافة.

التّيار الكهربائيّ: مقدار الشّحنة الكهربائيّة التي تعبر مقطعًا من الموصل في الثّانية الواحدة.

$$ت = س / ز$$

القوَّة الدافعة الكهربائيّة: مقدار الشغل الذي تبذله البطارية لنقل وحدة الشّحنات الموجبة بين قطبي البطارية.

قانون أوم: التّيار الكهربائيّ المار في موصل فلزي يتناسب طرديًا مع فرق الجهد بين طرفيه، عند ثبوت درجة حرارته.

$$م = ت / ج$$

المقاومة: خاصية فيزيائيّة نُعبّر عنها بنسبة فرق الجهد بين طرفي الموصل إلى التّيار الكهربائيّ المار فيه، ومنشأ المقاومة هو إعاقة لحركة الشحنات الحرّة داخل الموصل بسبب وجود الذّرات والشّحنات الأخرى.

الطَّاقة والقدرة الكهربائيّة:

البطارية مصدر للطّاقة الكهربائيّة، وهي تبذل شغل على الشّحنات وتحركها عبر أسلاك التَّوصيل، وهذا الشغل يتناسب مع كل من فرق الجهد الكهربائيّ (القوَّة الدَّافعة الكهربائيّة) ومقدار الشّحنة المنقولة.

الشّغل (الطَّاقة الكهربائيّة) = فرق الجهد × الشّحنة

القدرة الكهربائيّة = الطّاقة الكهربائيّة / الزَّمن

القدرة الكهربائيّة = جـ × ت

خطوط المجال الكهربائيّ: يُمثّلُ المجال المغناطيسيّ حول المغناطيس بخطوط وهمية تسمى خطوط المجال المغناطيسيّ، ويعرف خط المجال المغناطيسيّ بأنَّه: المسار الذي يسلكه قطب شمالي مفرد (افتراضي) عند وضعه حرًا في أيّ نقطة داخل المجال المغناطيسيّ.

المجال المغناطيسيّ الناشئ عن سلك طويل مستقيم:

مرور التَّيَّار الكهربائيّ في سلك موصل يولد مجالًا مغناطيسيًا، يكون المجال المغناطيسي على شكل دوائر مركزها السّلك، مستوى هذه الدَّوائر متعامد مع السّلك، أي أنَّ خطوط المجال المغناطيسيّ تتعامد مع اتّجاه التَّيَّار.

قاعدة اليد اليمنى:

لتحديد اتّجاه المجال المغناطيسيّ حول سلك مستقيم نُطبّق قاعدة اليد اليمنى، نقبض على السّلك بحيث يشير الإبهام إلى اتّجاه التَّيَّار، فتشير الأصابع إلى اتّجاه المجال المغناطيسيّ.

الحث الكهرومغناطيسي: توليد قوة دافعة حثية كهربائية تعمل على سريان تيار كهربائي حثي عند وجود دارة كهربائية مغلقة، عن طريق تغيير المجال المغناطيسي الذي يغمر الدارة الكهربائية.

قانون المحول الكهربائي

$$\text{جـ}_1/\text{جـ}_2 = \text{ن}_1/\text{ن}_2$$