الوحدة الخامسة

الشغل والطاقة
والمجالات
في الفيزياء:
الكهربية والمغنطيسية

محتويات الوحدة الخامسة

الموضوع	الصفحة
تمهيد	165
مقدمة	165
أهداف الوحدة	166
1.5: الكهربية الساكنة (استاتيكية)	167
2.1.5: الشحنة الكهربية	169
3.1.5: الموصلات والعوازل	171
4.1.5: الكشف عن الشحنات الكهربية	173
2.5: المجال الكهربي	175
2.2.5: القوة الكهربية بين شحنتين	177
4.2.5: الشغل والطاقة والجهد الكهربي	180
3.5: التيار الكهربي	183
2.3.5: قانون اوم	185
4.5: المجال المغناطيسي	191
الخلاصة	196
لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية التالية	197
اجابات التدريبات	198
مسرد المصطلحات	199
المراجع العربية والأجنبية	200

تمهيد

مقدمة

عزيزي الدارس,

مرحباً بك في الوحدة الخامسة من مقرر مقدمة في العلوم العامة (3): أساسيات الفيزياء, وهي بعنوان الشغل والطاقة في الفيزياء: الكهربية والمغناطيسية. وتشتمل هذه الوحدة على أربعة أقسام رئيسة.

نتناول في القسم الأول موضوع الكهربية الساكنة والشحنة الكهربية وطرق الكشف عن الشحنات الكهربية. أما في القسم الثاني فسوف نتعمق أكثر في دارسة الكهربية الساكنة حيث نتعرف على المجال الكهربي وكيفية حساب القوة الكهربية وشدة المجال الكهربي وكذلك الشغل والطاقة والجهد في المجال الكهربي.

ندلف معاً بعد ذلك إلي القسم الثالث وهو بعنوان التيار الكهربي حيث ندرس حركة الشحنات الكهربية في الموصلات ومقاومة الموصل للحركة, ونتعرف كذلك على مصادر الطاقة الكهربية, وتحولات هذه الطاقة أى صور أخري , حرارية وغيرها.

وأخيراً في القسم الرابع نتعرف على المغنطيسية من حيث أنها مجال شبيه بالمجال الكهربي وتوجد قوة بين الأقطاب المغنطيسية. أيضا نتعرف على خطوط المجال المغنطيسي والمجال المغنطيسي حول الأرض.

عزيزي الدارس، لقد ذيلنا هذه الوحدة بسرد شامل للمصطلحات العلمية التي وردت في النص الرئيسي وترد في ثنايا هذه الوحدة تدريبات، وأنشطة، وأسئلة تقويم ذاتي، مع حلول وتعليقات.

مرحباً بك إلى هذه الوحدة مرة أخرى ونرجو أن تشاركنا في نقدها وتقييمها.

أهداف الوحدة

عزيزي الدارس،،

بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة يتوقع منك أن تكون قادراً على أن:

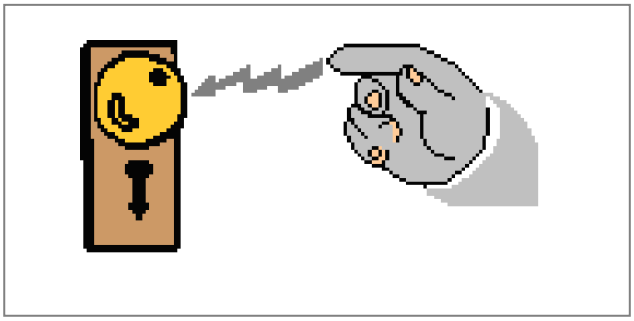
1. تدلل على وجود ظاهرة الكهربية وتحدد اصلها؛
2. تعرف الشحنة الكهربية؛
3. تشرح الجهاز الذي يستعمل للكشف عن الشحنات الكهربية؛
4. تميز بين المجال الكهربي وشدة المجال الكهربي؛
5. تحسب القوة الكهربية (قانون كولوم) بين شحنتين كهربيتين بينهما مسافة r ؛
6. تعرف وتوجد كل من: شدة المجال الكهربي والطاقة الكهربية والجهد الكهربي من قانون كولوم؛
7. تفسر ظاهرة وجود التيار الكهربي في الموصلات؛
8. توضح سبب وجود المقاومة الكهربية؛
9. تطبق قانون اوم على دائرة كهربية بسيطة؛
10. تعدد مصادر الطاقة الكهربية؛
11. تذكر أمثلة لتحولات الطاقة الكهربية؛
12. توضح شكل المجال المغنطيسي لتيار يمر في موصل؛
13. تكتب قانون القوة بين قطبين مغنطيسين؛
14. توضح كيفية تخطيط المجال المغطيسي لمغنطيس وبين مغنطيسين؛
15. تشرح ظاهرة وجود المجال المغنطيسي للأرض وشكله؛
16. **تحل** التدريبات الموجودة في نهاية كل قسم.

1.5. الكهربية الساكنة (الاستاتيكية Static)

1.1.5. مقدمة

عزيزي الدارس ،،

ظاهرة تكهرب الأجسام ظاهرة معروفة منذ قديم الزمان, ومدونة في السجلات منذ 600 سنة قبل الميلاد. وكان أكثر ما يلفت نظر الناس هو وجود بعض الأجسام التي يمكن أن تشحن بشحنة تؤدي إلى صعق من يلمسها بصعقة قد تكون ضعيفة أو قوية كما في الشكل (5-1).



الشكل (5 -1): ظاهرة التكهرب

هذه الظاهرة كانت أظهر ما تكون في مقدرة الكهرمان (amber) على التقاط الأجسام الصغيرة بعد دلكه بالصوف. وقد قام الطبيب الإنجليزي وليم جيلبيرت (William Gilbert) في القرن السابع عشر بصك كلمة لاتينية جديدة لتسمية هذه الظاهرة وهي ***ēlectricus,*** من الكلمة الإغريقية وتنطق إلكترون (*elektron*) والتي تقابل باللغة العربية "الكهرمانية (amber like) , ومن الكلمات العربية الكهرمان والكهرمانية اشتقت مصطلحات الكهرباء والكهربية. وهي نفس الطريقة التي استخدمت من قبل ومن الكلمة اللاتينية ***ēlectricus*** اشتقت المصطلحات الإنجليزية electricity و electric في حوالي سنة 1645 , كما دخلت

كلمة إلكترون *(electron)* في كل اللغات إسماً للجسيم الذي يدور حول النواة في الذرة في بداية القرن العشرين. و المعرف بهذا الاسم.

عزيزي الدارس ،،

إن ظاهرة تكهرب المواد بالاحتكاك أو التأثير تحدث في كل لحظة وفي كل يوم. فإذا مشط شخص شعره بمشط من البلاستيك فإن هذا المشط في حالة تمشيط الشعر الجاف تصبح عنده المقدرة على جذب الأشياء الصغيرة والخفيفة. وإذا قربت شعرك (أو يدك إذا كان بها شعر) إلى شاشة التلفزيون وهو يعمل ستجد أنها تجذب الشعر, وفي الواقع يمكن إجراء كثير من التجارب باستعمال شاشة التلفزيون.

الشكل :(5 –2): تأثير الشحنات الكهربية

الشعر تحت تأثير بالون مشحون الشعر قرب شحنة ساكنة

غير أن أكبر ظاهرة تكهرب تحدث يوميا وفي كل لحظة وعلى نطاق واسع وضخم (في أكثر من مكان حول العالم) هي تلك المسببة للبرق والرعد في السحب وهي في الأصل عبارة عن شحنات كهربية ضخمة جداً.

الشكل (5−3): البرق ناتج عن كهربية استاتيكية في السحاب حيث يتم تفريغ الشحنة إما بين السحب نفسها أو بين السحب والأرض. (راجع القسم الأخير من الفصل الثالث)

2.1.5. الشحنة الكهربية

عزيزي الدارس ،،

كل مادة مكونة من ذرات وهي تحتوي علي:

1 .النواة وتتضمن:

أ. بروتونات(p) في نواة الذرة مشحون بشحنة موجبة.

$e^{+}= 1.6 \times 10^{-19}$ C (Coulomb)

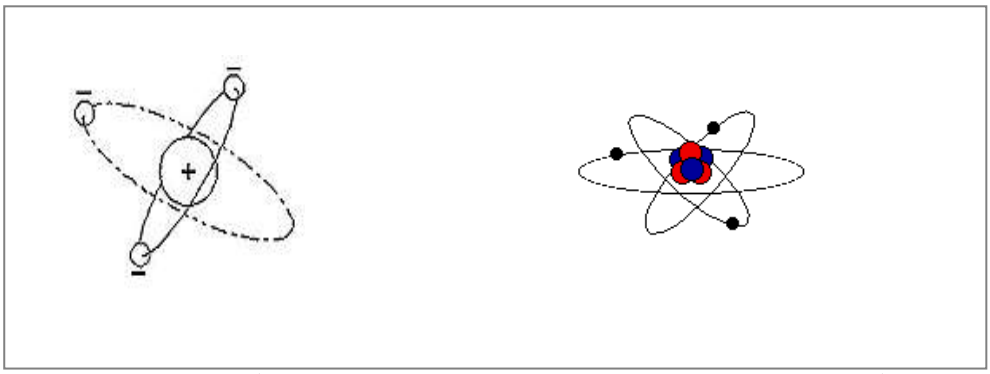
ب. نيوترونات (n) في نواة الذرة غير مشحون بشحنة .

2. إلكترونات e تدور حول النواة وتحمل شحنة سالبة.

$e^{-}= -1.6 \times 10^{-19}$ C (Coulomb)

أي نفس مقدار شحنة البروتون, ولكنها سالبة. بعد ذلك أي شحنة q على جسم, ما هي إلا تكرار لأي من الشحنتين e^{+} أو e^{-} , أي:

$$q = N \times (e^{+} \text{ أو } e^{-}) \qquad (1-5)$$



الشكل (5–4):الذرة عبارة عن نواة موجبة تدور حولها الكترونات سالبة

الشحنة الكهربية هي خاصية غير مرئية يكتسبها الجسيم أو المادة ويمكن ملاحظتها فقط من خلال التفاعل الذي تحدثه.

ولكن ما هي الشحنة الكهربية؟

للشحنة خاصية أخرى مهمة ، حيث ينطبق عليها قانون حفظ الشحنة, والذي ينص على أن الشحنة كمية محفوظة, لا تنتج من لاشيء ولا تختفي في لا شيء وتخضع للعمليات الحسابية, بمعنى أن مجموع شحنة موجبة زائد شحنة سالبة ينتج كمية متعادلة الشحنة. (قوانين حفظ الطاقة والشحنة لا علاقة لها بخلق المادة من أصلها وإنما تنطبق على ما هو موجود منها).

مما سبق واضح أن هنالك نوعين من الشحنات :

1. شحنة موجبة (مكرر شحنة البروتون) ويرمز لها بالرمز q وعادة يستعمل معها الرمز (+) أي أن $q^+ = N \times e^+$

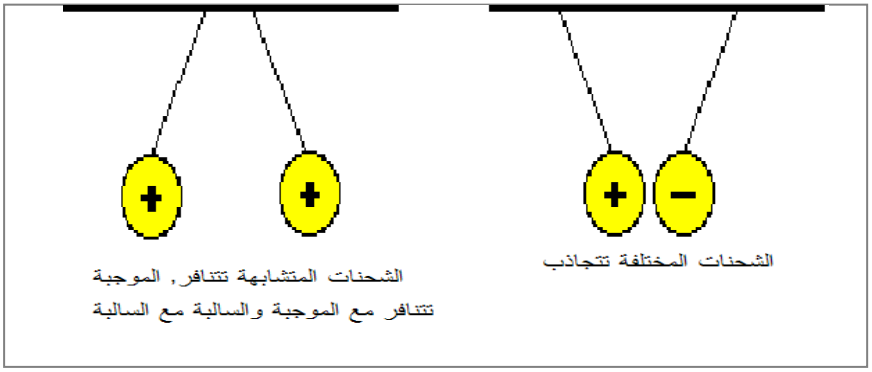
2. شحنة سالبة (مكرر شحنة الإلكترون) ويرمز له بالرمز q^- أي ان

$$q^- = N \times e^-$$

خواص الشحنات

عزيزي الدارس نجد أن

1. الشحنات المختلفة تتجاذب
2. الشحنات المتشابهة تتنافر كما هو موضح في الشكل



الشكل (5–5): الشحنات المختلفة تتجاذب والمتشابهة تتنافر

3.1.5. الموصلات والعوازل

عزيزي الدارس ،،

بالرغم من أن كل المواد تتكون من ذرات إلا أنها ليست متشابهة في توصيلها للكهرباء أو شحنها بشحنة كهربية, وتنقسم المواد من حيث توصيلها للكهرباء إلى ثلاثة أنواع:

1. الموصلات:

الموصل هو المادة التي تسمح بحركة الشحنة الكهربية خلالها. من أمثلة الموصلات: النحاس(cu), الألمنيوم(Al) والحديد(Fe) وكل المعادن. عند وضع أي شحنة على الموصل سنجدها تنتشر في كل أجزاء الموصل بحيث ينتج توازن في التوزيع.

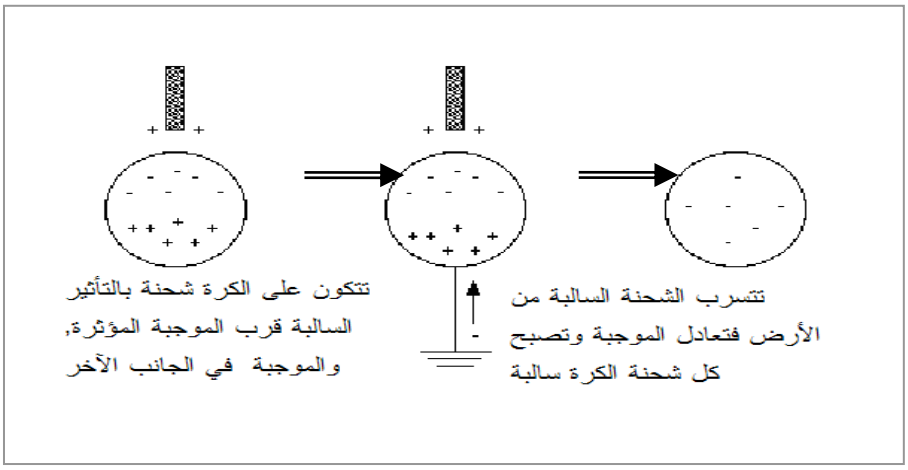
2. العوازل:

العازل هو المادة التي لا تسمح بحركة الشحنات الكهربية. وعند وضع أي شحنة على عازل فسنجدها تبقى في مكانها. ومن أمثلة العوازل: الزجاج والمطاط والخشب الجاف و الواضح أنها كلها من النوع الذي يمكن شحنه وتبقي عليه الشحنة .

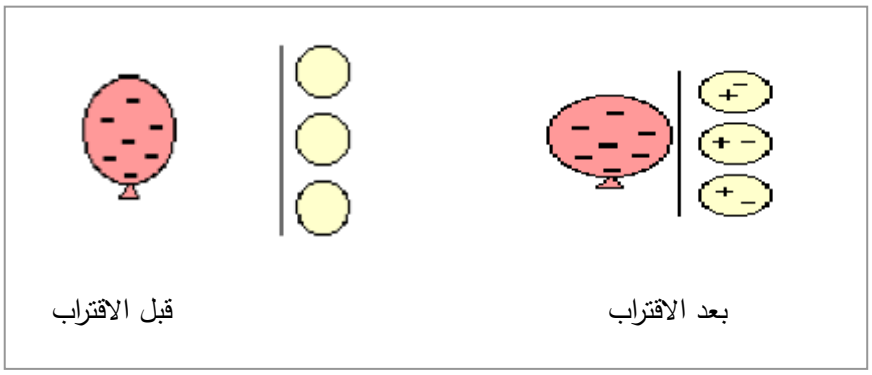
3. أشباه الموصلات

لا هي بالموصلة ولا بالعازلة.

واضح مما سبق أن الأجسام التي تقبل الشحنة وتحتفظ بها مثل الزجاج والمطاط والصوف والحرير هي من العوازل وليس من الموصلات أو أشباه الموصلات. غير أنه يمكن شحن الموصلات بالتأثير, غير أن الشحنة تختفي بمجرد إبعاد المؤثر, كما في الشكل. أما عند توصيل الجسم بالأرض تتنقل الشحنة الغير مقيدة وتظل الأخرى موجودة



الشكل (5-6): الشحن بالتأثير وتفريغ الشحنة الموجبة للأرض



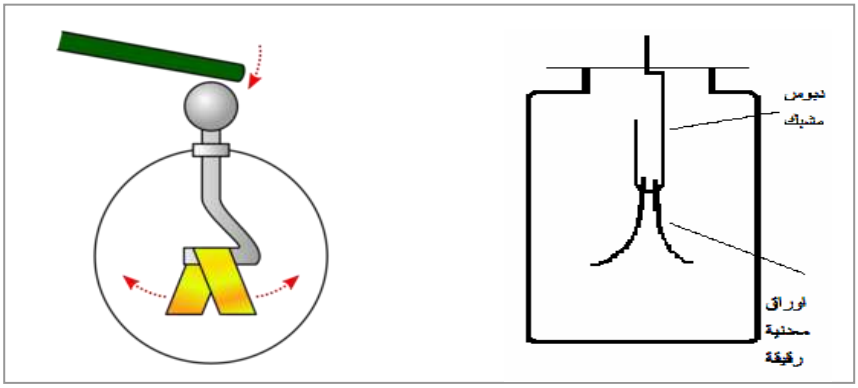
الشكل (5–7): الشحن بالتأثير حيث تنجذب الشحنة المخالفة وتبتعد المشابهة

4.1.5: الكشف عن الشحنات الكهربية

عزيزي الدارس ،،

للكشف عن وجود الشحنات الكهربية ونوعها يستعمل جهاز **الكشاف الكهربي** Electroscope وهو جهاز استعمل من قبل بكثرة في دراسة الكهربية الإستاتيكية . وهو كما موضح **الشكل (5–8) ، هو** جهاز بسيط يتكون من موصل جزء منه خارج الوعاء والجزء الآخر داخل الوعاء في نهايته ورقة معدنية رقيقة معلقة من منتصفها كما في الشكل. وعند ملامسة الجسم المشحون للجزء الأعلى للموصل تنتقل الشحنة للورقة فتنفرج مما يدل على وجود شحنة (تتنافر الورقتان لأنهما تحملان نفس الشحنة). ويمكن أيضاً تحديد نوع الشحنة.

جهاز الكشاف الكهربي يمكن لأي شخص أن يصنعه، وهو يتكون من وعاء زجاجي (فتيل واسع الفتحة) له غطاء معلق فيه دبوس مشبك معدل، هذا الدبوس معلق به ورقتان موصلتان كما في الشكل (5–8).



الشكل (5-8) جهاز الكشاف الكهربي

أسئلة تقويم ذاتي

1. ظاهرة تكهرب المواد بالاحتكاك أو التأثير تحدث في كل لحظة وفي كل يوم, ناقش هذه العبارة ؟ ,
2. تتكون المادة من ..... وكل واحدة منها تحتوي علي نواة والتي بدورها تشتمل على ..... مشحونة بشحنة موجبة.....،و..... متعادلة كهربيا، و تدور حول النواة..... تحمل شحنة .....
3. تنقسم المواد من حيث توصيلها للكهرباء إلى ثلاثة أنواع وضح الفروق بينهم ؟
4. عرف اشباه الموصلات؛
5. ما هي الشحنة الكهربية ؟ ومن ثم اكتب نص قانون حفظ الشحنة ؟
6. اشرح بالرسم فقط خواص الشحنات الكهربية ؟
7. ما الفرق بين الموصلات والعوازل؟
8. وضح بالرسم تركيب جهاز الكشاف الكهربي ثم اذكر طريقة استخدامه؟

النشاط

عزيزي الدارس،،من الإمكانيات المحلية قم بصنع جهاز الكشاف الكهربي ثم اعرضه لمرشدك.

2.5. المجال الكهربي

1.2.5. خطوط المجال الكهربي

عزيزي الدارس

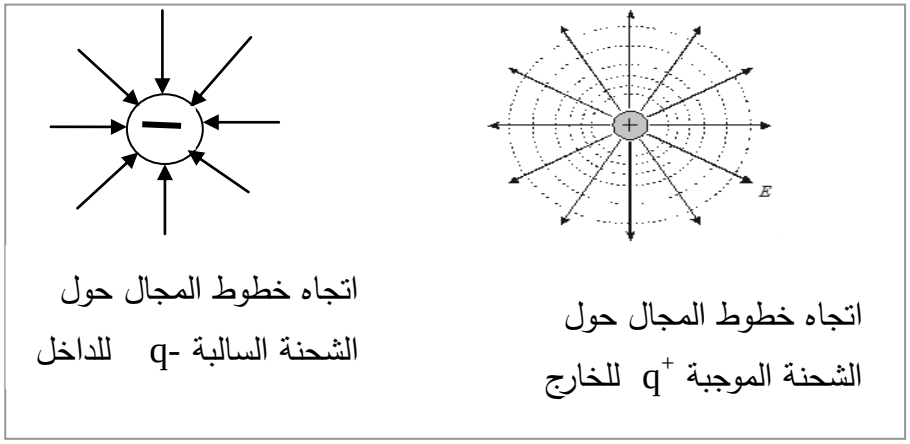
نلاحظ إن هناك قوتين بين الشحنات الكهربية وهما:

*قوة تنافر بين الشحنات المتشابهة *قوة التجاذب بين الشحنات المختلفة

ولأن هذه القوى تكون موجودة حتى بدون اتصال بين الشحنات فلابد أن يكون لهذه الشحنات مجال حولها تماماً مثل المجال التثاقلى حول الكتلة والمجال المغناطيسي حول القطب المغنطيسي. وكما في حالة المجال التثاقلي تعبر عن وجود المجال الكهربي بخطوط وهمية حول الشحنة تسمى خطوط القوة الكهربية أو اختصارا خطوط المجال والتي تمثل المسار الذي ستسلكه أي شحنة موجبة نقطية (ليست أكبر من النقطة) لو وضعت عليه.

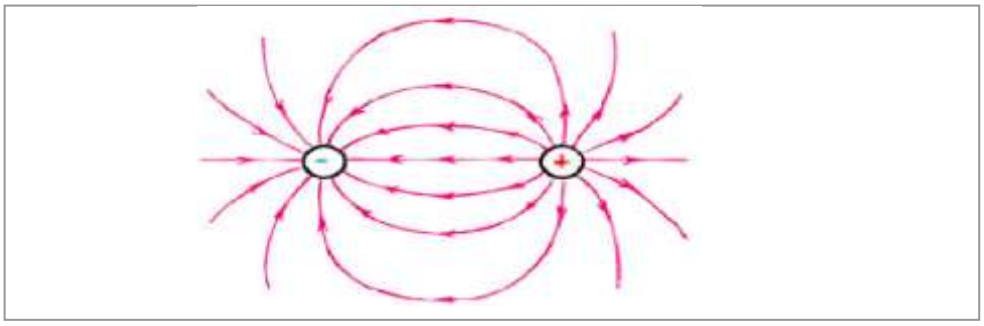
إذن ما هو المجال الكهربي؟

المجال الكهربي عبارة عن المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربية وتظهر عليها آثار الشحنة.



لشكل (5–9): اتجاه خطوط المجال الكهربي حول الشحنات

خطوط المجال الكهربي تتحرك من الشحنة الموجبة إلى الشحنة السالبة وهي الخطوط التي ستسلكها الشحنة الموجبة الصغيرة لو تركت تتحرك بين الشحنتين، تعرف معنا على هذه **الخطوط فى الشكل (5–10)**.



الشكل (5–10) خطوط المجال الكهربي تتجه من الشحنة الموجبة إلى الشحنة السالبة

2.2.5. القوة الكهربية بين شحنتين

عزيزي لدارس ،،

إن القوة الكهربية (F) الواقعة بين شحنتين(q_1,q_2) هي إما أن تكون قوة تجاذب[شحنتين مختلفتين] أو قوة تنافر[شحنتين متشابهتين] وتعطى بقانون كولوم Coulombs Law وهو قانون مشابه تماماً لقانون التثاقل الكوني لنيوتن الذي درسناه في الوحدة الثانية. والتي تنص علي أن:

$$F = k \frac{q_1 \times q_2}{r^2} \qquad (2-5)$$

حيث k ثابت ذو علاقة مع الوسط الذي بين الشحنات q_1 و q_2 حيث:

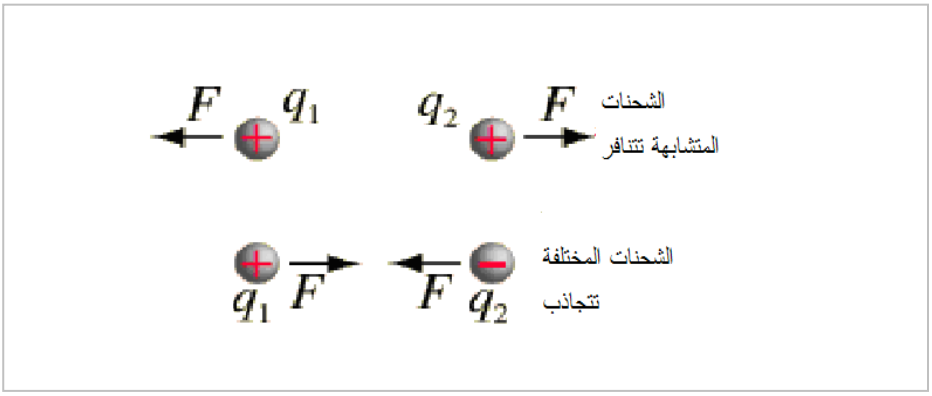
$$k = 9 \times 10^9 \, Nm^2 / C^2 \qquad (3-5)$$

ويسمى أيضاً ثابت كولوم .

أما r فهي المسافة بين الشحنتين.

هذه القوة تتناقص مع مربع المسافة بين الشحنتين تماما كما في حالة قانون التثاقل الكوني. هذا القانون يطبق في حالات الشحنات الموجبة والسالبة. وفي حالة شحنة موجبة وأخرى سالبة تكون القوة قوة تجاذب سالبة (حاصل ضرب شحنة سالبة في موجبة),

- بينما قوة التنافر موجبة (حاصل ضرب شحنتين موجبتين او سالبتين)(أنظر الشكل)



الشكل (5-11): اتجاه القوة بين الشحنات المتشابهة والمختلفة

عزيزي الدارس ،، وحدة القوة في كل الأحوال هي النيوتن N.

النشاط

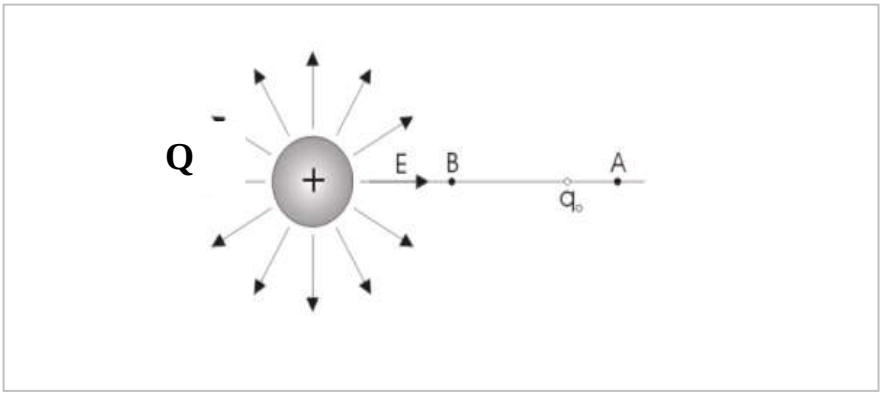
أرسم أسهم تمثل اتجاه القوة في حالة شحنتين سالبتين.

3.2.5. شدة المجال الكهربي

عزيزي الدارس ،،

إن أيجاد القوة بين شحنتين لا يفيدنا إذا كان عندنا شحنة واحدة نريد أن نتعرف على بعض المعلومات عنها , لذلك لجأ الفيزيائيون لتعريف شدة المجال. وشدة المجال ليست قصراً على المجال الكهربي فقط وإنما أيضاً تطبق في حالة المجال التثاقلي. ولكي نميز بين هذه الشحنة والشحنات حولها سنرمز لها بالرمز Q .

شدة المجال للشحنة Q في نقطة ما حولها هي القوة التي تؤثر على وحدة الشحنة q في تلك النقطة (وحدة الشحنة معناها شحنة مقدارها 1 كولوم).



الشكل (5-12) شدة المجال الكهربي للشحنة Q في النقطة A

أي أن :

$$E = \frac{F}{q} = k\frac{Q}{r^2} \qquad (4\text{-}5)$$

إلى أين يكون اتجاه المجال؟

واضح أن وحدة شدة المجال هي وحدة القوة على وحدة الشحنة أي: النيوتن/كولوم N/C

◄◄ مثال (5-1)

شحنة كهربية مقدارها 1 كولوم. أوجد القوة على شحنة أخرى مقدارها 1 كولوم, ثم أوجد شدة المجال الكهربي على بعد 1 متر من هذه الشحنة علماً بأن ثابت كولوم

$$k = 9\times10^9\ Nm^2/C^2$$

الحل

$$F = k\frac{q_1\times q_2}{r^2} = 9\times10^9\frac{1\times1}{1} = 9\times10^9\ N$$

$$E = \frac{F}{q} = k\frac{Q}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{1}{1^2} = 9\times10^9\ \frac{N}{C}$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{9\times10^9\ N}{1C} = 9\times10^9\ NC^{-1}$$

4.2.5. الشغل والطاقة والجهد في المجال الكهربي

عزيزي الدارس ،، عرفنا من قبل أن :

الشغل W (من Work) يساوي القوة F × المسافة .

فإذا حركت قوة F شحنة كهربية q مسافة r في عكس اتجاه المجال الكهربي للشحنة Q, نجد أن الشغل المبذول:

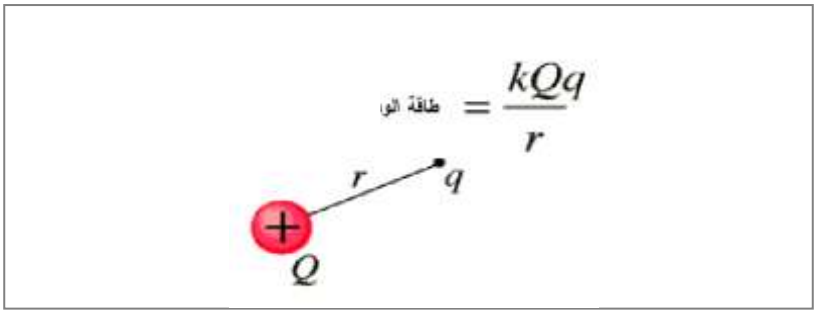
$$\boxed{W = F\times r \approx k\frac{q\times Q}{r^2}\times r = k\frac{q\times Q}{r}} \qquad (5-5)$$

كمية الشغل هذه تساوي طاقة الوضع.

$$\boxed{E_p = k\frac{q\times Q}{r}} \qquad (6-5)$$

ووحدتها = (القوة × المسافة) = النيوتن × متر = (Nm) = جول J

واضح من المعادلة (5–6) أن طاقة الوضع حول الشحنة Q متساوية على بعد r من الشحنة.



الشكل (5–13): طاقة الوضع على مسافة r من الشحنة الموجبة

الجهد الكهربي

عزيزي الدارس ،، الآن ما هو الجهد الكهربي

هو طاقة الوضع في نقطة ما حول الشحنة Q بها وحدة الشحنة

$$V = \frac{E_p}{q} = k\frac{Q}{r} \qquad (7-5)$$

واضح أن الجهد حول الشحنة متساوي على بعد r مكوناً ما يسمي بالخطوط متساوية الجهد كما في الشكل (5-13). ووحدة الجهد هي الفولت Volt وتكتب اختصارا V.

عزيزي الدارس ،، واضح من المعادلة (5-7) أن الجهد يقل كلما ابتعدنا عن الشحنة الموجبة (بسبب القسمة على r) ولذلك يوجد دائماً فرق في الجهد بين أي نقطتين في مجال كهربي ما لم يكونا على نفس الخط متساوي الجهد. وجود فرق الجهد هذا كما سنرى لاحقاً يتسبب في حركة الشحنات الكهربية الموجبة من النقاط الأعلى جهداً إلى الأدنى جهداً.

مثال (5-2)

أوجد الجهد الكهربي لكل شحنة من الشحنتين في المثال (5-1) في منتصف المسافة بينهما , ثم أوجد محصلة جهد الشحنتثن.

الحل

جهد الشحنة الأولى في منتصف المسافة بين الشحنتين

$$V_1 = k\frac{Q}{r} = 9\times10^9 \times \frac{1}{0.5} = 18\times10^9\, J$$

جهد الشحنة الثانية في منتصف المسافة بين الشحنتين = جهد الشحنة الأولى

الجهد الكلي للشحنتين في منتصف المسافة بين الشحنتين يساوي مجموع الجهدين لأن الشحنتين موجبتان , أي:

$$V = V_1 + V_2 = 2 \times 18 \times 10^9 \, J = 36 \times 10^9 \, J$$

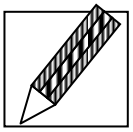
أسئلة تقويم ذاتي

1. ما هو المجال الكهربي؟
2. عرف شدة المجال لشحنة؟
3. بالرسم فقط وضح خطوط المجال حول الشحنة الموجبة q^+
4. عرف الجهد الكهربي، ثم فسر بالكلمات العلاقة التالية:

$$V = k\frac{Q}{r}$$

5. ماذا يحدث لمحصلة الجهد الكهربي في المثال (5-2) أعلاه إذا كانت واحدة من الشحنتين سالبة؟.

تدريب(1)



1. شحنتان الأولى $+2\times10^{-9}$ كولوم والثانية -2×10^{-9} كولوم بينهما مسافة 0.2 متر .فإذا علمت أن ثابت كولوم يساوي 9×10^9 فأوجد:
   أ. القوة بين الشحنتين ونوعها؛
   ب. شدة المجال الكهربي في منتصف المسافة بين الشحنتين لكل شحنة على حدة،و محصلة شدة المجال في منتصف المسافة للشحنتين معاً؛
   ت. الجهد الكهربي في منتصف المسافة بين الشحنتين لكل شحنة على حدة
   ث. محصلة الجهد الكهربي في منتصف المسافة.

3.5. التيار الكهربي

1.3.5. التوصيل الكهربي

عزيزي الدارس ،،

إن مقدرة الموصلات على التوصيل تدل على وجود شحنات متحركة موصلة بها. وفي الواقع فإن الإلكترونات الخارجية في ذرات المعادن بالذات مثل النحاس في حالة أقرب إلى أن تكون حرة وهي في حركة دائبة تحت تأثير الحرارة ،غير أن الإلكترونات الحرة في الموصلات يمكن أن تتحرك بصورة منظمة تحت تأثير أي مجال كهربي بين طرفي الموصل كما موضح في الشكل (5-14).

الشكل (5-14): يوضح حركة الإلكترون في موصل بدون وجود مجال وهي حركة عشوائية

لمجال الكهربي اللازم لجعل الالكترونات الحرة تتحرك بصورة منتظمة مكونة تياراً يمكن الحصول عليه من بطارية أو أي مصدر كهربي يولد فرق جهد بين طرفي الموصل كما هو موضح في الرسم:

حركة الالكترونات الحرة في الموصلات (عدد هذه الإلكترونات) هي عبارة عن حركة شحنة في الموصل وحركة هذه الشحنة هي التيار الكهربي. وحسب التعريف فإن **التيار الكهربي**:

> هو كمية الشحنة Q المارة في الموصل في وحدة الزمن (الثانية).

ويرمز للتيار بالرمز I, أي أن:

$$I = \frac{Q}{t}$$

ووحدة التيار هي الأمبير Ampere على اسم العالم الفرنسي أمبير صاحب المساهمات في هذا الجانب. واضح من المعادلة أعلاه أن:

$$1Ampere = 1A = \frac{1Coulomb}{1\sec ond} = Cs^{-1}$$

◄◄ **مثال (5–3)**

موصل يمر به تيار قدره 0.1 أمبير , فإذا مر هذا التيار لمدة ثانية واحدة , فأوجد الشحنة المارة في الموصل بالكولوم. وإذا علمنا أن شحنة الإلكترون ($e^- = -1.6 \times 10^{-19}$ C (Coulomb)) فأوجد عدد الإلكترونات في هذه الشحنة.

الحل

الشحنة $Q = I \times t = 0.1 \times 1 = 0.1$ C

عدد الإلكترونات الحرة N = الشحنة الكلية Q ÷ شحنة الإلكترون e .

$$N = \frac{0.1}{1.6\times10^{-19}} = \frac{100\times10^{16}}{1.6} = 62.5\times10^{16} \text{ الكترون}$$

2.3.5. المقاومة الكهربية

عزيزي الدارس ،، ليس كل الموصلات جيدة التوصيل للكهرباء . فبعض المواد قليلة الإلكترونات الحرة وهناك الكثير من التصادمات بين الإلكترونات الحرة و الذرات في المادة أثناء التوصيل الكهربي. ويقال في هذه الحالة أن هناك مقاومة (Resistance) لمرور التيار.

تُعرف المقاومة الكهربية (Resistance) بأنها:

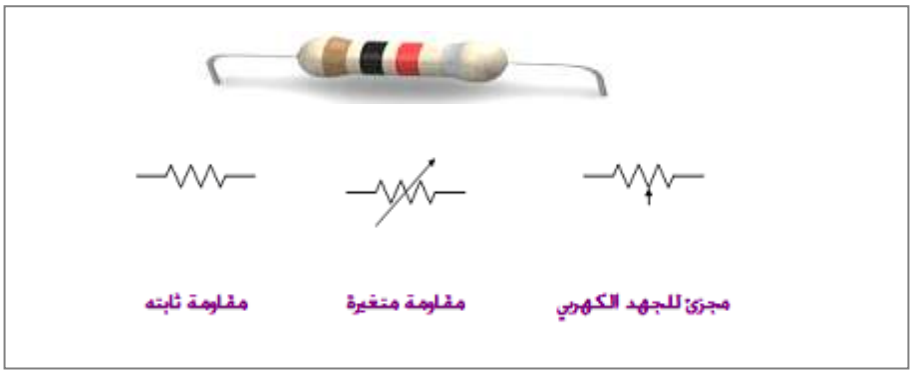
مقدار الممانعة أي المعاوقة التي يلاقيها التيار عند مرورها في موصل ويرمز لها بالرمز R.

ووحدة المقاومة هي الأوم Ohm سُميت على اسم العالم أوم صاحب قانون أوم ويرمز لوحدة الأوم بالرمز Ω (تنطق أوميقا والحرف الصغير منها هو ω)

هناك نوعان من المقاومات الكهربية هما:

اولا: مقاومة ثابتة مثل الأسلاك المعدنية المختلفة مثل الحديد – النيكل وغيرها.

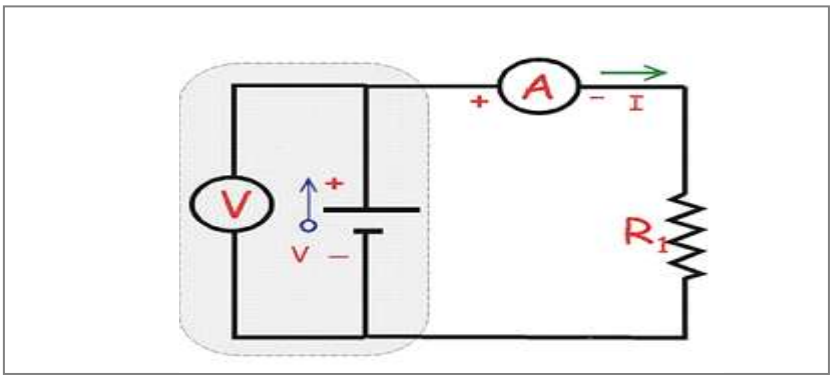
ثانيا: عبارة عن سلك في شكل ملف(مقاومة متغيرة). وحيث أن المقاومة تكون صغيرة جداً مما لا يوفر مجال لكتابة قيمة المقاومة عليها لذا يتم الاعتماد على حساب قيمة المقاومة من خلال حلقات ملونة وكل لون يرمز لقيمة نستطيع منها حساب قيمة المقاومة، والشكل (2–24) يوضح لنا ذلك .



الشكل(5–15): شكل ورموز المقاومات

3.3.5. قانون أوم

عزيزي الدارس, الدائرة الكهربية التالية مكونة مصدر للتيار الكهربي موصل بين طرفيه علي التوازي جهاز الفولتميتر لقياس فرق الجهد (V) وعلي التوالي باميتر لقياس شدة التيار المار في الدائرة الكهربية ومقاومة كهربية (R).



الشكل(5–16): دائرة كهربية لتطبيق قانون اوم.

لو اجرينا تجارب باستعمال الدائرة في الشكل (5–16) نجد أي أن التيار I دائما يحقق القانون التالي:

$$I = \frac{V}{R}$$

أي أن:

التيار المار(I) خلال موصل ذي مقاومة R يتناسب تناسبا طردياً مع فرق الجهد V بين طرفي المقاومة وعكسياً مع قيمة مقاومة الموصل .

مثال (5–4)

أوجد فرق الجهد بين طرفي مقاومة مقدارها 100 أوم (Ω) والتيار المار فيها نصف امبير (A).

الحل

قانون اوم $I = \frac{V}{R}$,

$$V = I \times R = 0.5 \times 100 = 50 volt$$

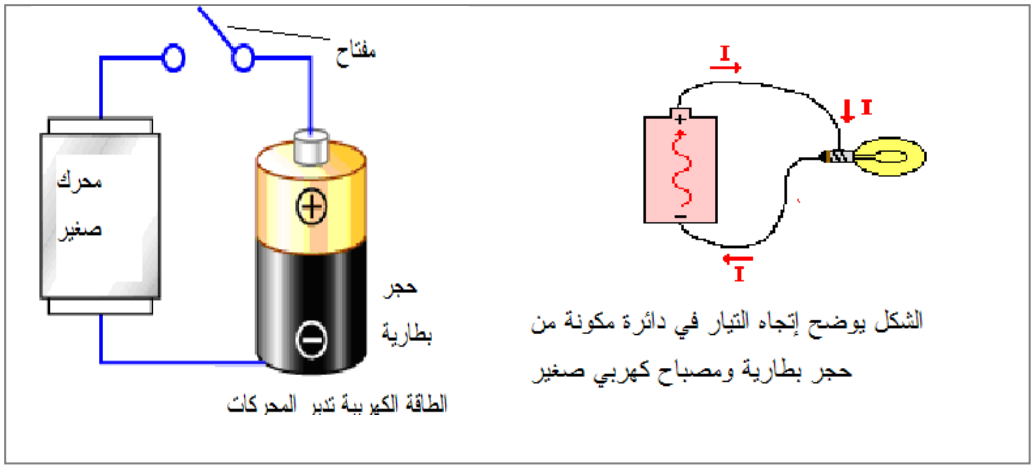
4.3.5. مصادر الطاقة الكهربية

عزيزي الدارس،،

هناك نوعان لمصادر الطاقة المولدة لمجال الكهربي أي فرق جهد كهربي

- مصدر يولد فرق جهد كهربي ثابت, كالأعمدة الكهربية والبطاريات
- وآخر يولد مجالاً كهربياً (فرق جهد كهربي) مترددا وهذه هي المولدات الكهربائية عموماً صغيرها و كبيرها المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربية بما فيها تلك المولدة من الخزانات.

ومصدر الطاقة الكهربية يولد فرق جهد كهربي في الموصل معه عند إكمال الدائرة كما في الدائرة البسيطة الموضحة والمكونة من حجر بطارية ومصباح كهربي صغير وهي التجربة التي يمكن لأي شخص إجراءها

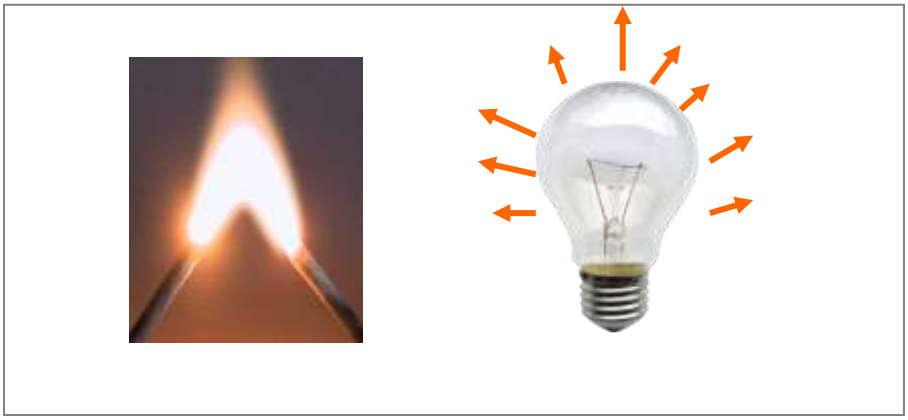


الشكل(5-17): الدائرة الكهربية من حجر بطارية

5.3.5. تحولات الطاقة الكهربية

عزيزي الدارس،، نسبة للسهولة التي يمكن بها نقل الطاقة الكهربية عن طريق الأسلاك و لاستعمالاتها المختلفة نجدها أكثر أنواع الطاقة المرغوبة للبشر والسهلة الاستعمال في المنازل والمكاتب والورش والمصانع. سهولة تحويل الطاقة الكهربية إلي صور أخرى من صور الطاقة هي السبب الرئيسي في تمدد استعمالها، فمثلاً الطاقة الكهربية تتحول إلى طاقة ضوئية من خلال المصابيح المختلفة, وهذا هو السبب الأساسي لاستعمال الطاقة الكهربية في المنازل أن حيث الحاجة لاستعمال الكهرباء في الإضاءة كانت ولا زالت هي الأهم.

1. الطاقة الكهربية تتحول إلى حرارة وذلك في الأفران الكهربية وفي السخانات وأدوات الطهي وفي المكواة و عملية اللحام باستعمال الكهرباء هي من هذا الباب. التوهج الشديد الحادث في المصباح الزجاجي العادي المفرغ من الهواء هي تحول الطاقة الكهربية إلى حرارة شديدة يتحول جزء منها إلى ضوء والجزء الآخر إلى حرارة (جرب ذلك بنفسك)



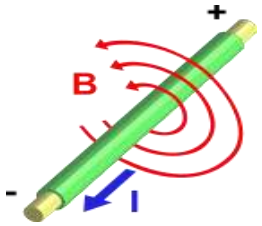
الشكل(5-18): تحول الطاقة الكهربية إلى حرارة

2. تحول الطاقة الكهربية أيضاً إلى طاقة ميكانيكية وهذه نراها في المروحة والمكيف ومحرك الثلاجة ومحركات رفع المياه وكل المحركات التي تعمل بالكهرباء الصغيرة منها والكبيرة. شعبية استعمال المحركات الكهربية ناتجة من بساطة التحكم فيها وسهولة توصيل الطاقة الكهربية إلى المحركات مهما كان مكانها.
3. الطاقة الكهربية يمكن أن تتحول إلى طاقة كيمائية وهناك أمثلة مثل الطلاء الكهربي وشحن البطاريات....الخ. كما إن الطاقة الكيميائية تتحول إلى طاقة كهربية كما في حالة البطاريات.
4. الطاقة الصوتية تتحول إلى طاقة كهربية في الميكرفونات وتتحول مرة أخرى إلى طاقة صوتية من خلال السماعات ومضخمات الصوت.الطاقة الكهربية تتحول إلى موجات كهرومغناطيسية (لاسلكية) فتنقل الصوت والصورة إلى أجهزة الاستقبال كالراديو والتلفزيون الذي يحولها مرة أخرى إلى صوت وصورة.

5.3.5. الأثر المغنطيسي للتيار

عزيزي الدارس ،،

هنالك علاقة قوية جداً بين الكهربية والمغنطيسية. لقد وجد أن السلك الذي يمر به تيار يتولد حوله مجال مغنطيسي في صورة دوائر غير مرئية مركزها السلك اي التيار . هذا المجال المغنطيسي يرمز لشدته بالرمز B حيث شدة المجال المغنطيسي أشبه بشدة المجال الكهربي. الشكل(**5–19**)يوضح بالتقريب شكل شدة المجال المغنطيسي **B** لتيار **I** يمر في سلك مستقيم. لاحقا سنتعرف على كيفية الكشف عن المجال المغنطيسي باستعمال بوصلة صغيرة.

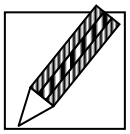


الشكل(**5–19**): المجال المغنطيسي حول موصل يمر به تيار **I**

أسئلة تقويم ذاتي

1. عرف كل من التيار الكهربي و المقاومة الكهربية مع ذكر الوحدات؛
2. اكتب نص قانون أوم؛
3. اذكر مصادر الطاقة الكهربي؛
4. وضح ماذا نعني بتحولات الطاقة الكهربية وأذكر نماذج لها؛
5. ناقش الأثر المغنطيسي للتيار.
6. موصل يمر به تيار قدره 0.8 أمبير , فإذا مر هذا التيار لمدة5 ثواني , فأوجد الشحنة المارة في الموصل بالكولوم. وإذا علمنا أن شحنة الإلكترون ((Coulomb) C 10^{-19} × -1.6 = e^-) فأوجد عدد الإلكترونات في هذه الشحنة .

تدريب(**2**)



1. تيار مقدره واحد أمبير مر لمدة ثانية واحدة. أوجد مقدار الشحنة التي مرت وعدد الالكترونات فيها غذا علمت أن شحنة الالكترون هي $e^- = -1.6 \times 10^{-19}$ C
2. مقاومة مقدارها 10 Ω وفرق الجهد بين طرفيها 12 فولت. أوجد التيار المار فيها.

4.5: المجال المغناطيسي Magnetic Field

عزيزي الدارس ,، ما هو المغناطيس؟

المغناطيس هو نوع من المواد لها خاصية جذب المواد الحديدية وربما تكون قمت ببعض التجارب البسيطة بالمغنطيس ولاحظت وجود قوى تجاذب أو تنافر بين الأقطاب (الأطراف) المغناطيسية.

- فالقطب الشمالي لمغناطيس ما مثلاً يؤثر بقوة تنافر على القطب الشمالي لمغناطيس آخر موضوع بالقرب منه
- وبالعكس يقوم القطب الجنوبي لمغناطيس بجذب الأقطاب الشمالية لمغنطيس أخر

بالإضافة إلى أننا نلاحظ أيضاً أن قطع غير ممغنطة من الحديد تنجذب بشدة إلى كل من القطبين الشمالي والجنوبي للمغنطيس.

1.4.5. القوة المغناطيسية المتبادلة بين قطبين مغناطيسيين

عزيزي الدارس

نجد ان المغناطيسية مجال، يؤثر عن بعد، فان القوة المغناطيسية تأخذ نفس شكل القوة الكهربية وأيضا نفس شكل قوة التثاقل الكوني

تعتمد القوة المغناطيسية بين قطبين مغناطيسيين على ثلاثة عوامل هي:-

أولا: **مع شدة كل من القطبين** ويرمز لهما بالرمز (M_2 و M_1)

إذن تتناسب القوة المغناطيسية(**F**) تناسباً طردياً مع شدة كل من القطبين (M_2 و M_1)

$$F \propto M_1 M_2$$

ثانيا: **البعد بين القطبين؛**

لذا تتناسب القوة المغناطيسية بين القطبين تناسباً عكسياً مع مربع البعد بينهما

وهذا القانون يعبر عن قانون التربيع العكسي: $F \propto \frac{1}{r^2}$

ثالثا : **نوع الوسط** الفاصل بين القطبين.

لذلك تعتمد القوة المتبادلة بين القطبين على نوع الوسط الفاصل بين القطبين.

و الآن عزيزي الدارس،، عند دمج العوامل المذكورة يمكن صياغة نص قانون القوة المتبادلة بين القطبين كالآتي:

$$F \propto \frac{M_1 M_2}{r_2}$$

ويمكن التعبير رياضياً عن مقدار القوة كالآتي:

$$\boxed{F = k' \frac{M_1 M_2}{r_2}} \qquad (8\text{-}5)$$

نلاحظ أن لهذه القوة شكل القوة الكهربية وأيضا نفس شكل قوة التثاقل

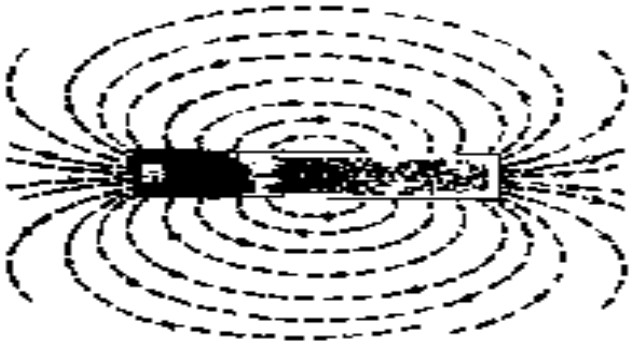
قيمة الثابت = $k' = 10^7 tesla/m$

2.5.4.طرق تخطيط المجال المغنطيسي

إما باستخدام برادة الحديد أو باستخدام الإبرة المغنطيسية

أولاً. نستخدم إبرة بوصلة حيث يمكن اعتبار إبرة البوصلة مغناطيساً صغيراً وأن طرف الإبرة الذي يشير إلى الشمال يتجه للمجال المغناطيسي للأرض يعرف بالقطب الشمالي للإبرة المغنطيسية. فإذا وضعت إبرة البوصلة بجوار قضيب مغناطيس فإنك تلاحظ أن الأقطاب الشمالية للإبر (رؤوس الأسهم) ستصطف نتيجة لتأثير قوى التنافر مع القطب الشمالي (N) والتجاذب مع القطب الجنوبي (S) للمغناطيس.

ثانيا: بنثر برادة حديد على ورقة فوق المغنطيس فتصطف البرادة ويمكن تكوين صورة للمجال المغناطيسي برسم سلسلة من الخطوط حول المغناطيس.



الشكل(5–20): خطوط المجال المغنطيسي

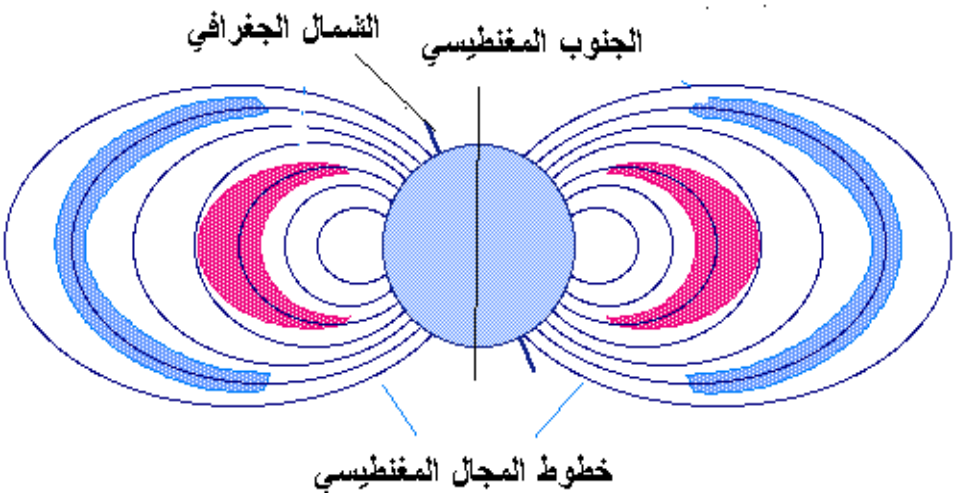
3.4.6. المجال المغنطيسي للأرض

لقد أوضح العلماء إن **الأرض عبارة عن مغنطيس كبير جدا** يوجد قطبه الشمالي قرب القطب الجنوبي الجغرافي بينما قطبه الجنوبي قرب القطب الشمالي الجغرافي الشكل(**5–21**)

وبذلك نلاحظ عند تعليق مغناطيس حر الحركة فإن :

- قطبه الشمالي ينجذب إلى قطب المغناطيس الجنوبي للأرض
- وبذلك يتجه القطب الشمالي للمغناطيس نحو الشمال الجغرافي للأرض.

المجال المغنطيسي للأرض ناتج عن دوران الأرض حول محورها وهناك الكثير من النظريات حول هذا الأمر, ولكن الشائع أن حركة الأرض تحرك معها المادة المصهورة داخلها مما يخلق تيارات تولد مجالا مغنطيسيا. وقد وجد أن الأرض غيرت أقطابها المغنطيسية (شمال –جنوب) 171 مرة خلال الـ71 مليون سنة الأخيرة من عمرها.



الشكل (5-21) : يوضح أن الأقطاب المغناطيسية للأرض لا تنطبق على الأقطاب الجغرافية التي يحددها محور دوران الأرض حول نفسها

لاحظ أن المجال المغنطيسي للأرض يحميها من الجسيمات الضارة الصادرة من الشمس.

النشاط

1. عزيزي الدارس،،

باستخدام مغناطيس قم بتجميع برادة حديد من الأرض وانثر البرادة على ورقة ثم ضع المغناطيس أسفل الورقة وسجل الملاحظات، واعرضها علي مرشدك.

2. علل :

أ. ظهور المجال المغنطيسي للأرض؛

ب.وجود قوة بين قطبين مغنطيسيين؛

ت.تعتبر المغنطيسية مجالاً.

أسئلة تقويم ذاتي

1. ما هو المغناطيس؟
2. اذكر العوامل التي تتوقف عليها القوة المغناطيسية المتبادلة بين قطبين مغناطيسيين.
3. اكتب التعبير الرياضي للقوة المغناطيسية.
4. اذكر طرق تخطيط المجال المغنطيسي.
5. ناقش المجال المغنطيسي للأرض موضحا أجابتك بالرسم.

الخلاصة

ولكن ما الذي ناقشناه عزيزي الدارس ؟

أنها مفاهيم كثيرة ومهمة جدا:

هل يمكنك أن تلخص ذلك بإيجاز؟ .

لنتعاون على ذلك معا. و بدأنا أولا

بدراسة الكهربية الساكنة ثم المجال الكهربي وشدة المجال الكهربي والطاقة الكهربية ثم تعرفنا على المجال المغناطيسي

نرجو منك عزيزي الدارس في ختام الوحدة أن تعيد مراجعة الأهداف الواردة في البداية جيدا والتأكد من انك حققتها جميعا. كما نرجو منك التواصل مع المركز الدراسي الذي تتبع له

لمحة مسبقة عن الوحدة القادمة

عزيزي الدارس, في الوحدة القادمة و التي بعنوان الموجات والصوت والضوء سوف نتعرف علي مفهوم كل من الأمواج و الصوت ثم تعريف الضوء شرح ظاهرة الانعكاس و ظاهرة الانكسار

نرجو أن تجدها وحدة مفيده.

اجابات التدريبات:

تدريب 1:

أ) القوة بين الشحنتين

$$F = k\frac{q_1 \times q_2}{r^2} = 9\times10^9 x\frac{(2x10^{-9})^2}{0.2^2} = -36x10^{-5}N$$

القوة قوة تجاذب لأنها سالبة حيث أن التجاذب يحدث بين شحنتين موجبة وسالبة.

ب) شدة المجال الكهربي في منتصف المسافة بين الشحنتين تكون لكل واحدة من الشحنتين:

$$E_1 = \frac{F}{q_2} = k\frac{q_1}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{2x10^{-9}}{(0.1)^2} = 18\times10^2\ \frac{N}{C}$$

$$E_2 = \frac{F}{q_1} = k\frac{q_2}{r^2} = -9\times10^9 \times \frac{2x10^{-9}}{(0.1)^2} = -18\times10^2\ \frac{N}{C}$$

ت) المحصلة =صفر.

ث) نفس الطريقة مع الجهد الكهربي حيث

$$V_1 = k\frac{q_1}{r} = 9\times10^9 \times \frac{2x10^{-9}}{0.1} = +18\times10\ \ J$$

$$V_2 = k\frac{q_2}{r} = -9\times10^9 \times \frac{2x10^{-9}}{0.1} = -18\times10\ \ J$$

المحصلة تساوي الصفر

تدريب (2)

$$Q = I \times t = 1C$$

1. $$N = \frac{Q}{e} = \frac{1}{1.6\times10^{-19}C} = 6.25\times10^{18} electron$$

2. $$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{10} = 1.2A$$

مسرد المصطلحات

Work	الشغل
electron	الإلكترون
Static	الكهربية الساكنة (استاتيكية)
Quantize	مكماة
Electroscope	الكشاف الكهربي
Coulombs Law	قانون كولوم

المراجع العربية والأجنبية

1. أسياسيات الفيزياء – بوش
2. كتاب الفيزياء للمرحلة الثانوية – السنة الأولي – وزارة التربية والتعليم –السودان
3. كتاب الفيزياء للمرحلة الثانوية – السنة الثانية – وزارة التربية والتعليم –السودان
4. كتاب الفيزياء للمرحلة الثانوية – السنة الثالثة – وزارة التربية والتعليم –السودان
5. هناك مواقع مفيدة على الانترنت Hyper Physics : Hpperphysics.phy-astr.gsu. edu
6. هناك مواقع ممتازة لمحاكاة التجارب الفيزيائية على الانترنت Phy-ntnu.edu. tw